



Editora Poisson

Semiárido Brasileiro

1

Volume



Editora Poisson

Semiárido Brasileiro Volume 1

1ª Edição

Belo Horizonte
Poisson
2019

Editor Chefe: Dr. Darly Fernando Andrade

Conselho Editorial

Dr. Antônio Artur de Souza – Universidade Federal de Minas Gerais

Msc. Davilson Eduardo Andrade

Msc. Fabiane dos Santos Toledo

Dr. José Eduardo Ferreira Lopes – Universidade Federal de Uberlândia

Dr. Otaviano Francisco Neves – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Dr. Luiz Cláudio de Lima – Universidade FUMEC

Dr. Nelson Ferreira Filho – Faculdades Kennedy

Msc. Valdiney Alves de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S471

Semiárido Brasileiro - Volume 1/Organização

Editora Poisson - Belo

Horizonte - MG: Poisson, 2019

Formato: PDF

ISBN: 978-85-7042-089-3

DOI: 10.5935/978-85-7042-089-3

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

1. Agricultura 2. Ecologia.3. Tecnologia

I. Título

CDD-333.7369

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

www.poisson.com.br

contato@poisson.com.br

SUMÁRIO

Capítulo 1: Parâmetros da equação de van genuchten na estimativa da quantidade de água em um argissolo no Semiárido Alagoano 07

Constantino Antônio Cavalcante Junior, Renato Américo de Araújo Neto, Cláudio José Soriano Cordeiro, Guilherme Bastos Lyra, Stoécio Malta Ferreira Maia, Arthur Luan Dias Cantarelli, Iêdo Teodoro, Ivomberg Dourado Magalhães, André Luiz de Carvalho

Capítulo 2: Barragens subterrâneas: opções para convivência e desenvolvimento rural do Semiárido Paraibano..... 11

Hermes Alves de Almeida, Maria do Socorro Barbosa de Moura Silva, Abraão Batista Costa

Capítulo 3: Influência da fertirrigação nitrogenada e potássica na qualidade da fibra de variedades de algodoeiro (*Gossypium Hirsutum* L.)..... 19

Antonio Ricardo Santos de Andrade, João Bosco Pereira da Silva Junior, Edijailson Gonçalves da Silva, Natália Lima de Espíndola, Erivaldo Laurentino da Silva, José Bruno Beserra de Lira, Palloma Rayza Lopes de Aquino Silva, Analice Nunes Clarindo

Capítulo 4: Gestão de recursos hídricos apoiada por uso de SIG: O caso da Bacia do Rio Miriri..... 29

Danilo Pereira Costa, Kiuslânia Jordão dos Santos

Capítulo 5: Tecnologias de reuso e a possibilidade de aplicação no semiárido para utilização sustentável dos recursos hídricos 43

Maycon Breno Macena da Silva, Alisson do Nascimento Lima, Ana Karoline Eloi de Araújo Dantas, Ingridy Minervina Silva

Capítulo 6: Análise da disponibilidade dos recursos hídricos da Cidade de Picos-Piauí de 2017 A 2040..... 50

Francisco José dos Santos, Olímpio José dos Santos, Jorge Henrique e Silva Júnior, Claudimeire Lima de Sousa, Luis Augusto Gonçalves Rodrigues, William Figueredo Cruz

Capítulo 7: Avaliação da clarificação de águas de cisternas do Município de Sumé-PB usando a moringa oleífera como coagulante 55

Crisóstomo Hermes Soares Trajano da Silva, Bruno Rafael Pereira Nunes, Maxsuel da Costa Leal, Emanuelle Bezerra Dos Santos, Lucas Eduardo de Moura Nascimento, Maria Alice de Melo Pinheiro

Capítulo 8: Análise da condição da água de poços freáticos, de cidade no semiárido brasileiro, utilizada como água de amassamento na produção de concreto e argamassa 60

Jonatã Gomes de Souza, Renilson Pinto Alves, Daniel Baracuy da Cunha Campos

SUMÁRIO

Capítulo 9: Produtividade agrícola e eficiência no uso da água de chuva no cultivo de milho..... 69

Arthur Luan Dias Cantarelli, Lekson Rodrigues Santos, Marcelo Augusto da Silva Soares, Ricardo Barbosa Gomes de Moraes, Iêdo Teodoro, Ivomberg Dourado Magalhães, Guilherme Bastos Lyra, Cláudio José Soriano Cordeiro, Jeferson Miguel Dias Santos

Capítulo 10: Previsão sazonal de precipitação para o Semiárido Brasileiro via modelagem estocástica 74

Darlan Martínez Schmidt, Rosane Rodrigues Chaves, Paulo Sérgio Lucio

Capítulo 11: Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva no centro de Ciências Agrárias/UFPB-Campus II, Areia-PB..... 79

Ingrid Gomes Duarte, Beatriz Macêdo Medeiros, Tayron Rayan Sobrinho Costa, Daniel Duarte Pereira, Camila Macêdo Medeiros

Capítulo 12: Análise da qualidade da água: um estudo de caso sobre o baixo curso do Rio Gramame-João Pessoa/PB 83

Ricardo de Azevedo Ramalho Rosas, Lívia Maria de Medeiros Martins, Lucivânia Rangel de Araújo Medeiros

Capítulo 13: Curva de retenção de água no solo no município de Pariconha no Semiárido Alagoano 88

Constantino Antônio Cavalcante Junior, Renato Américo de Araújo Neto, Guilherme Bastos Lyra, Cláudio José Soriano Cordeiro, Stoécio Malta Ferreira Maia, Arthur Luan Dias Cantarelli, Iêdo Teodoro, Ivomberg Dourado Magalhães, André Luiz de Carvalho

Capítulo 14: Fitogeografia das plantas medicinais comercializadas em Campina Grande-PB..... 92

Débora Coelho Moura, Thaís Mara Souza Pereira, Erimágna de Moraes Rodrigues, Ailson de Lima Marques

Capítulo 15: Imburana-de-Cambão {Commiphora Leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett}: Uma Abordagem Etnobotânica com os Funcionários da Escola Agrícola de Jundiá..... 101

Luana Thayná Dantas de Souza, Daniel Henrique Correia André, Iago Queiroz de Carvalho, Maria Kely Alves Gomes da Silva, Malcon do Prado Costa

Capítulo 16: Produtividade de sementes orgânicas de Crotalaria SP. no Sertão Paraibano 107

Elaine Gonçalves Rech, Raquel Maria da Conceição

SUMÁRIO

Capítulo 17: Caracterização Florístico-Fitossociológico do componente Lenhoso em Fragmento de Caatinga no Município de São Mamede-PB 114

Maílson Pereira de Souza, Felipe Silva de Medeiros, Wellington de Sousa Santos, Marília Gabriela Caldas Pinto, Sebastiana Renata Vilela Azevedo, Felipe Silva Amorim, Maria do Socorro de Caldas Pinto

Capítulo 18: Sazonalidade na riqueza e diversidade de visitantes florais em uma área de Caatinga e Floresta Ciliar no Semiárido Paraibano 123

Alexandre Flávio Anselmo, Cleomária Gonçalves da Silva, Francely Dantas de Sousa Medeiros, Telma Gomes Ribeiro Alves, Fernando César Vieira Zanella

Capítulo 19: Influência do armazenamento na composição do extrato de própolis verde 130

Maria Verônica Lins, Hugo Vieira, Jaina Geovana Figueiredo Lima Santos, Kilson Pinheiro Lopes, Osvaldo Soares da Silva

Capítulo 20: Processamento mínimo em mangas tratadas com Ácido Ascórbicos para avaliação da vida útil pós colheita 140

Jéssica Felipe do Nascimento, Halley Dayane dos Santos Ribeiro, Kerolayne Santos Leite, Ithyara Dheyllé Machado de Medeiros, Elaine Costa Almeida Barbosa

Capítulo 21: Caracterização físico-química de Pão Francês enriquecido com farinha De Gergelim Sesamum Indicum L..... 145

Roberta de Oliveira Sousa Wanderley, Paulo Alves Wanderley, Wellita Azevedo silva, Anna Catarina Costa de Paiva, Janine Patrícia Melo Oliveira, Altevir Paula de Medeiros

Capítulo 22: Perspectiva de produção de alimento no Semiárido Cearense em sistema Agroflorestal 149

Pedro Sávio Souza Nunes da Silva, Josimeire Alves Pereira, Antônio Joerlânio de Alencar, Maria Sandrineide de Negreiros, Brisa do Svadeshi Cabral de Melo, Denise Aline Casimiro Bezerra

Capítulo 23: O telhado verde no clima semiárido: um estudo de viabilidade para construções em Pau dos Ferros..... 154

Renê Alexssandro Brito de Sá, Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues

Capítulo 24: Utilização de aparelho topográfico rudimentar para adoção de práticas conservacionistas..... 163

José Ludemario da Silva Medeiros, Tássio Jordan Rodrigues Dantas da Silva, Maila Falcão Dourado, Gabriella Moreira Campos, Iuri Souza de Jesus, Jussara Silva Dantas

Autores 168

Capítulo 1

*Parâmetros da equação de Van Genuchten na
estimativa da quantidade de água em um argissolo no
Semiárido Alagoano*

Constantino Antônio Cavalcante Junior

Renato Américo de Araújo Neto

Cláudio José Soriano Cordeiro

Guilherme Bastos Lyra

Stoécio Malta Ferreira Maia

Arthur Luan Dias Cantarelli

Iêdo Teodoro

Ivomberg Dourado Magalhães

André Luiz de Carvalho

1. INTRODUÇÃO

Uma das questões de maior pertinência na agricultura da região semiárida brasileira é a má distribuição das chuvas, que compromete o crescimento e a produção vegetal de cultivos (GIULIETTI et al., 2004). O déficit de demanda hídrica nessa região ocasiona a baixa atividade biológica no solo, bem como a absorção de nutrientes pela planta, tornando inviável o cultivo de culturas ao longo do ano (CEBALLOS et al., 2002; MÜLLER; BOULEAU; PERONA, 2016).

No semiárido alagoano, projetos tem sido elaborados visando a distribuição de água ao longo do ano, com destaque para o Canal do Sertão Alagoano. Com esse projeto, o fornecimento de água poderá viabilizar o manejo de irrigação, disponibilizando água nos diferentes tipos de solos. Porém, para se ter conhecimento da lâmina hídrica a ser aplicada, há a necessidade do conhecimento dos processos de distribuição de água no solo, fornecendo parâmetros suficientes para estimar a disponibilidade hídrica, fornecendo um melhor aproveitamento de água nessa região (MÜLLER; BOULEAU; PERONA, 2016; BIENES et al., 2016).

A modelagem matemática vem como um coadjuvante às metodologias destrutivas na determinação de umidade dos solos, parâmetro inclusivo no manejo de irrigação. Uma boa prática é utilizar modelos que simulam o conteúdo de água no solo por meio do conhecimento das propriedades físicas deste (tal como HIDRUS e RETC), utilizando-os, posteriormente, no manejo de água no solo (CAMPBELL, 1974; van GENUCHTEN, 1980). Diante do exposto, objetivou-se gerar parâmetros da equação de van Genuchten, através do modelo computacional RETC, para uma região do semiárido alagoano, comparando-os com a umidade estimada em campo para diferentes profundidades do solo.

2. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido em uma localidade distribuída ao longo do perímetro irrigado do canal do sertão de Alagoas, com amostras de solo coletadas em uma região com cultivo de 30 anos de milho e feijão em sistema rotacional (dois anos para cada cultura, com período de pousio) no município de Inhapi (09°13'17"S; 37°44'55"W), com 9 amostras de um Argissolo Vermelho Amarelo, nas profundidades de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm e 20 a 30 cm, totalizando três amostras por profundidade. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo BSs'h' e BShh', com caracterização do tipo estepe, com clima seco e chuvas distribuídas no inverno e temperaturas do ar acima de 18 °C (GOIS et al., 2005).

Após a retirada das amostras, as mesmas foram levadas ao laboratório de Física dos Solos da Universidade Federal de Alagoas, onde foram realizadas a classificação textural, densidade do solo e umidade do solo na capacidade de campo e ponto de murcha, parâmetros essenciais para estimar os parâmetros da equação de van Genuchten, através do modelo computacional RETC (van GENUCHTEN et al., 2009). A equação matemática utilizada foi:

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[(1 + \alpha \psi)^n]^m} \quad (1)$$

Em que: θ é o conteúdo de água do solo (%); θ_r é o conteúdo de água residual (%); θ_s é o conteúdo de água na saturação (%); Ψ potencial matricial (kPa); α , n e m são os parâmetros empíricos do modelo.

Após estimar os parâmetros, estes foram calculados para cinco diferentes pressões (33; 100; 500; 1000; 1500 kPa) e comparados com os valores reais, obtidos pela metodologia de Richards (1965). Para comparação entre os valores observados e simulados, utilizou-se uma regressão linear forçada a passar pela reta 1:1 (MORIASI et al., 2007), gerando o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{ajust}) e a probabilidade de 5% ($p < 0,005$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros da equação de van Genuchten, estimados pelo modelo RETC são apresentados na Tabela 1. A umidade residual apresentou um aumento em relação à profundidade do solo, com a profundidade de 10-20 e 20-30 cm. A umidade residual é um essencial parâmetro para requerer um ajuste adequado da umidade, levando em consideração a textura do solo, por exemplo. O modelo RETC foi configurado para rodar curvas de retenção através da equação de van Genuchten, com dados reais de teores de areia, silte e argila, além de parâmetros hídricos deste solo (capacidade de campo e ponto de murcha).

Tabela 1. Parâmetros da equação de van Genuchten para a região de Inhapi, sob cultivo de milho e feijão, semiárido alagoano.

| Parâmetros/Prof. | 0-10 cm | 10-20 cm | 20-30 cm |
|------------------|---------|----------|----------|
| θ_r | 0,0423 | 0,0521 | 0,0518 |
| θ_s | 0,4068 | 0,4099 | 0,4172 |
| α | 0,0488 | 0,0507 | 0,0374 |
| n | 1,4192 | 1,4380 | 1,3699 |
| m | 0,2954 | 0,3046 | 0,2700 |

Uma regressão linear foi ajustada, com parâmetro “A” sendo forçado a passar pela reta 1:1, gerando uma equação do tipo $Y = B.X$ (Figura 1). A equação do ajuste e o R^2_{ajust} são apresentados na Tabela 2. Na primeira camada de solo avaliada, observa-se que os valores de umidade observados em laboratório subestimam os valores estimados através da equação de van Genuchten em todas as profundidades (Figura 1). Esse comportamento é melhor observado quando a equação da regressão é traçada, onde o coeficiente angular está abaixo de 1, representando essa capacidade de subestimativa (Tabela 2). Lucas et al. (2011) ao determinar curvas de retenção pelo método de papel de filtro, observaram que os parâmetros da equação de van Genuchten determinados pelos autores se adequaram satisfatoriamente para determinação da umidade.

As subestimativas apresentaram-se distantes da reta 1:1, com diferenças variando entre 30 e 40% dos valores mensurados relacionados aos estimados. Apesar desse alto valor na comparação dos resultados, pode se utilizar a equação com confiabilidade, já que a probabilidade estatística de todas equações foram menores que 5% ($p < 0,05$). Apesar dos ajustes (R^2_{ajust}) serem inferiores a 0,80, o modelo RETC pode ser empregado no ajuste da determinação de água em Argissolo Vermelho Amarelo no semiárido alagoano. (Figura 1; Tabela 2). A sensibilidade de modelos que estimam a umidade do solo pela equação de van Genuchten também pode ser utilizada para determinar o melhor parâmetro, em relação ao tipo de solo estudado (CHAVES, 2009)

Figura 1. Regressão linear, comparando dados de umidade estimada pela equação de van Genuchten com a umidade real medida em campo, para um solo cultivado com milho e feijão, na região de Inhapi, semiárido Alagoano.

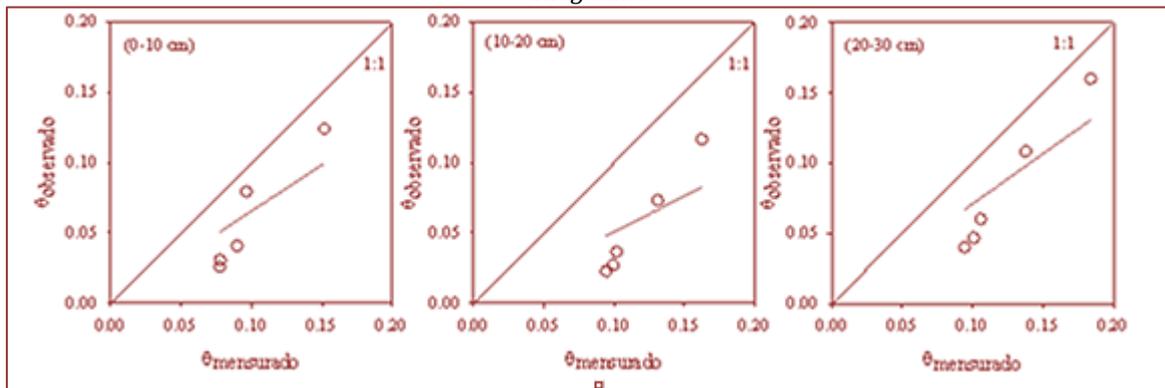


Tabela 2. Equação da regressão linear $Y = B.X$ para diferentes profundidades, para um solo cultivado com feijão, na região de Inhapi (130), semiárido Alagoano.

| Profundidade (cm) | Equação | R^2_{ajust} | p |
|-------------------|------------------------------|---------------|--------|
| 0-10 | $Y = 0,6548 (\pm 0,1034^*)X$ | 0,67 | 0,0237 |
| 10-20 | $Y = 0,5074 (\pm 0,0954^*)X$ | 0,58 | 0,0060 |
| 20-30 | $Y = 0,7119 (\pm 0,0873^*)X$ | 0,75 | 0,0012 |

*Erro padrão da regressão.

4. CONCLUSÃO

O modelo RETC foi capaz de estimar a umidade em um solo cultivado com feijão e milho nas diferentes profundidades.

Apesar do modelo não ajustar os valores simulados aos mensurados, parâmetros estatísticos indicam a adoção da equação de van Genuchten para um Argissolo Vermelho Amarelo na região semiárida alagoana.

Há uma necessidade de estudos futuros que levem em consideração o uso da modelagem matemática em funções de pedotransferência no semiárido brasileiro.

5. AGRADECIMENTOS

À FAPEAL – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas pela concessão da bolsa de auxílio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] Bienes, r. et al. Eleven years after shrub revegetation in semiarid eroded soils. Influence in soil properties. *Geoderma*, v. 273, p. 106 – 114, 2016.
- [2] Campbell, g.s. A simple method for determining unsaturated conductivity from soil moisture retention data. *Soil Science*, v.117, p.311–314, 1974.
- [3] Ceballos, a. Et al. Soil-water behaviour of sandy soils under semi-arid conditions in the Duero Basin (Spain). *Journal of Arid Environments*, v. 51, p. 501-519, 2002.
- [4] Chaves, h. M. L. Sensibilidade do modelo Hydrus aos parâmetros hidráulicos do solo em diferentes texturas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 14, n. 2, p. 33-37, 2009.
- [5] Giuliatti, a. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação*, pp. 48-90, 2004.
- [6] Gois, G. et al. Caracterização da desertificação no estado de Alagoas utilizando variáveis climáticas. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n. 3, p. 301-314, 2005.
- [7] Lucas, j. F. R. Curva de retenção de água no solo pelo método do papel-filtro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p. 1957-1973, 2011.
- [8] Moriasi, d. N. et al. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, v.50, n.3, p.885-900, 2007.
- [9] Müller, t.; bouleau, c. R.; perona, p. Optimizing drip irrigation for eggplant crops in semi-arid zones using evolving thresholds. *Agricultural Water Management*, v. 177, p. 54 – 65, 2016.
- [10] Richards, l. A. Physical conditions of water in soil. In: BLACK, C. A.; EVANS, D. D.; WHITE, J. L.; ENSMINGER, L. E.; CLARCK, F. E. *Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling*. Madison: American Society of Agronomy, Washington, p. 128-152, 1965.
- [11] Van genuchten, m. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* v.44, p.892–898, 1980.
- [12] Van genuchten, m.t.; simunek, j.; LEIJ, F.J.; SEJNA, M. RETC version 6.02, 2009. Disponível em: <<http://www.pcpprogress.com/en/Default.aspx?retc-downloads>>.

Capítulo 2

Barragens subterrâneas: Opções para convivência e desenvolvimento rural do Semiárido Paraibano.

Hermes Alves de Almeida

Maria do Socorro Barbosa de Moura Silva

Abraão Batista Costa

Resumo: A irregularidade na quantidade e distribuição de chuvas no semiárido paraibano são as principais responsáveis pela insegurança hídrica. No entanto, a barragem subterrânea é uma tecnologia hídrica social que possibilita captar e armazenar água da chuva no subsolo. Diante disto, houve a necessidade de se estabelecer às características do regime pluvial e estimar o potencial de captação de água da chuva em barragens subterrâneas e superficial/subterrânea, em Barra de Santana, microrregião do Cariri Oriental da Paraíba e Patos, mesorregião do Sertão paraibano, sendo essas determinações os objetivos principais. Utilizando-se séries pluviais mensais e anuais das referidas localidades, foram analisadas mediante critérios estatísticos e estabelecidos o regime pluvial e os volumes potenciais anuais de captação da água da chuva, para diferentes níveis de probabilidade. Os principais resultados indicaram que o regime de distribuição de chuva é irregular, assimétrico e, por isso, recomenda-se o uso da mediana. Mesmo assim, há um elevado potencial para captar água da chuva, o que permite aumentar a oferta de água, com o mesmo regime pluvial. A barragem superficial/subterrânea e o poço amazonas possibilitam captar um volume de água necessário ao consumo e pequena produção agrícola, especialmente, na época seca. As barragens subterrâneas mitigam os efeitos da seca e, portanto, passam a ser opções para convivência no semiárido. Há perspectivas dos agricultores que essas barragens sejam utilizadas para cultivar hortaliças e frutíferas, além da palma forrageira, resistentes à cochonilha do carmim, e outras forrageiras para alimentação do pequeno rebanho, durante a seca.

Palavras-Chave: Tecnologia hídrica social, Precipitação pluvial, Reserva hídrica, Semiárido

1. INTRODUÇÃO

O Semiárido nordestino é a segunda região mais populosa do Brasil, embora disponha do menor potencial de recursos hídricos. Nessa região e, em particular, no recorte geográfico do Estado da Paraíba, o modelo mensal e intra-anual de distribuição de chuvas é caracterizado pela irregularidade tanto em quantidade quanto em distribuição. Além dessa dispersão, chove, em média, de dois a três meses, na maioria dos locais, mas em outros persistem por até seis ou chove torrencialmente num local e quase nada nos seus arredores (ALMEIDA, FREITAS e SILVA, 2013)

Outra característica importante do regime pluvial do semiárido paraibano é a curta duração da estação chuvosa, associada a uma irregularidade tanto no início quanto na duração, e a elevada intensidade temporal. Com grande parte dos solos descobertos, a capacidade de infiltração da água no solo é baixa e, portanto, a maior fração da água da chuva escoar superficialmente. Condições essas desfavoráveis a uma agricultura de sequeiro, nas quais a produção depende, exclusivamente, da chuva (ALMEIDA e CABRAL, 2013).

A barragem subterrânea barra a água proveniente das chuvas, mediante uma parede/septo impermeável que pode ser construído com alvenaria ou uma lona plástica. O solo se mantém úmido, por um período de tempo maior, assim sendo a água vai se infiltrando lentamente e, por isso, eleva-se o nível do lençol freático que favorece a extração da água pelas plantas (SILVA et al., 2007).

O Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2) é um projeto de convivência com o Semiárido, que pretende assegurar à população rural o acesso a terra e à água, tanto para consumo humano e dessedentação animal quanto para produção de alimentos. Trata-se de um programa que visa garantir o acesso e o manejo sustentável da terra e da água, promove a segurança alimentar e ensina a cuidar da terra de maneira sustentável (GNADLINGER, SILVA e BRITO, 2007).

A tecnologia de captação da água da chuva e as várias outras experiências de aproveitamento da água da chuva e de manejo da terra e água podem ser multiplicadas para diferentes situações agroecológicas (Brito, Moura e Gama, 2007). Nesse contexto, a barragem subterrânea é uma tecnologia hídrica social promissora ao possibilitar aumentar a disponibilidade hídrica no solo, reduzir os riscos da exploração agrícola e, conseqüentemente, viabilizar a agricultura familiar.

O tempo de permanência da umidade na área de acumulação da barragem subterrânea depende da quantidade de chuva e, portanto, do manejo adotado na área plantada (SILVA et al., 2010). O solo ao se manter úmido, por um período de tempo maior, a água vai drenando lentamente, eleva-se o nível do lençol freático e favorece a extração da água pelas plantas (SILVA et al., 2007).

As barragens subterrâneas costumam gerar na comunidade local, novas oportunidades de retorno econômico, por que tendo água pode-se cultivar e gerar renda. Trata-se de uma tecnologia de captação da água da chuva e se constitui de experiências exitosas de manejo da terra e da água, podendo ser multiplicada para diferentes situações ambientais (BRITO, MOURA e GAMA, 2007).

A multifuncionalidade desses reservatórios é uma alternativa hídrica associada à agregação de funções produtivas, sociais e econômicas local, que possibilitam desde a dessedentação animal a irrigação de pomares ou vazantes; funções essas geradoras de emprego e renda (SABOURIN, 2008).

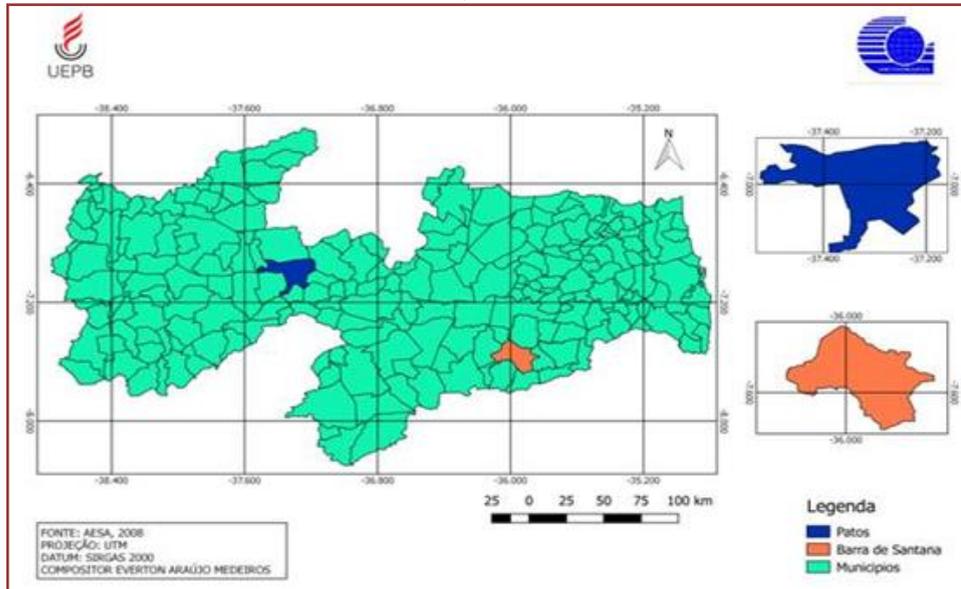
Conforme Frey (2001) e Boisier (1996), o projeto de convivência com o Semiárido é uma proposta que visa gerar produção e receitas, ao promover a inserção e a participação popular na busca de meios que garantam a permanência em seu habitat. Assim, o desenvolvimento ocorreria como um processo endógeno, em que ações de desenvolvimento possuam ações humanas, suas vivências e capacidades de desenvolvimento (FURTADO, 2011).

Diante disto, o objetivo principal deste trabalho foi estudar as perspectivas das barragens subterrâneas/superficial, como tecnologia de captação de água da chuva, como opções para convivência e de desenvolvimento rural do semiárido paraibano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida junto aos beneficiários das barragens subterrâneas, no sítio Barriguda, Barra de Santana, PB, microrregião do Cariri Oriental, e no sítio Fechado, no município de Patos, PB, mesorregião do Sertão paraibano (Figura 1).

Figura 1. Mapa geográfico do Estado da Paraíba, com destaque para os municípios de Patos e Barra de Santana, PB.



A Figura 2 apresenta uma vista da área útil da barragem superficial e/ou subterrânea, incluindo-se, o poço amazonas. Essa tecnologia social foi construída, em 1993, para mitigar o efeito da estiagem ocorrida naquela época.

Figura 2. Vista da área da barragem subterrânea (A) e do poço amazonas (B). Sítio Fechado, Patos PB

a)



b)



Fonte: Costa e Almeida (2016)

Na construção da barragem superficial/subterrânea foi feita uma sondagem do local e abriu-se uma vala para o barramento, medindo 220 m de extensão, sendo estendida uma lona plástica de polietileno com 190 m e nos 30 m finais, construiu-se uma parede de concreto armado para escoar o excesso de água (sangradouro) por cima.

Após a construção foi escavado um poço circular do tipo amazonas (Figura 2 B), próximo ao balde, com 8,5 m de diâmetro e 4 m de profundidade. O detalhamento nos procedimentos metodológico encontra-se no artigo de COSTA e ALMEIDA (2016).

As séries de dados mensais e anuais de precipitação pluvial das localidades de Patos e Barra de Santana, PB, foram cedidas pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), Campina Grande, PB.

De posse do sequenciamento mensais e anuais e de análises de consistências foram determinadas as medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (amplitude e desvio padrão) e os parâmetros da distribuição de frequência. Após análises numérica e gráfica, constatou-se que, os modelos de distribuição temporais da chuvas eram assimétricos e, por isso, utilizou-se a mediana, como medida de tendência central, em vez da média aritmética.

A estação chuvosa foi estabelecida adotando-se a sequência de meses com os maiores valores medianos (da série). Com os totais anuais de chuvas foram estimados as probabilidades empíricas aos níveis de 25, 50 e 75 % de probabilidade e os volumes potenciais de captação, mediante os critérios adotados nos procedimentos metodológicos e equações, descritos por Almeida e Farias (2015).

A coleta de dados foi feita mediante a aplicação de um questionário estruturado dirigido aos beneficiados das barragens subterrâneas, adotando-se os critérios propostos por Deslandes (1994), que consiste do contato direto com os atores sociais e com o ambiente estudado.

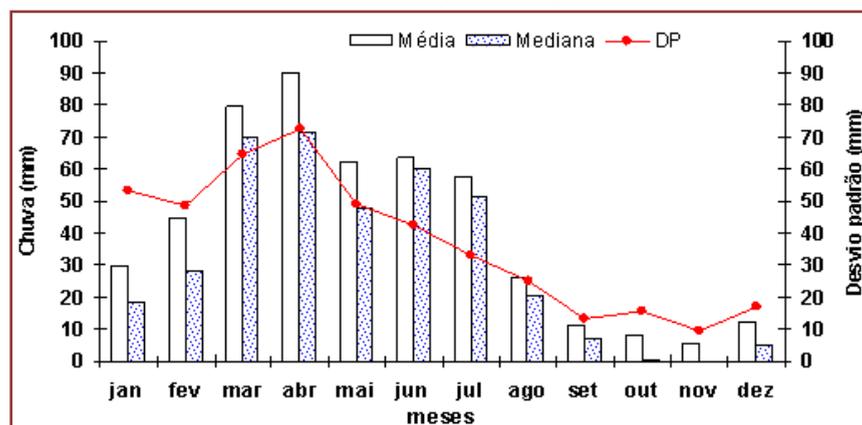
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO REGIME PLUVIAL DE BARRA DE SANTANA E PATOS, PB.

O planejamento é uma ação que deve estar presente nas decisões do ser humano. Desta forma e antes de optar pela tecnologia de captação da água da chuva é preciso estabelecer o regime pluvial local e em seguida, quantificar o volume de água necessário para atender as finalidades de consumo e da produção familiar.

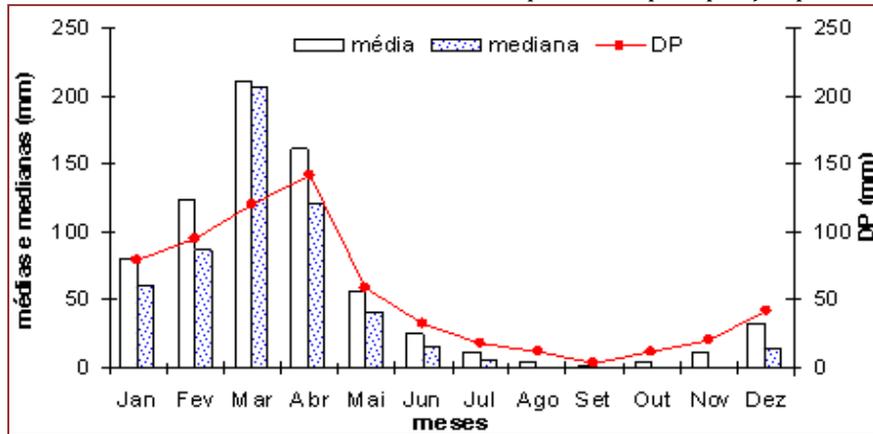
As Figuras 3 e 4 mostram, respectivamente, as médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial de Barra de Santana e Patos, PB.

Figura 3. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial de Barra de Santana, PB



Observa-se (Figura 3 e 4) que na distribuição temporal das medidas de tendência central, as médias diferem das medianas, ou seja, que há uma assimetria. Assim sendo, recomenda-se o uso da mediana, em vez da média, o que concorda com as indicações feitas para outros locais por (ALMEIDA e CABRAL, 2013)

Figura 4. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial de Patos, PB.



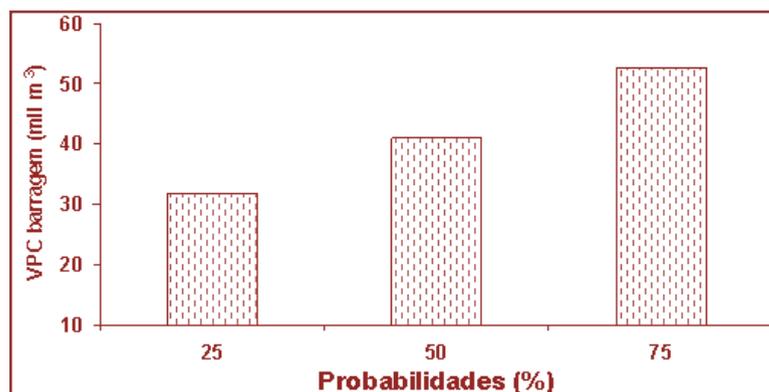
Com relação à estação chuvosa e tomando-se como referência a sequência de meses com os maiores valores medianos, observa-se, que a estação chuvosa difere entre si, em Barra de Santana concentra-se de março a junho e em Patos, de fevereiro a abril. Nesse período, chove o equivalente a 71,0 % e 66,4 % do total mediano no ano, respectivamente.

Os meses de agosto a dezembro são os menos chuvosos (secos). Nota-se, também, que os desvios padrão das médias são maiores que as próprias médias, na maioria dos meses do ano. Isso demonstra, portanto, que a distribuição de chuvas é extremamente irregular. Outra característica do regime pluvial é que mesmo na estação chuvosa, ocorrida a cada ano, a quantidade e a duração, em cada local, difere entre si. Além disso, há chances de não chover em qualquer um dos meses desse período.

Outra característica importante do regime pluvial é que, até mesmo na curta estação chuvosa, há uma elevada variabilidade temporal e/ou espacial (desvios padrão maiores que as respectivas medianas). Isso indica, entretanto, que há chances da referida estação, em ambas as localidades, ser seca. Resultado esse que corrobora com os de Almeida e Farias (2015) e Almeida e Cabral Junior (2014), para outras localidades do semiárido paraibano.

Os elevados volumes potenciais de captação da água da chuva, na área efetiva de cerca de seis hectares, na barragem superficial/subterrânea do Sítio Fechado (Figura 5), revelam a importância dessa tecnologia para mitigar o efeito da seca e possibilitar a convivência no semiárido paraibano.

Figura 5. Volumes potenciais de captação da água da chuva (VPC), para diferentes níveis de probabilidades, na área superficial da barragem subterrânea. Sítio Fechado, Patos, PB



Na maioria das pequenas e/ou nas médias propriedades rurais do semiárido paraibano, o agricultor fica a mercê de “esperar” um curto período de chuvas, para plantar e colher os cultivos de subsistência, como milho e feijão. Essa condição dificulta fixar o homem no seu habitat, aumenta o desemprego e a saída passar a ser a moradia na cidade.

Além de não ter ambientes aquáticos para fixar todos os pequenos produções do semiárido aos arredores das bacias hidráulicas, a solução é proporcionar meios de acumulação de água no próprio local. A barragem subterrânea é uma tecnologia hídrica social de captação de água da chuva, cuja intervenção é de baixo custo, fácil de construir e de operacionalizar.

As barragens subterrâneas do município de Barra de Santana, PB, por exemplo, estão localizadas no sítio Barriguda, sendo uma no sítio Barriguda I e outra no Barriguda II, ambas foram construídas no ano de 2012.

Esses reservatórios foram construídos no leito de um curso de água e, portanto, a área de captação corresponde a de drenagem de vários córregos ou riachos. As duas barragens subterrâneas têm muita semelhança na construção, embora exista diferença tanto em tamanho de área de captação quanto no volume de água armazenado.

O barramento de água de ambas foi feito utilizando-se lonas plásticas, sangradouro de alvenaria, além de um poço amazonas medindo 6 metros de profundidade e de uma caixa de água fora do reservatório para conter o excesso quando o poço vier a transbordar.

Como na época e após a construção das barragens coincidiram com anos sequencialmente secos (2012-2017), não há dados consistentes sobre produção e renda familiar. Mesmo assim, há expectativas positivas dessas tecnologias hídricas sociais.

Na barragem 1 (Figura 6), o agricultor plantou algumas raquetas da palma doce, tendo em vista que essa espécie é mais resistente à seca, quando comparada com as frutíferas ou hortaliças. O plantio da palma forrageira, resistente a Cochonilha do Carmim (*Dactyloius opuntiae*), se destina a alimentação animal, haja vista a dizimação da palma forrageira tradicional.

Figura 6. Vista da barragem subterrânea 1 (com plantio de palma doce e ao fundo algumas frutíferas) Sítio Barriguda I, Barra de Santana, PB.



Fonte: autores

Observa-se ao fundo (Figura 6), o plantio de algumas frutíferas, mas, segundo o agricultor, já existia antes da sua construção. Houvera uma pequena plantação de milho e feijão, mas não alcançou êxito devido às estiagens.

Na barragem subterrânea II (Figura 7), o agricultor relatou que ainda não houve plantio devido à falta de chuvas. No entanto, há expectativas positivas e que irá plantar cultivos de subsistência e hortaliças. Embora, a expectativa dos produtores é para o plantio de palma forrageira, com variedades resistentes a cochonilha do carmim, para alimentação do pequeno rebanho.

Figura 7. Vista da barragem subterrânea 2, instalada no Sítio Barriguda II, Barra de Santana, PB.



O agricultor ao ser indagado sobre os possíveis benefícios dessa tecnologia hídrica social, ele disse: “qualquer benefício ofertado é sempre muito bem vindo e essas barragens têm uma tecnologia melhor que as dos barreiros, porque não há tantas perdas por evaporação”.

Destaca-se, entretanto, que nas pequenas e/ou médias propriedades agrícolas do semiárido, as áreas de baixios (vazante) são as únicas potencialmente agricultáveis. Nessas depressões são, geralmente, construídas reservatórios de águas superficiais, que além de inundar as áreas agricultáveis há elevadas perdas por evaporação. No entanto, uma barragem subterrânea elimina essa limitação, pois a área de armazenamento de água é a mesma de plantio, ou seja, de exploração agrícola conforme relatos feitos por SILVA et al., (2007).

O poço amazonas da barragem subterrânea, no Sítio Fechado (Figura 2B), construído à montante, tem capacidade para armazenar 198 mil litros de água (Costa e Almeida, 2016). Considerando-se um consumo mínimo per capita de 14 litros por pessoas por dia, proposto por Silva et al. (1984) para a zona rural do semiárido nordestino, esse volume é suficiente para atender as necessidades básicas (beber, cozinhar e higiene pessoal) para 10 famílias, com quatro pessoas cada, durante os 365 dias do ano. Assim sendo, a referida barragem tem a dupla função, armazenar elevados volumes potenciais de captação água na sua superfície, no subsolo e no poço amazonas. Isso demonstra, portanto, a importância da barragem como alternativa de captação de água da chuva.

Há uma expectativa dos agricultores que as barragens incrementem a renda familiar. Como também, existe a esperança de plantar a palma forrageira para a alimentação do rebanho. Além disso, segundo eles, a água poderá ser utilizada também, para alguns afazeres domésticos, minimizando as dificuldades próprias de um ambiente rural no semiárido.

4. CONCLUSÕES

O regime de distribuição de chuva é irregular, assimétrico e, por isso, recomenda-se o uso da mediana, em vez da média. Mesmo assim, há um elevado potencial para captar água da chuva, o que permite aumentar a oferta de água, com o mesmo regime pluvial local.

A barragem subterrânea e o poço amazonas funcionam como área de captação da água da chuva e/ou como reservatório de água, além de permitir produzir, na época seca.

As barragens subterrâneas possibilitam mitigar os efeitos da seca no semiárido paraibano, constituindo-se em opções viáveis para a convivência e o desenvolvimento rural.

Há perspectivas dos agricultores que as barragens sejam utilizadas não somente para os plantios de hortaliças e frutíferas, mas para cultivar a palma forrageira, resistentes à *cochonilha do carmim*, e outras forrageiras usadas na alimentação do rebanho, especialmente, durante a seca.

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, h. A. De; farias, m. P. Potential for rainwater catchment's as an alternative for human consumption in drier micro-region of the state of Paraíba, Brazil. *International Journal of Research in Geography (IJRG)*, v. 1, n.2, pp. 32-37, 2015.
- [2] Almeida, h. A. De; cabral junior, j. B. Variabilidades sazonais e interdecadais da chuva nas microrregiões geográficas do estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.7, n.5 (Número Especial-VIWMCRHPE), p. 846-858. 2014.
- [3] Almeida, h. A. De; cabral, l. N. Água e desenvolvimento sustentável na zona rural das microrregiões do Agreste e Curimataú da Paraíba. *Revista de Geografia (UFPE)*, v. 30, n. 3, p. 82-97, 2013.
- [4] Almeida, h. A. De, freitas, r. C., silva, l. Determinação de períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba através da técnica dos quantis. *Revista de Geografia (UFPE)*, v. 30, n. 1, p. 217-232, 2013
- [5] Boisier, S. Em busca do esquivo Desenvolvimento Regional: entre a caixa-preta e o projeto político. *Planejamento e Políticas Públicas, Brasília*, n.13, p.111-147, jun.1996.
- [6] Brito, l. T. L, moura, m.s., gama, g. F.b. Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2007, 181p.
- [7] Costa, a. B.; almeida, h. A. de. Potencial da barragem subterrânea como tecnologia de captação de água da chuva na microrregião de Patos, PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, X, Belém, PA, Anais, CD-R, p. 1-6, 2016.
- [8] Deslandes, s. F; cruz neto, o.; gomes, r; mynayo, c. S (organizadora). *Pesquisa Social: teoria, método e criatividade*. 21ª ed. Petrópolis: Vozes. 1994.
- [9] Frey, k. A dimensão político-democrático nas teorias de desenvolvimento sustentável e suas implicações para a gestão local. *Ambiente e sociedade*, ano IV, nº 9, 2001.
- [10] Furtado, c. El desarrollo como proceso endógeno. In: *Cultura e desenvolvimento em época de crise*. FURTADO, Celso. (1984). Editora Paz e Terra. RJ, p. 105-124, 2011.
- [11] Gnadlinger, j., silva, a., brito, l. T. P1+2: programa 1 terra e duas águas para um semiárido sustentável. 5º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Teresina, PI, 2007.
- [12] Silva, m. S. L. Da; mendonça, c. E. S.; anjos, j. B. Dos; honório, a. P. M.; silva, a. De s.;brito, L. T. de L. Barragem subterrânea: água para produção de alimentos. In: BRITO, L. T. de L; MOURA, M. S. B. de; GAMA, G. F. B. (Org.). *Potencialidades da água de chuva no semi-árido brasileiro*. Petrolina-PE: Embrapa SemiÁrido. 2007, p. 121-137, 2007.
- [13] Silva, a. De s., porto, e. R., lima, l. T. De, gomes, p. C. F. Captação e conservação de água de chuva para o consumo humano: Cisternas rurais, dimensionamento, construção e manejo. *Circular Técnica*, 12. Petrolina, PE: Embrapa-Cpatsa/Minter-Sudene, 1984, 103 p, 1984.

Capítulo 3

*Influência da fertirrigação nitrogenada e potássica na qualidade da fibra de variedades de algodoeiro (*Gossypium Hirsutum* L.)*

Antonio Ricardo Santos de Andrade

João Bosco Pereira da Silva Junior

Edijailson Gonçalves da Silva

Natália Lima de Espíndola

Erivaldo Laurentino da Silva

José Bruno Beserra de Lira

Palloma Rayza Lopes de Aquino Silva

Analice Nunes Clarindo

Resumo: A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das commodities mais exportadas no mundo inteiro, estando entre as dez mais produzidas no mundo, sendo que uma das grandes finalidades na pesquisa atual é a melhoria da qualidade da fibra e o aumento da produtividade, que pode ser relacionado ao uso da adubação nitrogenada e potássica. O presente trabalho tem como objetivo avaliar níveis de nitrogênio e potássio via água de irrigação, sob duas variedades de algodão, fornecendo assim informações para a produção da cultura no município de Garanhuns-PE. O experimento foi conduzido em campo na área experimental da Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG) da UFRPE. O delineamento experimental utilizado será em blocos casualizados em esquema fatorial duplo com os tratamentos em faixas (8 x 2), com 3 repetições, totalizando 48 combinações fatoriais. Os tratamentos serão compostos: nas faixas ou parcelas horizontais compostas de doses de N e K via água de irrigação, como fonte ureia e cloreto de potássio (T1 = N420K210; T2 = N360K180; T3 = N300K150; T4 = N240K120; T5 = N180K90; T6 = N120K60; T7 = N60K30 kg t ha⁻¹; T8 = N0K0 - testemunha), nas sub-parcelas dentro de cada faixa serão alocadas de forma aleatória as duas variedades (V1 = BRS Seridó branco, V2 = BRS Safira Marrom). Cada unidade experimental foi constituída por uma fileira de plantas com 15 m de comprimento, em espaçamento de 1 m entre linhas e 0,20 m entre plantas. A adubação fosfatada foi aplicada em fundação (90 kg.ha⁻¹) em única vez. Nos tratamentos com fertirrigação, o nitrogênio e o potássio foram aplicados via água de irrigação com turno de rega diário ao longo de todo o ciclo fenológico da cultura do algodão, utilizando-se injetor tubo de Venturi. Após a colheita foram avaliadas as características técnicas da fibra do algodoeiro: (UHM) comprimento médio de fibra; (UNF) índice de uniformidade; (STR) resistência; (ELG) alongamento à ruptura. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste "F", sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. A variedade V1 apresentou melhores resultados para as características avaliadas em relação à qualidade da fibra, porém, as aplicações de N e K não interferiram positivamente na qualidade da fibra não apresentando diferença significativa entre os resultados.

Palavras-Chave: Algodoeiro; Irrigação; Fibra; Eficiência de alimentação;

1. INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L. raça *latifolium* Hutch.) é uma das dez principais espécies mais cultivadas no mundo, em que mais de 150 países produzem ou consomem cerca de 120 milhões de toneladas por ano de algodão em pluma (Beltrão e Azevedo, 2008). Essa commodity é uma das mais importantes do mercado internacional, conseqüentemente a demanda por um melhor controle de qualidade da fibra de forma rápida e confiável é crescente (Liu et al., 2010).

Vários pesquisadores têm se empenhado para determinar os efeitos da adição de fertilizantes na cultura do algodão com o objetivo de melhorar as características tecnológicas da fibra, essa preocupação é fundamentada no fato de que os resultados obtidos serem pouco consistentes, provocando eventuais controvérsias.

Durante as décadas de sessenta, setenta e oitenta, o Brasil encontrava-se entre os maiores produtores e exportadores mundiais de algodão. Entretanto, com a chegada do bicudo do algodoeiro, muitas lavouras foram dizimadas. O algodão então surgiu como alternativa de rotação com a soja, contudo era preciso alcançar melhores níveis de produtividade. Investimentos em qualidade e pesquisas fizeram com que o setor crescesse. A ampliação do mercado de exportação fez com que o país, em menos de oito anos, deixasse de ser o segundo maior importador para integrar a lista dos maiores exportadores. A qualidade da fibra, a produtividade e o clima favorável são considerados postos-chaves para o desenvolvimento da cultura (Marques, 2010).

De acordo com SILVA (2001) a fertilização adequada com nitrogênio melhora a resistência, o comprimento, a uniformidade de comprimento, a maturidade e o micronaire da fibra. E mesmo autor enfatiza que a nutrição do algodoeiro, que deve estar relacionada às condições de clima e à fisiologia da planta, compreende todos os macros e micronutrientes (N, P, K, S, Ca, Mg, B, Zn, Mn, Fe, Cu, Mo e Co), cujas fontes são a reserva mineral do solo e os fertilizantes utilizados.

Em função da instabilidade climática das áreas agrozoneadas da região Nordeste, é imprescindível o uso da irrigação para se ter uma cotonicultura economicamente sustentável e produtiva, e com o advento de novas tecnologias para a irrigação localizada e a formação de novas áreas, o algodão pode se destacar e voltar a ser produzido em todo o nordeste brasileiro. A qualidade da fibra do algodoeiro influencia diretamente no valor comercial do produto e estes fator pode ser alterado de acordo com o manejo e a as características genéticas da planta.

A exigência nutricional do algodoeiro, como a de qualquer planta, é determinada pela quantidade de nutrientes que ela extrai durante o seu ciclo para a obtenção de produções econômicas, porque nem todo nutriente aplicado ao solo é revertido em produção; parte da quantidade total de nutrientes é extraída, outra parte é exportada (semente e fibra), outra, fica nos restos de cultura e há, ainda, uma parte que retorna ao solo (Staut e Athayde, 2001).

A nutrição do algodoeiro, que deve estar relacionada às condições de clima e à fisiologia da planta, compreende todos os macros e micronutrientes (N, P, K, S, Ca, Mg, B, Zn, Mn, Fe, Cu, Mo e Co), cujas fontes são a reserva mineral do solo e os fertilizantes utilizados (Carvalho, 2005).

Neste contexto, o estado de Pernambuco possui potencial para produção de algodão, porém é uma região carente de técnicas e informações para a produção local da cultura. Usando a técnica da fertirrigação, que consiste na adubação via água de irrigação, diminuindo custos de mão-de-obra, o uso de insumos e aumentando a produtividade da cultura. O presente trabalho objetivou avaliar níveis de nitrogênio e potássio via água de irrigação, sob duas variedades de algodão, fornecendo assim informações para a produção da cultura no município de Garanhuns-PE.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE) Figura 1 no município de Garanhuns, PE Brasil, cujas coordenadas geográficas são: Latitude 8° 53'25" S, longitude 36°29'34" W e altitude de 822 metros. O clima da região, de acordo com a classificação de Koepper é do tipo AW', tropical chuvoso, com precipitação média anual de 806,5 mm concentrada nos meses de março a junho, temperatura média de 28°C e umidade relativa média do ar de 73,8% (IBGE, 2013).

Figura 1 Vista da Área experimental da unidade acadêmica de Garanhuns – UAG/UFRPE, Garanhuns/PE, 2015



O solo da área Experimental é classificado como Latossolo amarelo distrófico segundo o sistema Brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 1997), Foram realizadas análises química e física deste solo no laboratório de solos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Em amostras retiradas a profundidade de 0 a 20 cm (Tabela 1).

Tabela 1 Características físicas e químicas do Latossolo Amarelo distrófico coletado na área experimental da UAG/UFRPE na profundidade de 0-20 cm, Garanhuns/PE, 2015

| Análise química | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|--------|------------------------------|------|------|--------------|-------|---------------|--------------|-----------------|----|----|
| pH | Ca | Mg | Al | H | K | Na | CTC | MO | P | Zn | Fe | Mn |
| CaCl ₂ -----cmole-kg ⁻¹ -----%-----mg/100g de solo | | | | | | | | | | | | |
| 6,66 | 2,77 | 1,78 | 0 | 1,63 | 0,14 | 0,44 | 5,13 | 0,55 | 2,6 | 0 | 0 | 0 |
| Análise física | | | | | | | | | | | | |
| Granulometria % | | | Classe textural | | Ds | Dp | Pt | CC U(0,33) | PMP U(15) | Água disponível | | |
| Areia | Silte | Argila | -----gcm ⁻³ ----- | | | ----- %----- | | | | | | |
| 9,01 | 6,16 | 4,83 | FA | 1,4 | 2,27 | 48,51 | 11,34 | 4,52 | 6,82 | | | |

Ds = densidade do solo; Dp = densidade das partículas; Pt = porosidade total; U(0,33) = umidade do solo na tensão 0,33 atm; U(15) = umidade do solo na tensão 15 atm; FA = Fraco arenoso.

O experimento foi conduzido sob condições de campo, tendo início em 08 de novembro de 2015 e término em 25 de fevereiro de 2016, totalizando 110 dias. De acordo com LOKA e OOSTERHIUS (2010) o período de colheita da algodoeiro encontra-se entre 100 e 120 dias após o plantio. A cultura foi cultivada em sistema de semeadura direta no solo nudo com espaçamento em fileiras duplas 20 x 20 x 50 cm, com 2 plantas cova⁻¹ (plantio manual), sendo que a primeira fileira foram plantadas as variedades: Seridó Branco (V1) e Safira Marrom (V2) (Figura 2). Após 20 e 30 dias após emergência (15 a 20 cm de altura com solo úmido) foram feito o desbaste.

Figura 2. Variedades do algodoeiro Safira Marrom (V2) e Seridó Branco (V1) respectivamente, Garanhuns/PE, 2015.



As irrigações foram realizadas através de um sistema localizado por gotejamento e gotejado por planta a uma linha lateral por fileira de planta. Foram utilizados gotejadores autocompensantes com vazão de 4Lh^{-1} a uma pressão de serviço de 0,2 Mpa, instalados sobre a linha lateral. Buscou-se a elevação da umidade do solo a condição de capacidade de campo, sendo o manejo de água aplicada nas irrigações onde foram estimadas considerando a evapotranspiração (ET) pelos dados coletados na estação meteorológica vizinha a área experimental.

O controle da irrigação também foi realizado através de tensiômetros instalados a 15, 30 e 45 cm, onde se concentra grande parte da zona radicular, sendo que os instalados a 30 cm serviram para indicar o momento exato da irrigação e juntamente com as leituras do tensiômetro a 45 cm, o cálculo da lâmina de irrigação. Desta forma, procurou-se repor a umidade na camada de solo situada na zona radicular em capacidade de campo.

As leituras do tensiômetro na profundidade de 30cm eram realizadas pela manhã e os dados transferidos para uma planilha construída com base nas informações sobre a curva característica de retenção de água do solo, por meio do modelo proposto por Van Genuchten (1980):

$$\theta_a = \theta_r + \{(\theta_s - \theta_r) / [1 + (\alpha \times \Psi_m)^n]^m\} \dots \dots \dots (1)$$

Sendo:

θ_a = umidade atual ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$);

θ_r = umidade residual ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$)

θ_s = umidade de saturação ($\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$);

Ψ_m = potencial matricial (kPa);

α , m e n = coeficientes gerados pelo modelo.

Para a determinação do tempo de irrigação, utilizou-se a seguinte expressão:

$$T = LL E_g E_L / E_a q_g \dots \dots \dots (2)$$

Em que:

LL = lâmina de irrigação (mm);

T = tempo de irrigação (h);

E_g = espaçamento entre emissores na linha (m);

E_L = espaçamento entre linhas laterais (m);

E_a = eficiência de aplicação, obtida através do teste de uniformidade (90%);

q_g = vazão do emissor ($L.h^{-1}$).

A fertirrigação teve início, no dia 28 outubro de 2015 (dez dias após o plantio), com término no dia 29 de fevereiro de 2106 As fertirrigações foram realizadas duas aplicações dos nutrientes num intervalo de 14 dias a cada 7 dias de irrigação, respeitando-se as proporções de NK (ciclo de 9 dias) calculadas para cada tratamento.

As fertirrigações foram realizadas através de dois sistemas, um é o injetor de venturi e o outro, bombas hidráulicas onde no manejo do mesmo foram feitas aplicações simultâneas com doses de nitrogênio (420, 360, 300, 240, 180, 120, 60 $kg.ha^{-1}$ de Uréia, e sem a aplicação de N 0 (testemunha),) e potássio (210, 180, 150, 120, 90, 60 e 30 $kg.ha^{-1}$ de KCl e 0 testemunha) e uma lâmina média de 4,5 mm ao dia. A adubação seguiu-se de acordo com a recomendação de análise do solo para a cultura do algodoeiro variando de acordo com cada tratamento, o tipo de solo que no caso é de textura média e com os teores de N, P e K baixos. O fósforo foi aplicado em fundação de acordo com recomendação mediante análise de solo em uma única vez na forma de amônio fosfato MAP na quantidade de 90 $kg.ha^{-1}$.

Foi utilizado delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial duplo com os tratamentos em faixas (8 x 2), com 3 repetições, totalizando 48 combinações fatoriais. Os tratamentos foram compostos da seguinte forma: nas faixas ou parcelas horizontais compostas de doses combinadas de N e K via água de irrigação, como fonte ureia e cloreto de potássio (T1 = N420K210; T2 = N360K180; T3 = N300K150; T4 = N240K120; T5 = N180K90; T6 = N120K60; T7 = N60K30 $kg t ha^{-1}$; T8 = N0K0 - testemunha), nas sub-parcelas dentro de cada faixa serão alocadas de forma aleatória as duas variedades (V1 = BRS Seridó Branco, V2 = BRS Safira Marrom).

Para análise foram coletadas amostras de acordo com a sua respectiva parcela e tratamentos, o algodão foi colhido manualmente e armazenado em sacos de papel reciclados pesando 100 g cada e posteriormente foram encaminhadas para análise. Todos os ensaios físicos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Fibras e Fios da Embrapa Algodão, Campina Grande/PB, utilizando-se o instrumento HVI. As amostras-padrão foram descaroçadas em máquina de rolo, e obtendo-se dados das seguintes variáveis da fibra: comprimento médio (UHM, mm), uniformidade (UNF, %), resistência (STR, $gf.tex^{-1}$) e alongamento à ruptura (ELG, %). Foram realizadas as análises de variância (ANOVA) por meio do teste F e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com o programa estático SISVAR (FERREIRA, 2000).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, são apresentados os resultados das análises de variância pelo teste F, com indicação dos respectivos níveis de significância, para as características (UHM) comprimento médio de fibra, (UNF) índice de uniformidade, (STR) resistência e (ELG) alongamento à ruptura analisadas ao final do experimento, para duas variedades de algodão: Seridó Branco (V1) e Safira Marrom (V2), quando submetidas a oito doses de (N e K) nitrogênio e potássio respectivamente, aplicadas via fertirrigação no sistema de gotejamento.

Tabela 2. Síntese da análise de variância para as variáveis (UHM, UNF, STR e ELG) no fator doses (NK) e Variedade e sua interação, Garanhuns/PE, 2015.

| FV | GL | QM's | | | |
|--------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | UHM | UNF | STR | ELG |
| Fator NK | 7 | 1.13 ^{ns} | 2.14 ^{ns} | 9.25 ^{ns} | 0.23 ^{ns} |
| Fator V | 1 | 867.0* | 234.08* | 667.52* | 38.52* |
| NK x V | 7 | 2.42 ^{ns} | 1.08 ^{ns} | 3.1 ^{ns} | 0.37 ^{ns} |
| Bloco | 2 | 3,58 ^{ns} | 0,06 ^{ns} | 1,52 ^{ns} | 0,25 ^{ns} |
| CV (%) | ----- | 5.63 | 1.48 | 7.61 | 10.21 |
| Média global | ----- | 27.29 | 84.50 | 26.02 | 6.06 |

(FV): Fonte de variação; (GL): Grau de liberdade; (QM's): Quadrado médio; Fator (NK): nitrogênio e Potássio; Fator (V): variedades; NK*V: interação entre os fatores; *: significativo ($P < 0,05$); ns: não significativo; CV (%): coeficiente de variação; (UHM) comprimento médio de fibra; (UNF) índice de uniformidade; (STR) resistência; (ELG) alongamento à ruptura.

Observa-se pelos resultados da análise de variância na Tabela 2, que os valores referentes ao Fator NK (Doses de nitrogênio e potássio) não mostrou diferenças significativas entre as doses aplicadas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, ou seja, neste ensaio não se constatou efeito da dose de NK sobre as características avaliadas. A resposta não significativa para as variáveis analisadas quando submetida a adubação de NK pode ser explicada pelo fato de que independentemente da dose de NK as características de (UHM) comprimento médio de fibra; (UNF) índice de uniformidade; (STR) resistência; (ELG) alongamento à ruptura, não são alteradas com a adubação. Fato esse que podem estar relacionados a característica genética das variedades e que não sofrem alterações a adubação de NK, concordando com resultados obtidos por (Freitas et al., 2007 e Echer, et al., 2009), no qual as variáveis não responderam à adubação potássica, e AZEVEDO, et al., (2005) para adubação nitrogenada, em borá tenham adicionado fontes de N e K isoladamente e não em conjunto como expresso neste trabalho.

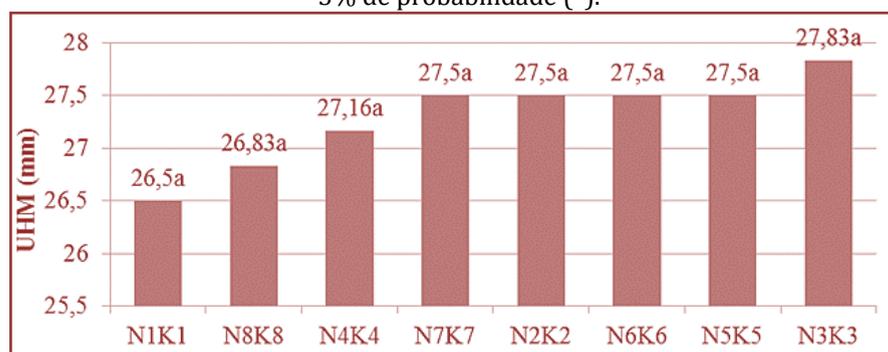
Segundo SANTANA et al. (1999) as características industriais desejáveis para os parâmetros avaliados são: (UHM) comprimento médio de fibra, acima de 28,5 mm; (UNF) índice de uniformidade, acima de 80%; (STR) resistência, acima de 28,5 gf tex⁻¹ e (ELG) alongamento a ruptura, acima de 7 %. Nos resultados obtidos no presente estudo, a maioria das características está abaixo dos níveis desejados pela indústria, sendo apenas a característica (UNF) a única que está em conformidade, apresentando valores superiores acima do nível estabelecido de 80%.

Em ensaio realizado por BEZERRA, et al. (2015) relata que doses de uréia não alteraram as características tecnológicas da fibra da cultivar BRS 201 que, exceto quanto ao índice micro naire este não avaliado no presente trabalho, estão dentro do padrão exigido pela indústria têxtil para cultivares de fibra média, concordando com os dados apresentados pela análise estatística, que afirma a não colaboração do nitrogênio na melhoria da qualidade da fibra do algodão.

Pela Tabela 2, observou-se que pelo teste F que o Fator V (variedade) mostrou-se significativo para todas as características avaliadas, mostrando que o fator genético é determinante em relação à qualidade tecnológica da fibra, assim apresentando características diferentes de acordo com cada variedade. Ainda, na mesma tabela, os valores referentes ao teste F ao nível de 5% de probabilidade para o Fator interação NK x V não diferiram estaticamente entre si para todas as características avaliadas, demonstrando que a combinação de adubação com NK e variedades não interferem na qualidade da fibra do algodão.

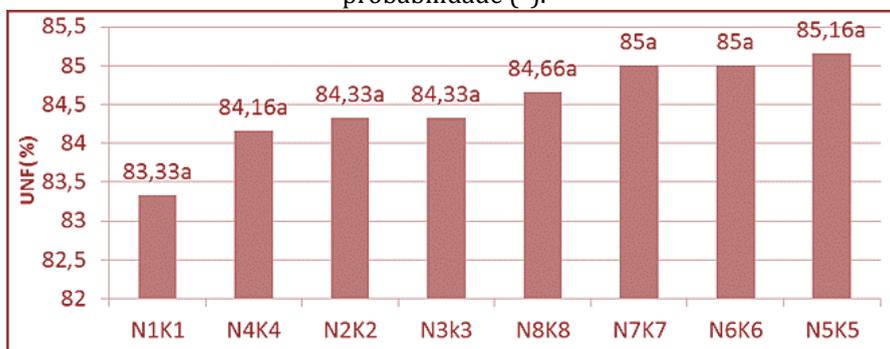
De acordo com a Figura 3, a dose N3K3 (N 300 kg t ha⁻¹ e K 150 kg t ha⁻¹) apresentou valores superiores para a variável HUM em relação as demais, mas não diferindo estatisticamente de acordo com teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, Na dose de N3K3, porem superou a dose N1K1 de maior concentração de N e K, demonstrando que a adição crescente de N e K não apresenta resultados satisfatórios para o acréscimo do alongamento médio da fibra do algodão.

Figura 3. Teste de médias para a FV FATOR_NK em relação a (HUM) comprimento médio de fibra, Garanhuns-PE, 2015. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (*).



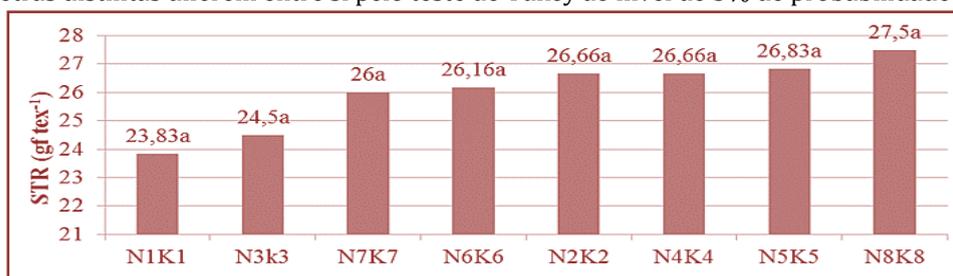
De acordo com a Figura 4, a dose N5K5 (N5k5 = N180K90 kg t ha⁻¹) demonstrou valores superiores às demais, mas não diferindo estatisticamente de acordo com teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Este resultado foi semelhante ao obtido para característica UHM, mostrando que valores crescentes superiores a dose N1K1 porem reduzir a qualidade da fibra quando se trata de UNF

Figura 4. Teste de médias para a FV FATOR_NK em relação à (UNF) índice de uniformidade, Garanhuns-PE, 2015. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (*).



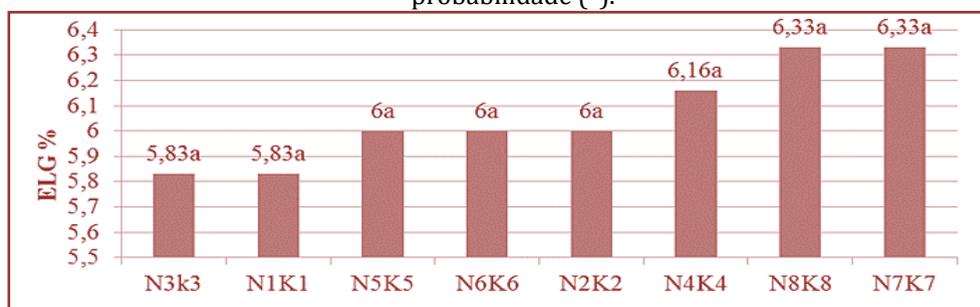
De acordo com a Figura 4, a dose N8K8 (N0K0 kg t ha⁻¹ – testemunha) apresentou melhores resultados quando se trata da característica resistência, porém também não diferiu estatisticamente de acordo com o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e novamente a dose N1K1 obteve menor resultado em relação às demais, reforçando a teoria que doses crescentes referente a N1K1 não são benéficas para estes atributos.

Figura 5. Teste de médias para a FV FATOR_NK em relação a (STR), Garanhuns-PE, 2015. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (*).



De acordo com a Figura 6 a dose N7K7 (N60K30 kg t ha⁻¹) alcançou melhores resultados em relação às demais doses, porém não diferindo estatisticamente em relação ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, novamente com menor valor a dose N1K1 acompanhada da N3K3, e reforçando a teoria mais uma vez que doses crescentes partindo de 420 Kg t ha⁻¹ de nitrogênio e 210 Kg t ha⁻¹ de potássio reduzem a qualidade da fibra referente às características avaliadas

Figura 6. Teste de médias para a FV FATOR_NK em relação a (ELG) alongamento à ruptura, Garanhuns/PE, 2015. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (*).



Comparando os resultados médios, referentes às características de qualidade da fibra do algodão em função do fator V, para as características avaliadas a variedade (V1) Seridó Branco obteve melhores resultados em comparação a variedade (V2) Safira Marrom. Em relação às características UHM, UNF e STR observou-se diferenças estatisticamente entre si, apenas para a característica ELG a variedade V2 se saiu melhor, mostrando resultados de alongamento a ruptura superiores a variedade V1 reforçando que o fator variedade é determinante para as características tecnológicas da fibra do algodão (Tabela 3).

Tabela 3. Teste de Tukey para o fator variedades (V) em relação às características de fibra, (UHM, UNF, STR e ELG), Garanhuns/PE, 2015.

| Variedade | Características de fibra | | | |
|--------------------|--------------------------|--------|--------|-------|
| | UHM | UNF | STR | ELG |
| V1 = Seridó Branco | 31,54a | 86,70a | 29,75a | 5,16b |
| V2 = Safira Marrom | 23,04b | 82,29b | 22,29b | 6,95a |

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (UHM) comprimento médio de fibra; (UNF) índice de uniformidade; (STR) resistência; (ELG) alongamento à ruptura; (V1) Seridó Branco; (V2) Safira Marrom.

Na Tabela 4 ao comparar as doses (D) dentro das duas variedades do algodoeiro ao final do ciclo da cultura, totalizando 110 dias, observou-se que os melhores resultados ocorreram na interação V1 x N4K4 (BRS Seridó branco e N120K90 kg ha⁻¹ de N e K₂O) para a variável relacionada com o comprimento médio de fibra (UHM). Nota-se também que, o melhor resultado do valor médio da variável UNF, quando se analisa o desdobramento do fator variedade do algodoeiro (V) dentro de cada de cada doses de NK foram obtidos para a variedade BRS Seridó branco (V1) com valore médio 88,00% para a N7K7 porém não houve diferença significativa quando os valores médios de UNF na dose N1K1 são comparados entre si.

Tabela 4. Teste de Tukey para interação entre os fatores doses em relação às características tecnológicas de fibra, (UHM) comprimento médio de fibra, (UNF) índice de uniformidade, (STR) resistência e (ELG) alongamento à ruptura, Garanhuns/PE, 2015.

| Variedades | UHM | | | | | | | |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | N1K1 | N2K2 | N3K3 | N4K4 | N5K5 | N6K6 | N7K7 | N8K8 |
| V1 = Seridó Branco | 29,33 | 32,33 | 32,0 | 32,0 | 31,66 | 32,0 | 32,0 | 31,0 |
| V2 = Safira Marrom | 23,66 | 22,66 | 23,66 | 22,33 | 23,33 | 23,0 | 23,0 | 22,66 |
| UNF | | | | | | | | |
| V1 = Seridó Branco | 85,0 | 86,66 | 86,66 | 86,66 | 87,0 | 87,0 | 88,0 | 86,66 |
| V2 = Safira Marrom | 81,66 | 82,0 | 82,0 | 81,66 | 83,33 | 83,0 | 82,0 | 82,66 |
| STR | | | | | | | | |
| V1 = Seridó Branco | 27,66 | 31,0 | 28,33 | 31,0 | 30,33 | 29,66 | 30,33 | 29,66 |
| V2 = Safira Marrom | 20,0 | 22,33 | 20,66 | 22,33 | 23,33 | 22,66 | 21,66 | 25,33 |
| ELG | | | | | | | | |
| V1 = Seridó Branco | 5,33 | 5,0 | 5,33 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,33 | 5,33 |
| V2 = Safira Marrom | 6,3 | 7,0 | 6,33 | 7,33 | 7,0 | 7,0 | 7,33 | 7,33 |

As médias não diferem estatisticamente entre si, por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. (UHM) índice de uniformidade; (STR) resistência; (ELG) alongamento à ruptura; (V1) BRS Seridó branco; (V2) BRS Safira marrom.

De acordo com a Tabela 3, a interação entre variedades e doses em relação à característica comprimento médio de fibra (UHM), a combinação dose vezes variedade (N2K2 x V1) obteve melhores resultados em relação às demais, porém não diferindo estatisticamente entre si, porém mostrando valores satisfatórios para comprimento médio de fibra Segundo Santana et al. (1999) que recomenda valores superiores acima de 28,5 mm para esta característica, já a combinação (N4K4 x V2) apresentou valor inferior ao requerido pela indústria a 28,5 mm. Para a característica índice de uniformidade (UNF) a combinação (N7K7 x V1) apresenta resultados satisfatórios para esta característica com valores superiores a 80% segundo SANTANA et al. (1999).

Na Tabela 3 em relação a característica resistência (STR) a combinação (N2K2 x V1) apresentou valores superiores as demais, e superiores ao exigido pela indústria têxtil 28,5 gf tex⁻¹, de acordo com Santana et al. (1999). Mostrando a importância da adubação potássica e nitrogenada que combinado variedade podem mostrar acréscimos na qualidade da fibra do algodoeiro. Já para a característica alongamento a ruptura (ELG). Tinda na Tabela 3 as combinações ((N4K4 x V2), (N7K7 x V2) e (N8K8 x V2)) apresentaram valores iguais, porem superiores ao requerido pela indústria têxtil segundo SANTANA et al. (1999). Mostrando a influência positiva no acréscimo de valores referentes a (ELG) em quando se comparam as variedades.

4.CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e analisados com a cultura do algodoeiro, cultivares: BRS Seridó Branco e BRS Safira Marrrom. Quando submetidos a doses de nitrogênio e potássio via fertirrigação, nas condições do Agreste Meridional de Pernambuco conclui-se que:

1. Houve diferença estatisticamente significativa entre as cultivares BRS Seridó branco e BRS Safira marrom em relação a todas as características de qualidades de fibra avaliadas no presente trabalho, ressaltando-se a importância da escolha adequada da variedade quando se quer obter bons percentuais de qualidade de fibra para a cultura do algodão.
2. Entre as cultivares, o BRS Seridó apresentou os melhores resultados para todas as características avaliadas. UHM) comprimento médio de fibra, (UNF) índice de uniformidade, (STR) resistência e (ELG) alongamento à ruptura.
3. A adubação potássica e nitrogenada via fertirrigação, não mostrou resultados positivos para o presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Azevedo, P. V. de; Silva, B. B. da; Silva, V. de P. R. Water requirements of irrigated mango orchards in northeast Brazil. *Agricultural Water Management*, v.58, p.241-254, 2005.
- [2] Beltrão, N. E. M.; Azevedo, D. M. P., Eds. O agronegócio do algodão no Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v.1, 2 ed. 2008.
- [3] Bezerra, J. R. C., Silva e Luz, M. J., Pereira, J. R., Dias, J. M., Qualidade Da Fibra Do Algodoeiro Herbáceo Irrigado, Cv. BRS 201, Adubado Com Diferentes Doses De Nitrogênio. Salvador/BA, V Congresso Brasileiro De Algodão. 2015.
- [4] Carvalho, M. da C. S.; Bernadi, C. de C.; Ferreira, G. B. O potássio na cultura do algodoeiro. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Eds.). Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, p. 343-403, 2005
- [5] Echer, F. R., Foloni, J. S. S., Creste, J. E. Fontes de potássio na adubação de cobertura do algodoeiro I - Produtividade, qualidade de fibras e análise econômica. *Semana: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 30, suplemento 1, p. 1135-1144, 2009.
- [6] Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p.
- [7] Ferreira, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria.UFSCar, São Carlos, SP, 255-258, 2000.
- [8] Freitas, R.J.; Wilson Mozena Leandro, W. M., Carvalho, M. C.S. Efeito Da Adubação Potássica Via Solo E Foliar Sobre A Produção E A Qualidade Da Fibra Em Algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), Goiânia-GO, Brasil - *www.agro.ufg.br/pat* Pesq Agropec Trop 37(2): p.106-112, 2007.
- [9] Ibge. Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes. Volume 40, 2013.
- [10] Liu, Y.; GAMBLE, G.; THIBOBEAUX, D. UV/visible/near-infrared reflectance models for the rapid and non-destructive prediction and classification of cotton color and physical indices. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, v. 53, n. 4, p. 1341-1348, 2010.
- [11] Loka, D.A.; Oosterhuis, D.M. Effect of high night temperatures on cotton respiration, ATP levels and carbohydrate content. *Environmental and Experimental Botany* 68, p. 258-263, doi:10.1016/j.envexpbot.2010.01.006, 2010.

- [12] Marques, F. Investimentos no setor fez com que o país se tornasse segundo maior exportador mundial de algodão. 2010. Disponível em <http://www.algodao.agr.br/cms/> 14 Mai. 2017.
- [13] Santana, J.C.F., M.J.R. Vanderley, N.E.M. Beltrão & D.J. Vieira. Características da fibra e do fio do algodão: análise e interpretação dos resultados. p. 857-880. In N.E.M. Beltrão (Org.). O agronegócio do algodão no Brasil. Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília. v. 2, Cap. 29. 1082, p. 1999.
- [14] Silva, N. M. Calagem e adubação do algodoeiro. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 3., 2001, Campo Grande. Resumo das Palestras Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste/ Embrapa Algodão/ UFMS, p.155-157, 2001.
- [15] Staut, L.A.; Athayde, M.L.F. Efeitos do fósforo e potássio no rendimento e em outras características agronômicas do algodoeiro herbáceo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34: 1839-1843, 2001.
- [16] VAN Genuchten, M.T. VAN. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal, Madison, v.44, p.892-898, 1980.

Capítulo 4

Gestão de recursos hídricos apoiada por uso de SIG: O caso da Bacia do Rio Miriri

Danilo Pereira Costa

Kiuslânia Jordão dos Santos

Resumo: A bacia hidrográfica é considerada a unidade mais apropriada para uma gestão ambiental adequada, uma vez que possui características que auxiliam na integração entre diferentes sistemas. A caracterização morfométrica de bacias hidrográficas é um dos mais comuns procedimentos realizados em análises hidrológicas e ambientais, e fornece uma série de parâmetros que podem nortear o planejamento estratégico de ocupação e gestão das mesmas. A bacia do Rio Miriri, no litoral norte da Paraíba, abrange diversos municípios paraibanos e é ocupada por diversas atividades econômicas que dependem diretamente de um suprimento contínuo de água. Visando compreender melhor a dinâmica local foi realizada uma caracterização morfométrica que tem por objetivo fornecer subsídio à implantação de um Plano Diretor para a bacia. Foram levantados dados acerca da hierarquia hídrica, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção, extensão do percurso principal, densidade hídrica, altimetria, declividade e índice de rugosidade. Os resultados obtidos mostraram ser de grande valor para a gestão ambiental na bacia, ao prover referências para a compreensão da dinâmica morfométrica, servindo como ponto de partida para definição e desenvolvimento de Indicadores Morfométrico-Ambientais.

Palavras-chave: Geoprocessamento, bacia hidrográfica, morfométrica, SIG, recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade é um fator fundamental no processo de planejamento e desenvolvimento sustentável. Segundo Melo (2013) essa disponibilidade têm uma relação direta com a bacia hidrográfica que a contém e, portanto, com aspectos como a topografia, o clima, a geologia, os tipos de solo, a cobertura vegetal, as atividades agropecuárias e industriais exercidas, a ocupação do solo urbano e rural. Para Medeiros e Petta (2005), a preocupação, cada vez mais frequente, sobre a forma e o tipo de ocupação das bacias tem levado os governos a se interessarem por estudos que abordem essa questão.

A bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise no ciclo hidrológico, e pode ser definida como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes (TUCCI, 1997).

Tundisi (2003) mostra que os recursos hídricos vêm sofrendo pressões assustadoras devido ao aumento e a diversificação dos usos múltiplos da água, que resultam em uma variedade de impactos, exigindo evidentemente, monitoramento adequado e avaliações qualitativas e quantitativas. Segundo Araujo et al (2009) a degradação ambiental observada nas bacias hidrográficas é resultado da combinação de diversos fatores, como a ocupação indevida do solo, o uso indiscriminado da água e o desmatamento de matas ciliares que intensificam os processos erosivos, causam sedimentação, assoreamento, compactação e impermeabilização do solo, além de salinização e contaminação das águas.

A gestão adequada de recursos hídricos, segundo Araujo et al (2009), é a melhor maneira de se evitar ou mitigar esses impactos, porém esta necessita de um planejamento socioeconômico ambiental, a fim de buscar soluções que se enquadrem dentro dos limites da capacidade de suporte ambiental da bacia hidrográfica em questão.

Como suporte a esse processo de gestão tem-se uma série de parâmetros e indicadores que auxiliam o gerenciamento de recursos hídricos, que incluem uma base de dados apoiada pela pesquisa científica, a fim de gerar as informações necessárias a tomadas de decisões pelos gestores (TUNDISI, 2003). Segundo Gadelha (2011), é nesse contexto de gerenciamento recursos hídricos que está incluída a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas, pois pode ser considerada como um dos primeiros e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais.

A caracterização morfométrica pode ser definida como o estudo quantitativo do relevo, e é feita com base nas principais medidas físicas de uma bacia hidrográfica, servindo de instrumento para várias aplicações relacionadas aos recursos hídricos, como por exemplo: cálculo da lâmina e vazão de escoamento superficial, estimativa do tempo de concentração, estimativa de disponibilidade hídrica e suscetibilidade à ocorrência de inundações (GUERRA E GUERRA 2003, SILVA et al., 2009, SILVEIRA, 2005, SOARES et al., 2010).

Nas últimas décadas, consolidou-se a concepção de que a bacia hidrográfica é a unidade mais apropriada para a gestão ambiental, a otimização de usos múltiplos e o desenvolvimento sustentável. Isto vem ocorrendo, porque a bacia hidrográfica possui determinadas características essenciais que permitem a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, o que possibilita o acompanhamento das respostas da natureza às mudanças introduzidas pelo homem (TUNDISI, 2003; GUERRA E CUNHA, 1996).

A própria Lei 9.433 de 1997, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos, reconhece como um de seus fundamentos que a bacia hidrográfica é a unidade territorial ideal para implantação da PNRH (BRASIL, 1997).

Segundo Machado et al (2011), uma gestão eficiente dessas bacias necessita de informações que tenham um significado muito maior do que aquele que é fornecido pelas observações diretas. Os Indicadores Morfométricos apresentam-se nesse caso como importantes ferramenta de auxílio à tomada de decisão e funcionam como facilitadores na comunicação entre pesquisadores, gestores públicos e a sociedade na discussão de temas complexos.

Os indicadores são informações de caráter quali-quantitativo resultantes do cruzamento de duas ou mais variáveis primárias (informações espaciais, temporais, ambientais, morfométricas, etc), referenciadas no tempo e geograficamente localizadas que permitem o acompanhamento dinâmico da realidade a partir da sua integração (MAGALHÃES JUNIOR 2007).

Machado et al (2011) mostra que os indicadores ambientais justificam a sua importância na gestão dos espaços urbanos e rurais, ao contribuir para um uso sustentável dos recursos naturais, e, principalmente,

porque funcionam como mecanismo de prevenção contra a degradação desses ambientes, possibilitando uma melhor relação entre as atividades humanas e o meio que as cerca. Informações dessa natureza dão aos gestores a possibilidade de se avaliar as implicações ambientais decorrentes do planejamento, com o intuito de se encontrar um modelo que seja ecologicamente correto e socialmente mais justo.

As análises dos aspectos relacionados ao relevo, geologia e a drenagem da bacia facilitam a compreensão de diversas questões associadas à dinâmica ambiental local, gerando informações fundamentais para a elaboração de projetos de engenharia, uma vez que a tomada de decisão é facilitada e os parâmetros de planejamento podem ser modificados de acordo com os resultados obtidos (LIMA, 2008).

Atualmente, essa caracterização é realizada com a integração de dados de altimetria em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas – SIG, cujos procedimentos podem ser realizados de modo manual ou automático (CARDOSO et al., 2006).

Segundo Zeiler (1999) os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) proporcionam uma estrutura espacial que auxilia as tomadas de decisões quando se trata do uso racional dos recursos naturais e gerenciamento das ações antrópicas sobre os mesmos. Os SIG's constituem-se do conjunto harmônico de um ou mais softwares que permitam a manipulação de informações, uma base de dados e uma interface gráfica que facilite o acesso ao usuário (CÂMARA; QUEIROZ, 2008). Para Star e Estes (1990), os SIG's funcionam como meio para a integração de dados espaciais adquiridos em tempos diferentes, e em diferentes escalas e formatos.

Os SIGs, como mostrou Castro et al (2014), funcionam como ferramenta facilitadora para se determinar os parâmetros morfométricos e formular indicadores ambientais, que podem vir a nortear ações onde se priorizem a qualidade de vida e a recuperação e conservação dos recursos naturais. Esses sistemas, além de realizar de maneira eficiente e rápida o delineamento dos compartimentos hidrológicos e das redes de drenagem, facilita a determinação de índices desejados e o mapeamento das áreas para o planejamento e manejo em bacias hidrográficas (FIGUEIREDO, 1996; NURDIANA, RISDIYANTO, 2015).

A maior relevância para o estudo em questão está no suporte à elaboração de um Plano Diretor para a bacia. Os Planos de Bacia Hidrográfica são planos diretores que orientam a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos em cada bacia. Esses planos devem levar em conta os programas, projetos e demais estudos relacionados a recursos hídricos na área de abrangência das bacias, associando-se com os planejamentos setoriais e regionais já existentes. São instrumentos estratégicos que estabelecem em seu conteúdo mínimo diagnósticos e prognósticos ambientais e socioeconômicos, alternativas, metas, programas e projetos para o plano, levando em conta os recursos hídricos superficiais e subterrâneos (CNRH, 2001).

Assim sendo, o presente trabalho tem por objetivo realizar, através da aplicação de técnicas de Geoprocessamento, o levantamento de indicadores ambientais e morfométricos da Bacia do Rio Miriri – PB, com o intuito de avaliar a aplicabilidade das geotecnologias no gerenciamento de recursos hídricos. Para tanto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos: (i) delimitar a bacia do Rio Miriri; (ii) obter, através das técnicas e metodologias selecionadas dados acerca da morfometria da bacia (iii) avaliar a eficácia dos dados obtidos para geração de indicadores morfométricos; (iv) avaliar a eficácia do SIG Q-Gis e das ferramentas TauDEM no levantamento de dados morfométricos.

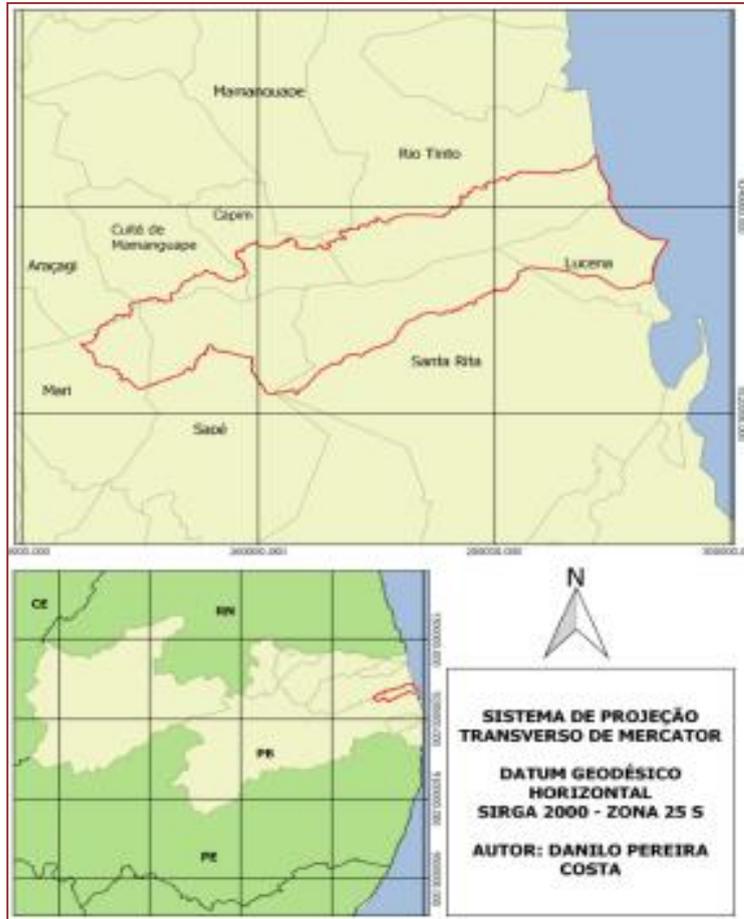
2. METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O rio Miriri está localizado no litoral norte do Estado da Paraíba, na Mesorregião da Zona da Mata, entre os paralelos 6°51'58" e 6°52'36" de latitude sul e os meridianos 34°54'03" e 34°55'19" de longitude oeste (Fig. 1). Limita-se ao norte com a bacia hidrográfica do rio Mamanguape, ao sul com a bacia do rio Paraíba, a leste com o Oceano Atlântico e a oeste com as bacias dos rios Mamanguape e Paraíba. Suas cabeceiras estão localizadas entre os municípios de Mari e Sapé seguindo basicamente durante todo o percurso o sentido oeste-leste até sua desembocadura na praia de Camaçari no município de Lucena onde forma um estuário (NETO, 2014).

No interior da bacia, distribuem-se completa e parcialmente os municípios: Araçagi, Capim, Cruz de Espírito Santo, Cuité de Mamanguape, Lucena, Mari, Rio Tinto, Santa Rita e Sapé.

Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio Miriri, Litoral Norte da Paraíba.



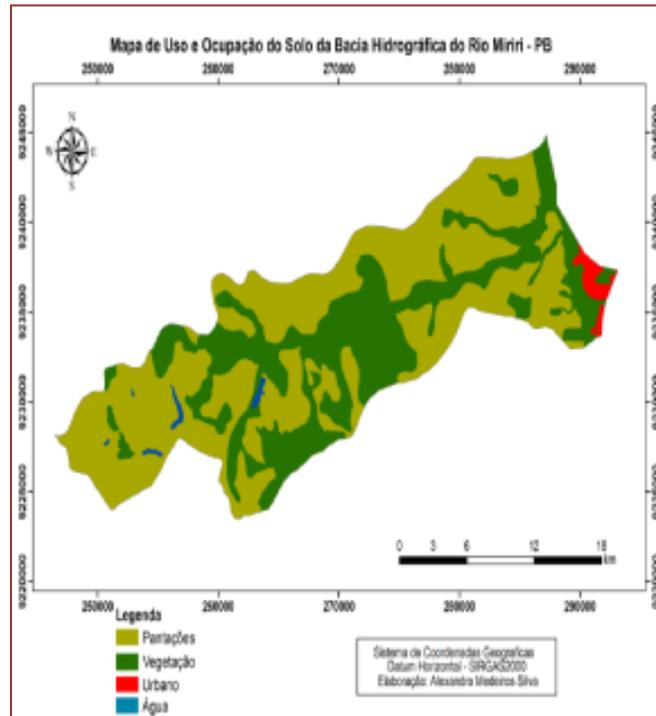
Fonte: Autor

Sua extensão é de aproximadamente 58,7 Km, que atinge em torno de 37.207 hectares de área. Tem como principais usos: irrigação, pesca, abastecimento humano e de animais. Segundo a classificação de Köppen o clima da bacia do rio Miriri é caracterizado como do tipo Aw'i, que corresponde a quente e úmido. A umidade relativa do ar, em termos de valores médios anuais, varia de 80% a 85% e os dados pluviométricos indicam que a bacia apresenta precipitações médias anuais entre 900 e 1600 mm (OLIVEIRA, 2003; CERHPB, 2004).

Ainda segundo CERHPB (2004), do ponto de vista geológico, a litologia apresenta uma predominância de terrenos sedimentares, de areias pertencentes ao grupo barreiras, além de mangues e de terrenos que sofrem influência das marés. A vegetação natural dominante na área da bacia do rio Miriri é constituída de florestas Caducifólia, Subcaducifólia e Subperenifólia, ou seja, Floresta Atlântica e ecossistemas associados tais como restingas, cerrados, manguezais.

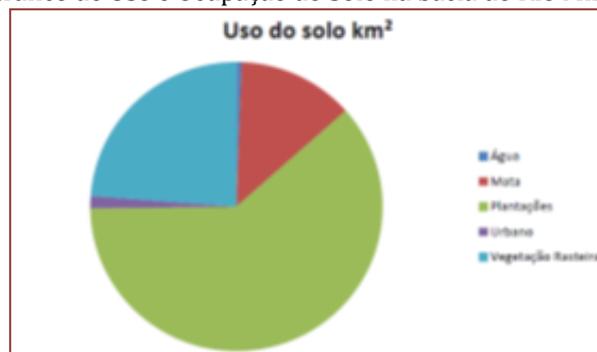
Quanto ao uso e ocupação do solo, Almeida Neto (2014) mapeou na bacia do Rio Miriri cinco tipos de uso do solo (Fig. 2): plantações, principalmente de cana-de-açúcar e abacaxi, ocupando 61,36% da área total da bacia (267,78 km²), vegetação rasteira, que recobre 23,83% (104 km²), matas com 12,87% (56,15 km²), zona urbana ocupando 1,36% (5,93 km²) e água, com 0,58% (2,54 km²) de recobrimento.

Figura 2. Mapa de Uso e Ocupação do Solo na bacia do Rio Miriri – PB



Fonte: ALMEIDA NETO (2014)

Figura 3. Gráfico de Uso e Ocupação do Solo na bacia do Rio Miriri – PB



Fonte: ALMEIDA NETO (2014)

A Proposta de Instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, elaborada pelo CERHPB (2004), trás algumas informações relevantes acerca da degradação da bacia hidrográfica do Rio Miriri também comentadas por Almeida Neto (2014). Segundo esses autores, é possível afirmar que os rios das bacias do litoral norte paraibano sofrem com elevados índices de assoreamento, contaminação por agrotóxicos, danos decorrentes de uma irrigação sem planejamento e remoção das matas ciliares.

Outro problema que aflige algumas áreas na Bacia é a salinização que acontece pelos déficits anuais de precipitações que impedem a lixiviação, permitindo a concentração de sais no solo e nas águas superficiais, cuja taxa é função da alta evaporação e do sódio presente nos solos. O processo se evidencia em áreas onde é acelerado o processo de exploração agrícola utilizando a irrigação. Os fragmentos de Mata Atlântica restantes na bacia são cada vez mais pressionados pela agricultura, que em sua maioria é composta pela monocultura de cana-de-açúcar (CERHPB, 2004; ALMEIDA NETO, 2014).

2.2. METODOLOGIA

A princípio, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre análise morfométrica de bacias, com o intuito de levantar as características mais relevantes para o estudo. Esta seleção levou em conta a relevância conceitual das características, a consistência dos resultados e a relação dos mesmos com os objetivos do

estudo, além da sua potencialidade para aplicação prática no processo de gestão ambiental e formulação de indicadores ambientais.

As características utilizadas no trabalho são uma adaptação das propostas por Machado et al (2011), que selecionou dentre 56 características as mais relevantes, de acordo com critérios aplicados na referida pesquisa.

Para a aplicação na bacia do rio Miriri, as características escolhidas foram: Hierarquia Fluvial, Densidade de Drenagem, Densidade Hídrica, Coeficiente de Manutenção, Hipsometria, Declividade, Perfil Topográfico, Coeficiente de Rugosidade e Padrões de Drenagem.

A etapa seguinte foi buscar dados cadastrais e informações cartográficas referentes à área de estudo necessários para a realização da caracterização, como: Base Cartográfica da Bacia do Rio Miriri, adaptada da AESA-PB, referente ao ano de 2009; Imagem SRTM referente ano de 2000, cedidas pelo INPE; Imagens do software Google Earth Pro, referentes ao ano de 2015 e dados sobre a Geomorfologia, Geologia e Solos do estado da Paraíba, cedidos pela AESA-PB.

A metodologia aplicada para o levantamento de dados e a obtenção de informações foi adaptada de Machado et al (2011), Queiroz, Sales e Silva (2014) e Marcuzzo et al (2012), que apresentaram um enfoque da caracterização Morfométrica para geração de indicadores ambientais e informações relevantes para a gestão ambiental de bacias.

O software selecionado para realização do levantamento de dados, seguindo as recomendações de Schmitt e Moreira (2015), foi o Quantum Gis, que se trata de um SIG livre e gratuito. O fato de o software não ter custo e possuir uma ampla gama de ferramentas livres disponíveis para o usuário justificam a utilização desse software em particular para a realização do trabalho.

Para se realizar a delimitação da bacia e a obtenção de dados primários, foi utilizado o programa TauDEM (Terrain Analysis Using Digital Elevation Model), que segundo Tarboton (2014), é um conjunto de ferramentas utilizado para se extrair e analisar informações hidrológicas da topografia, representada por um Modelo Digital de Elevação (MDE) do terreno.

A escolha do TauDEM seguiu recomendações de CARVALHO (2007) que comprovou que, apesar de exigir um pré-tratamento de dados que podem consumir mais tempo, esse programa gera resultados satisfatórios, principalmente para grandes bacias.

Os índices adotados neste trabalho podem ser agrupados de maneira semelhante a feita por Queiroz, Sales e Silva (2014), abordando três itens principais: a hierarquia fluvial, obtida através do processo de delimitação da bacia do TauDEM, a análise linear-areal, realizada através de dados obtidos na delimitação da bacia hidrográfica e a análise das formas e características da bacia, obtida através de equações pré-existentes e interpretação de mapas gerados no processo de caracterização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do conjunto de ferramentas TauDEM foi possível extrair, a partir do MDE disponibilizado pelo INPE, todas as características morfométricas primárias da bacia do Rio Miriri. Foi delimitada toda a área de influência da bacia, a rede de drenagem, a ordem dos cursos hídricos e o comprimento axial da bacia. Além disso, foram obtidos dados altimétricos, curvas de nível e declividade. De posse desses dados, foi possível calcular outros parâmetros relevantes para o trabalho, como as densidades hídrica e de drenagem, coeficiente de manutenção, amplitude altimétrica e índice de rugosidade.

A primeira etapa foi a obtenção de uma imagem SRTM no portal TOPODATA, do INPE. A imagem SRTM, bem como todos os dados adquiridos, foi convertida para o Sistema de Coordenada UTM/ Datum SIRGAS 2000, o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas.

O Segundo passo foi realizar um recorte para obtenção da área de interesse, a partir da ferramenta clip, visto que a carta utilizada abrange uma extensão de área muito grande. Portanto, foi preciso gerar um retângulo envolvente que abrangesse toda a bacia do Rio Miriri, sem perder detalhes importantes da rede de drenagem. Para isso, utilizou-se como base o shapefile de bacias hidrográficas da AESA-PB.

O procedimento para se processar os dados SRTM foi realizado em dois passos. No primeiro, se obtém toda a rede hídrica da área selecionada, gerando arquivos de direção de fluxo e de rede de drenagem. A segunda etapa é feita uma vez que o exutório da bacia foi identificado, e gera a área de contribuição da bacia selecionada.

Para realização da primeira etapa, a princípio, fez-se necessário remover as depressões – sinks, no MDE. Para tal, foi utilizada a ferramenta Pit Remove, gerando um MDE mais confiável nos seus resultados. A partir daí foram obtidos os arquivos de direção de fluxo (Flow Directions), da área de contribuição (D8 Contributing Area) e da rede de drenagem em formato raster (Stream Definition by threshold).

A partir de então, foi possível observar o exutório da bacia, e, referenciando-o com um shapefile no formato de ponto, foi possível obter-se a área de contribuição real (D8 Contributing Area) da bacia do Rio

Miriri. A partir desse dado, obteve-se a rede de drenagem específica do rio em questão a partir da ferramenta Stream Definition by threshold.

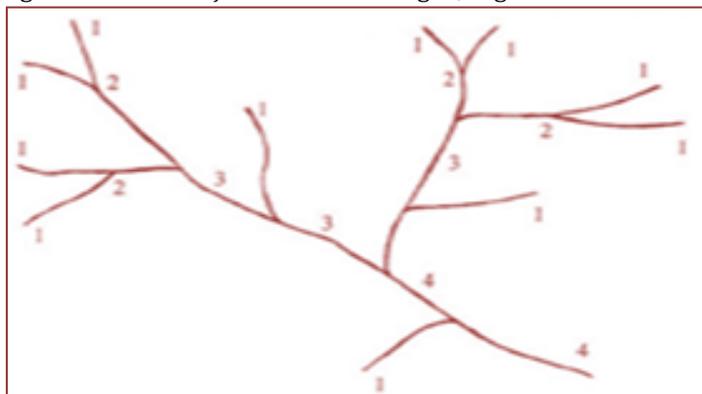
A última etapa realizada no TauDEM foi a delimitação das microbacias e da rede de drenagem em formato shapefile. Para tanto, foi utilizada a ferramenta Stream Reach and Watershed, que gerou como resultado a ordem dos cursos hídricos, segundo o método de Stralher, a rede de drenagem em formato shapefile e as microbacias, em formato raster.

Como o TauDEM não possui um algoritmo próprio para vetorização as microbacias utilizou-se a ferramenta Raster – Conversão – Poligonizar. Após isso, as microbacias foram unidas e dissolvidas para se obter um shapefile da bacia total do Rio Miriri. Os resultados obtidos foram posteriormente descritos, avaliados e transcritos em documentos cartográficos, tabelas e textos, visando melhorar a compreensão dos mesmos.

3.1. HIERARQUIAS DOS CORPOS HÍDRICOS;

A hierarquização dos corpos hídricos foi realizada segundo a metodologia de Strahler (1952), que propõe uma ordenação que elimina o conceito de que o rio principal deve ter o mesmo número de ordem em toda a extensão e a necessidade de se refazer a numeração a cada confluência. Segundo Villela e Matos (1975), o método de Strahler define que os cursos d'água sem tributários são considerados de primeira ordem, os de segunda ordem são estabelecidos pela confluência de dois trechos de primeira ordem. Trechos de terceira ordem são formados pela confluência de dois trechos de Segunda ordem, e assim por diante, conforme a Fig. 3.

Figura 3. Classificação dos cursos d'água, segundo Stralher.



Fonte: Villela e Matos (1975).

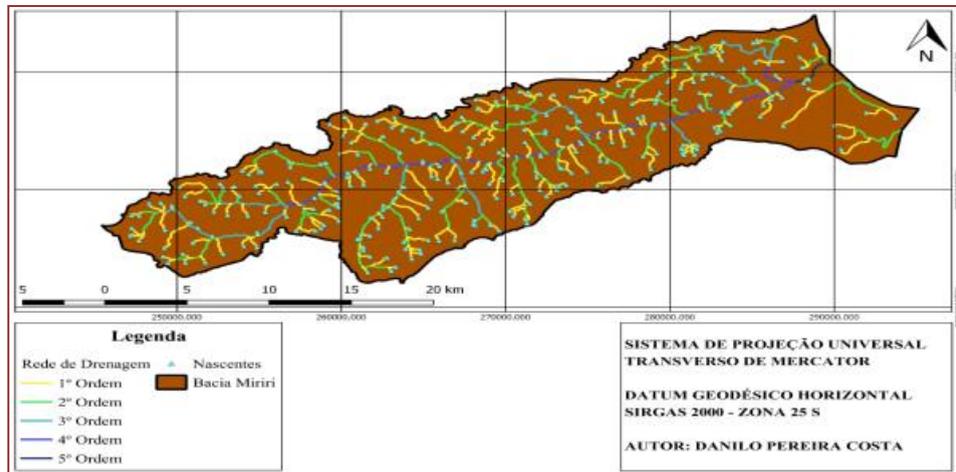
Para se obter a rede de drenagem e a hierarquia dos corpos hídricos utilizou-se o conjunto de ferramentas TauDEM, no Quantum GIS, que gerou através arquivos vetoriais e planilhas que foram adaptadas para facilitar a compreensão dos resultados. A Fig. 4 foi o resultado gráfico do procedimento, explicitando a presença de potenciais nascentes. A Tab. 1 mostra a quantidade de canais de 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, e 5ª ordens e os seus respectivos comprimentos totais (km).

Tabela 1: Ordem, Número e Comprimento dos canais por ordem na bacia do Rio Miriri.

| Ordem dos Rios | Nº de Canais | Comprimento total dos Canais (km) |
|----------------|--------------|-----------------------------------|
| 1º Ordem | 277 | 215, 1496 |
| 2º Ordem | 142 | 126, 9241 |
| 3º Ordem | 59 | 50, 3086 |
| 4º Ordem | 66 | 43, 1329 |
| 5º Ordem | 3 | 2, 9469 |

Fonte: Autor.

Figura 4: Hierarquia Fluvial do Rio Miriri – PB



Fonte: Autor

Foi observado que a rede de drenagem conta com 277 canais de 1º ordem, o que evidencia a presença das potenciais nascentes. A ocupação da bacia por atividades agropecuárias causa diversas transformações na sua dinâmica natural, seja por meio do soterramento de corpos d'água, a canalização ou seu represamento, como mostra Queiroz, Sales e Silva (2014). Isso pode ser confirmado na bacia do Rio Miriri através de fotointerpretação, uma vez que sobreposta a rede de drenagem obtida a uma imagem de satélite do Google Earth Pro é possível verificar que muitos canais são hoje áreas de plantio de cana-de-açúcar e abacaxi. Dados que indiquem áreas com potencial de abrigar nascentes podem servir de suporte à identificação e proteção das mesmas, com o intuito de garantir a segurança hídrica na bacia hidrográfica, como fez Bretanha (2007) na Bacia do Rio dos Sinos – RS.

3.2 CARACTERÍSTICAS LINEAR-AREAIS;

A bacia estudada possui uma área de 457,28 km², com um perímetro de 149,7 km, um comprimento de 45,64 km e uma rede de drenagem que se estende por 438,5 km. Esses dados foram obtidos através da delimitação da bacia no software Quantum Gis, e serviram de base para o cálculo de diversos outros parâmetros.

O primeiro parâmetro calculado foi a Densidade de Drenagem (Dd), que segundo Marcuzzo *et al* (2012), correlaciona o comprimento total dos canais de escoamento com a área da bacia hidrográfica. Foi calculado pela Eq. 1, onde C é o comprimento total dos canais e A é a área total da bacia.

$$Dd = C/A \quad (1)$$

Foi encontrado um valor de 0,958958971 km/km² para a bacia do Rio Miriri. De acordo com Villela e Matos (1975) esse índice pode variar entre 0,5km/km² em bacias com drenagem pobre a 3,5km/km² ou mais em bacias bem drenadas, conforme mostra a Tab. 2.

Tabela 2: Classes de Drenagem.

| Classe | Densidade de Drenagem |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| Bacias com drenagem pobre | $Dd < 0,5 \text{ km/km}^2$ |
| Bacias com drenagem regular | $0,5 \leq Dd < 1,5 \text{ km/km}^2$ |
| Bacias com drenagem boa | $1,5 \leq Dd < 2,5 \text{ km/km}^2$ |
| Bacias com drenagem muito boa | $2,5 \leq Dd < 3,5 \text{ km/km}^2$ |
| Bacias excepcionalmente bem drenadas | $Dd \geq 3,5 \text{ km/km}^2$ |

Fonte: Villela e Matos (1975)

De acordo com essa classificação, a bacia do Rio Miriri que possui uma Densidade de Drenagem de 0,958958971 km/km² caracteriza-se como uma bacia com drenagem regular. Áreas densamente drenadas tendem a ter processos erosivos mais intensos e por isso merecem mais atenção com relação as suas práticas de manejo.

Outro parâmetro avaliado foi o Coeficiente de Manutenção, que segundo Marcuzzo *et al* (2012), tem o objetivo de fornecer a área mínima necessária para a manutenção de um metro de canal de escoamento. Foi calculado pela Eq. 2, onde Dd é a densidade de drenagem.

$$Cm = (1/Dd) * 1000 \quad (2)$$

Para a área estudada o coeficiente de manutenção encontrado foi de 1042,797482 m². Esse valor elevado evidencia que a bacia estudada não possui uma rede de drenagem bem desenvolvida. O coeficiente de manutenção encontrado predomina nas áreas onde o relevo é mais plano, diminuindo gradativamente na medida em que o relevo se torna mais ondulado.

Para Meliani (2006), o Coeficiente de Manutenção (Cm) também é um parâmetro que se relaciona com o potencial de captação das águas, porque ele expressa à área mínima necessária, em metros quadrados, para a manutenção de um metro de canal fluvial na superfície da bacia. O valor alto encontrado na bacia do Rio Miriri é, segundo Machado *et al* (2011), um valor próximo ao encontrado em regiões semi-áridas, o que reafirma a preocupação com a preservação e recuperação de áreas de recarga e matas ciliares.

Foi calculado ainda a Extensão do Percurso Principal (Eps), que segundo Marcuzzo *et al* (2012), representa a distância média percorrida pelas enxurradas entre o interflúvio e o canal permanente, correspondendo a uma das variáveis independentes mais importantes que afeta tanto o desenvolvimento hidrológico como fisiográfico das bacias de drenagem. Pode ser calculado pela Eq. 3, onde Dd refere-se à densidade de drenagem.

$$Eps = 1/2 * Dd \quad (3)$$

O valor encontrado foi de 0,5213 km, o que mostra que, em média, a cada 521,3 m na vertente haverá um canal para escoamento das águas superficiais. Rocha (1997) mostra que a determinação deste parâmetro é de fundamental importância, podendo ser relacionado ao indicativo de erosão. O valor encontrado é elevado e indica uma predisposição à erosão.

Semelhante ao que foi encontrado por Queiroz, Sales e Silva (2014), a combinação do coeficiente de manutenção e extensão do percurso superficial mostra que a bacia do Rio Miriri merece uma atenção especial no que tange à proteção de vegetação em vertentes. A remoção dessa vegetação sem técnicas adequadas expõe os solos e os materiais inconsolidados diretamente à ação das chuvas, potencializando os processos erosivos nessas áreas, principalmente as de alta declividade.

O quarto parâmetro avaliado foi a Densidade de Hídrica, que relaciona o número de rios ou canais com a área da bacia hidrográfica. Em outras palavras, expressa a magnitude da rede hidrográfica, indicando sua capacidade de gerar novos cursos d'água em função das características pedológicas, geológicas e climáticas da área. A densidade hídrica foi calculada pela Eq. 4, onde N é o número total de canais da bacia e A é a área total da mesma.

$$Dh = N/A \quad (4)$$

O valor encontrado para a Densidade Hídrica foi de 1,2 cursos d'água por cada quilômetro quadrado da bacia, o que representa um alto índice de drenagem na bacia. Segundo Marcuzzo *et al* (2012), uma bacia é considerada bem drenada se ela possui pelo menos 1 curso d'água por quilômetro quadrado. Vale ressaltar que a densidade hidrográfica e a densidade de drenagem referem-se a aspectos diferentes da textura topográfica, e isso pode ser observado no caso da bacia do Rio Miriri. Enquanto a bacia é considerada bem drenada do ponto de vista do número de cursos d'água, a extensão dos mesmos não é o bastante para classificar a bacia como possuindo uma drenagem eficiente.

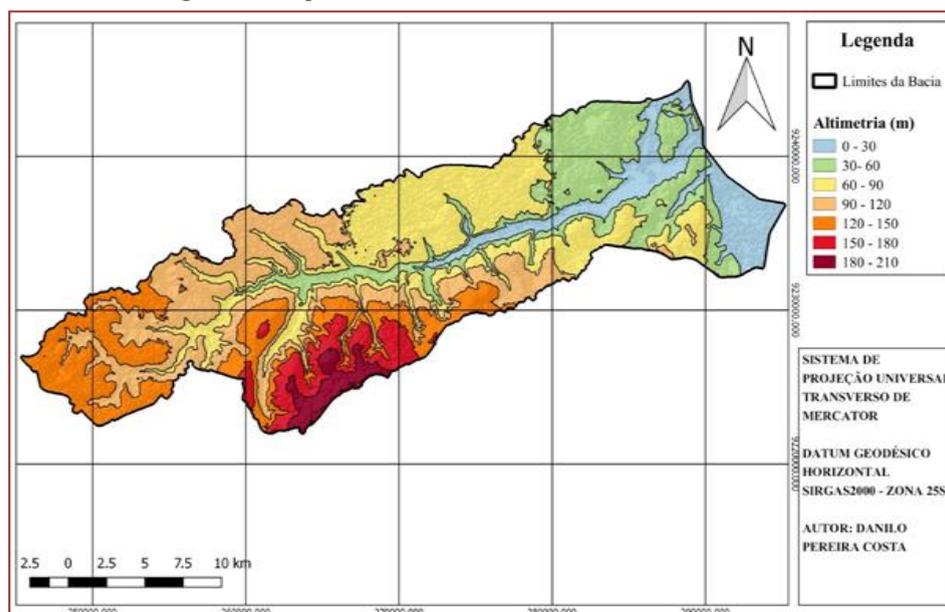
Cabe ressaltar que a Densidade Hídrica assim como todas as outras características morfométricas analisadas até agora pode sofrer comprometimento devido ao avanço de atividades como a agropecuária e a mineração na área da bacia, e que cada caso exige estudos específicos que levem em conta a real situação da bacia no trecho estudado e como as alterações antrópicas podem alterar a dinâmica morfométrica local.

3.3 ANÁLISES DE FORMAS E CARACTERÍSTICAS

A partir do MDE Topotada foi possível, através de uma classificação por categoria, visualizar melhor a altimetria da bacia do Rio Miriri. A princípio foram extraídas as curvas de nível, adotando distâncias de 30 metros entre elas. Posteriormente, o MDE foi classificado quanto à altimetria em intervalos de 30 m.

A Fig. 5 ilustra o resultado da caracterização altimétrica, e a partir da sua visualização é possível observar que a maior parte da bacia localiza-se entre as cotas 30m e 90m, e que uma pequena porção da bacia localiza-se 200m acima do nível do mar. Também é possível visualizar que a bacia possui um relevo relativamente plano, o que favorece as atividades agrícolas que predominam na região.

Figura 5. Mapa de Altimetria da Bacia do Rio Miriri – PB.



Fonte: Autor.

Os dados altimétricos obtidos são semelhantes aos expostos na Caracterização Física da Bacia do Rio Miriri, realizada pelo CERHPB (2004), onde foi dito que o relevo da bacia apresenta altitudes que não ultrapassam os 200 metros devido ao fato de estar situada na Depressão Sublitorânea, portanto trata-se de uma região baixa, com superfície colinosa de relevo classificado como suave ondulado e ondulado, drenada por rios intermitentes e perenes, de vales abertos e pouco profundos.

Para se obter a declividade da bacia, o MDE foi reclassificado em seis intervalos distintos, propostos na metodologia da EMBRAPA (1979), conforme mostra a Tab. 3.

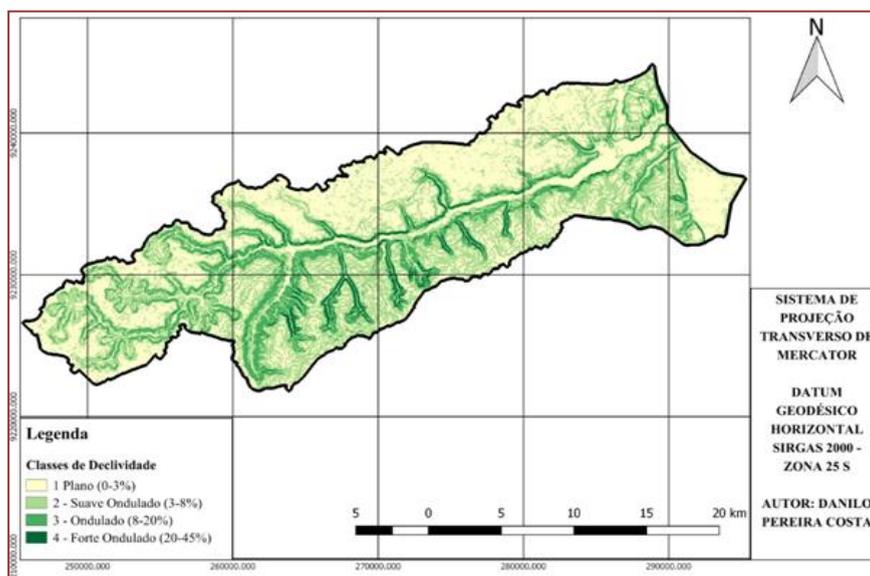
O mapa na Fig. 6 foi construído utilizando-se os intervalos de declividade com o intuito de facilitar a visualização e espacialização das classes. Nele é possível visualizar que a maior parte da bacia localiza-se sobre planícies, com poucas áreas de declividade elevada.

Tabela 3. Classificação do relevo utilizando o critério de declividade média da bacia, segundo a EMBRAPA (1979)

| Declividade (%) | Classe |
|-----------------|----------------------------|
| 0 – 3 | 1 - Relevo Plano |
| 3 - 8 | 2- Relevo Suave Ondulado |
| 8 – 20 | 3- Relevo Ondulado |
| 20 – 45 | 4- Relevo Forte Ondulado |
| 45 - 75 | 5- Relevo Montanhoso |
| > 75 | 6- Relevo Forte Montanhoso |

Fonte: EMBRAPA (1979)

Figura 6. Declividade na bacia do Rio Miriri



Fonte: Autor.

A classe 1 (declividade de 0-3%) é formada por áreas planas, onde temos um escoamento superficial lento. A declividade do terreno não oferece grandes restrições ao seu uso, não havendo erosão hídrica significativa, em áreas específicas que tenham sofrido com a perda de cobertura vegetal ou onde existam solos suscetíveis a processos erosivos. Essa classe de declividade está presente em cerca de 45,46% da bacia, ocupando uma área de aproximadamente 208 km², e está presente majoritariamente inserida nas áreas de Tabuleiros Costeiros e Planície Marinha. É nessa área onde, segundo Almeida Neto (2014), estão mais concentradas as atividades agropecuárias e as áreas urbanas da bacia.

A classe 2 (declividade de 3 -8%) abrange áreas com declives suaves, onde temos um escoamento superficial lento ou médio. Em determinados tipos de solos com esses declives, segundo Queiroz, Sales e Silva (2014), a erosão hídrica não oferece nenhum problema, em muitos deles, são necessárias apenas práticas de conservação. Aproximadamente 35,85% da bacia estão dentro dessa classe, totalizando 164 km², e a maior parte da área inserida nessa classe assentasse sobre a Formação Barreiras.

A classe 3 (declividade de 8 – 20%) está presente em áreas onde o relevo é ligeiramente inclinado, onde se tem um escoamento superficial médio ou rápido. Em alguns casos, dependendo do solo, a erosão hídrica oferece alguns problemas. Nesses casos, como foi observado por Macedo (2009), práticas específicas de conservação dos solos são necessárias, como terraceamento de base estreita ou terraços com faixa viva, para que terrenos como esses possam ser utilizados para atividades agrícolas. Cerca de 16,29%, totalizando 74 km² da área da bacia se encaixam nessa classe de declividade, e ela está presente em sua maior parte dentro das áreas de Planície Fluvial.

A classe 4 (declividade de 20-45%) ocupa cerca de 2,4% da área da bacia, e pode ser observada também em áreas de Planície Fluvial. Essas áreas, como mostrou UBERTI et al. (1991), são bastante inclinadas e possuem um escoamento superficial muito rápido, apresentando um alto risco de degradação, o que pode acarretar numa limitação à determinadas práticas agrícolas. Em áreas com essa declividade é recomendada a preservação e/ou recuperação da cobertura vegetal nativa.

De posse dos dados de altimetria foi possível calcular a Amplitude Altimétrica (Hm), que segundo Marcuzzo *et al* (2012), corresponde à diferença altimétrica entre a altitude da desembocadura e a altitude do ponto mais alto situado em qualquer lugar da divisória topográfica. Foi utilizada para calcular esse parâmetro a Eq. 5, onde P1 é o ponto mais alto e P2 o ponto mais baixo da bacia hidrográfica.

$$Hm = P1 - P2 \quad (5)$$

A amplitude altimétrica encontrada foi de 179,72713 m, e serviu de base para calcular um parâmetro importante que é o Índice de Rugosidade.

O Índice de Rugosidade expressa um número adimensional, que representa, segundo Strahler (1952) aspectos da declividade e comprimento da vertente, visto que bacias hidrográficas que possuem um valor elevado desse índice têm maior potencial para ocorrência de cheias. Essas bacias possuem alta energia (dada a elevada amplitude altimétrica) e/ou são bacias com alta transmissividade hidráulica, já que todos os pontos da bacia estão mais próximos da rede de drenagem, convertendo o fluxo de vertente em fluxo fluvial em menor tempo.. O Índice de Rugosidade (Ir) foi calculado segundo a Eq. 6, onde Hm é a amplitude altimétrica e Dd a densidade de drenagem.

$$Ir = Hm * Dd \quad (6)$$

O valor encontrado de 172,35 foi interpretado através de resultados encontrados por Christofolletti *et al.* (1981), que mostrou que valores extremamente altos do índice de rugosidade ocorrem quando ambos os valores, da amplitude topográfica e da distância média dos interflúvios, são extremamente elevados, isto é, quando as vertentes são íngremes e longas.

Observando-se o mapa de declividade é possível afirmar que esse é o caso da bacia do rio Miriri, onde se pode observar uma forte dissecação revelando assim vertentes relativamente íngremes em certos pontos, nas áreas classificadas como Forte Ondulado. Esse parâmetro evidencia, mais uma vez, a necessidade de se preservar a cobertura vegetal nas vertentes, sejam matas ciliares ou zonas de recarga de nascentes.

Pode-se observar que, a partir dos dados coletados, é possível se estabelecer um panorama inicial da situação geofísica da bacia estudada. O conhecimento sobre a hierarquia fluvial da bacia, a geolocalização de possíveis nascentes, a identificação de áreas vulneráveis a processos erosivos, a aptidão a determinadas práticas produtivas e a identificação de áreas destinadas à preservação e conservação ambiental são pontos importantes a se levar em conta ao estabelecer um Plano Diretor na bacia. Além disso, a caracterização altimétrica da bacia aliada à classificação de declividade do relevo serve de subsídio ao planejamento de ocupação da bacia, indicando as potencialidades e vulnerabilidades da cada área.

Quanto às ferramentas selecionadas para realização do trabalho, o Quantum Gis se mostrou um software intuitivo e de rápido aprendizado, principalmente graças à imensa quantidade de tutoriais e guias disponibilizados online. As ferramentas de manipulação de dados raster e de criação de mapas facilitaram diversos aspectos do trabalho, tornando o procedimento fluído e rápido. Além disso, por se tratar de um software gratuito, é de fácil aquisição para qualquer órgão gestor ou profissional da área.

O conjunto de ferramentas TauDEM mostrou-se realmente prático e compreensível. A automatização de operações e a qualidade dos produtos gerados permitiram que o levantamento de dados fosse realizado de maneira rápida e garantiu a confiabilidade de diversas informações posteriores. Os produtos gerados foram confiáveis e compreensíveis e foram determinantes para a realização do trabalho.

4. CONCLUSÕES

1. As informações provenientes dos parâmetros morfométricos ou associados a eles são de fundamental importância nos estudos ambientais, descrevendo bem as características do sistema fluvial, a modelagem do relevo, identificando as possíveis alterações antrópicas provocadas dentro desse ecossistema e ajudando a compreender a dinâmica fluvial. Essas informações são importantes para direcionar as ações de planejamento e intervenção, servindo como ponto de partida para a elaboração de Indicadores Ambientais.

2. Os parâmetros escolhidos forneceram informações relevantes que cumpriram seu papel como subsídio ao planejamento ambiental, criação de Indicadores Ambientais e formulação de um Plano Diretor. As informações podem auxiliar no direcionamento de políticas ambientais, na identificação de áreas vulneráveis a processos erosivos, na indicação de áreas destinadas à preservação e conservação e na harmonização da ocupação na área da bacia hidrográfica.

3. O custo é um dos fatores limitantes na elaboração de trabalhos desse tipo, principalmente frente à situação da maioria dos municípios do Brasil. Assim, vale ressaltar que o trabalho foi realizado no Quantum Gis, utilizando-se o conjunto de ferramentas TauDEM, ambos gratuitos, utilizando-se dados que estão disponíveis de maneira fácil e também gratuita na internet como os dados SRTM do INPE e os dados disponibilizados pela AESA-PB.

4. Por fim, sugere-se que outros trabalhos sejam realizados na bacia do Rio Miriri, seja em outras áreas do conhecimento que ajudem a compreender melhor o panorama da bacia ou trabalhos comparativos utilizando técnicas e tecnologias diferentes para a determinação de parâmetros morfométricos.

REFERÊNCIAS

- [1] Aesa, agência executiva de gestão das águas do estado. Plano estadual de recursos hídricos – perh, 2006. Disponível em: [<http://www.aesa.pb.gov.br/perh/perh.html>] Acesso em 20 de outubro de 2012.
- [2] Almeida neto, g. C. De. O uso e ocupação de solo e a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio miriri – pb. João pessoa, 2014. 70 f. Monografia (graduação em geografia). Ufpb, 2014.
- [3] Araujo, l. E. De; sousa, f. De a. S. De. Moraes neto, j. M. De; soute, j. S., reinaldo, l. R. L. R. Bacias hidrográficas e impactos ambientais. Qualitas, Campina Grande, v. 8, n. 1 (2009). Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/issue/view/50>>. Acesso em 04/05/2016.
- [4] Brasil. LEI Nº 9.433 DE 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União. Brasília 9 de Janeiro de 1997.
- [5] Bretanha, s. S. F. Identificação de Nascentes do Rio dos Sinos na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, utilizando tecnologia SIG. Porto Alegre: UFRGS/ IPH. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://professor.ufrgs.br/sites/default/files/collischonn/files/artigo_sonia.doc>. Acesso em 28/10/2016.
- [6] Câmara g.; queiroz g. R. de. Arquitetura de sistemas de informações geográficas. In: CÂMARA et al. Introdução à ciência da geoinformação. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 3/05/2016.
- [7] Cardoso, c. A ; dias, h. C. T.; soares, c. P. B.; martins, s. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio debossan. Revista Árvore, Nova Friburgo, v.30, n.2, p.241-248, 2006.
- [8] Carvalho, p. R. De s. Análise Comparativa de Métodos para Delimitação Automática das Sub-bacias do Alto Curso do Rio Preto. Brasília, 2007. 58 f. Dissertação (Mestrado) UNB, 2007.
- [9] Castro, l. I. S.; campos, s.; zimback, c. R.; kaiser, m. Sistema de Informações geográficas na formulação de indicadores ambientais para sustentabilidade dos recursos hídricos. Irriga, Botucatu. v. 19, n. 4, p. 655-674, 2014.
- [10] Cerhpb – Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. João Pessoa, 2004. Mimeo.
- [11] Cnrh. Resolução nº 17, de 29 de maio de 2001. Estabelece diretrizes complementares para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2001.
- [12] Christofolletti, a. Geomorfologia fluvial: o canal fluvial. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- [13] Figueiredo, m. A. G. D. O uso de indicadores ambientais no acompanhamento nos sistemas de gerenciamento ambiental. Produção, Belo Horizonte, v. 6, p. 33-34, 1996.
- [14] Gadelha, c. T. Utilização de Geotecnologias para a Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Açude de Sumé – PB. João Pessoa, 2011, 22f. Monografia (Graduação em Geoprocessamento). IFPB, 2011.
- [15] Guerra, a. J. T.; cunha, s. B. Degradação ambiental. In: CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- [16] Guerra, a. T.; guerra, a. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3.ed., 2003. 652p.
- [17] Lima, w. P. Hidrologia florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas. ESALQ/USP: Piracicaba, 2.ed. 2008, 245p.
- [18] Macedo, José Ronaldo de. Recomendação de manejo e conservação de solo e água / José Ronaldo de Macedo, Cláudio Lucas Capeche, Adoildo da Silva Melo. Niterói: Programa Rio Rural, 2009.
- [19] Machado, r. A. S.; lobão, j. S. B.; vale, R. de M. C. de; SOUZA, A. P. M. J. e. Análise morfométrica de bacias hidrográficas como suporte à definição e elaboração de indicadores para a gestão ambiental a partir do uso de

geotecnologias. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.1441.

[20] Magalhães júnior, a. P. Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

[21] Marcuzzo, f. F. N.; oliveira, n. L.; cardoso, m. R. D. ; tschiedel a. F. Detalhamento Hidromorfológico da Bacia do Rio Paraíba. In: XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. João Pessoa – PB, Brasil. 27 a 30 de novembro de 2012. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_Hidro_Marcuzzo.pdf>. Acesso em 03/10/2016.

[22] Medeiros, c. N.; petta, r. A.. Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo. In: Anais do Simpósio Brasileiro sobre Sensoriamento Remoto - SBSR, Goiânia; 2005. INPE, 2005.

[23] Meliani, p. F; carvalho, v; santana, m. Mapeamento geomorfológico-ambiental do litoral de Itacaré (BA): contributos para a análise e o planejamento ambiental de espaços litorâneos. In: II Seminário Nacional Espaços Costeiros, Anais... Salvador: UFBA, 03 a 06 de Junho de 2013.

[24] Melo, j. R. C. de. Arcabouço legal e institucional e a situação de proteção ambiental dos mananciais: o caso do rio Marés na Paraíba. João Pessoa, 2013. 225f. :il. Tese (Doutorado) – UFBA-UFPB, 2013.

[25] Nurdiana, a.; risdiyanto, I. Indicator determination of forest and land fires vulnerability using Landsat-5 TM data (case study: Jambi Province). Procedia Environmental Sciences, n. 24, p.141-151. 2015.

[26] Oliveira, j. C. C. Zoneamento ambiental da APA da Barra do Rio Mamanguape e de seu entorno, Estado da Paraíba, Brasil. 2003. 119 p. Dissertação (Mestrado) - Programa Regional de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFPB, João Pessoa.

[27] Queiroz, p. H. B de; sales, m. C. L.; silva, j. M. O. Indicadores Morfométricos Como Subsídio ao Planejamento Ambiental em um Setor do Médio Curso da Bacia Hidrográfica do Rio Pacoti - CE. Revista Equador (UFPI), Vol.3, nº1, p. 03 - 24 (jan./jun.,2014).

[28] Rocha, J. S. M. Manual de Projetos Ambientais. Santa Maria:Imprensa Universitária,1997.423p.

[29] Schmitt, a. ; moreira, C. R. Manejo e gestão de bacia hidrográfica utilizando o software gratuito Quantum-GIS. In: ISSN 2175-2214 Edição Especial, p. 125 – 137. 2015.

[30] Silva, j.b.l.; ferreira, p.a.; ramos, m.m.; euclides, h.p.; soares, v.p. Modelos de previsão de enchentes em tempo real para o município de Nova Era - MG. Engenharia na Agricultura, v.17, n.3, p.190-204, 2009.

[31] Silveira, A.L.L. Desempenho de formulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.10, p.5-23, 2005.

[32] Soares, p.a.; Pinheiro, a.; Soares, k.h.; Zucco, E. Estimativa da disponibilidade hídrica em pequenas bacias hidrográficas com escassez de dados fluviométricos. Revista de Estudos Ambientais, v.12, n.1, p.29-38, 2010.

[33] Star, j., estes, J. Geographic Information Systems: An Introduction. 1990.

[34] Strahler, a. N. "Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography". Geological Society of America Bulletin, v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.

[35] Tarboton, D.G. Terrain Analysis Using Digital Elevation Models (TauDEM). Disponível em<<<http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/index.html>>. Acesso em 20 de outubro de 2016.

[36] Tucci, C.E.M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4). 1997.

Tundisi, j. G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. 2.ed. São Carlos: RiMa, 2003. 248p.

Capítulo 5

Tecnologias de reuso e a possibilidade de aplicação no semiárido para utilização sustentável dos recursos hídricos

Maycon Breno Macena da Silva

Alisson do Nascimento Lima

Ana Karoline Eloí de Araújo Dantas

Ingridy Minervina Silva

Resumo: Um dos desafios da atualidade é tentar tornar o uso dos recursos naturais o mais sustentável possível e para isso faz-se necessário adotar diversas medidas. O reuso de água aparece como uma ferramenta de gestão para desenvolver o uso racional dos recursos hídricos principalmente em locais que sofrem com estiagens prolongadas, como o semiárido brasileiro. Desse modo, enxergando as patentes como inovações com potencial de uso, o trabalho visa quantificar o número de patentes registradas que apresentam como premissa o reuso de água. Também é objetivo categorizar as tecnologias encontradas e relacionar com a condição do semiárido, demonstrando a importância e a adequação do seu uso. O trabalho utilizou a prospecção tecnológica no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e da World Intellectual Property Organization (WIPO). A pesquisa obteve como resultado 59 patentes e a maioria corresponderam a modelos de utilidade, indicando que as inovações não tem se concentrado a desenvolver novos processos de tratamento. As inovações encontradas apresentam soluções para diversos usos e com resíduo líquido de várias origens, se destacando o reuso em residências, para descarga em bacias sanitárias e a utilização de águas advindas de lavatórios de roupas. Portanto, o Brasil apresenta uma grande quantidade de tecnologias de reuso com potencial de aplicação no semiárido, podendo servir como uma ferramenta sustentável para o consumo dos recursos hídricos nessa região que ao longo da história já foi alvo de longos períodos de estiagem.

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos estão entre os fatores primordiais para que exista a possibilidade de vida e para que se permitam atividades como o abastecimento industrial, irrigação, geração de energia elétrica, navegação, assimilação e transporte de poluentes, preservação da flora e da fauna, além da recreação. Com isso, é necessário sempre analisar a disponibilidade da água para determinadas populações garantindo sua existência com qualidade.

Segundo Victorino (2007), o Brasil apresenta o maior potencial hídrico dentre os países da América Latina. Em contrapartida, contém a hidrologia e a hidrografia muito heterogênea ao longo de seu território com dimensões continentais, mostrando grandes variações de precipitações que vão de 500 mm no semiárido a mais de 2000 mm na Amazônia (TUCCI; HESPANHOL; NETTO, 2001).

Com a situação mais crítica, o semiárido tem se tornado alvo de constantes estudos, devido à necessidade de entender como funciona a distribuição hídrica nesse região e com isso garantir a existência da fauna e da flora, além de possibilitar a habitação para a população dessa área evitando movimentos migratórios como os que aconteceram durante o século passado.

A região semiárida brasileira é a que apresenta maior extensão em relação às outras distribuídas pelo mundo e corresponde a mais da metade da área do Nordeste, fazendo parte dela cerca de 22 milhões de habitantes. Apesar de ser um espaço bastante populoso vem apresentando uma queda de crescimento no percentual populacional ao longo dos anos ao mesmo tempo em que tem se percebido uma melhoria nos processos de produção agrícola tanto na agricultura familiar que ainda é representativa, quanto na produção das grandes empresas do ramo que ocupam a região (CORREIA *et al.*, 2011, p. 34-35).

Um dos processos para a otimização da produção, que passou a ser utilizado em grande escala, foi a irrigação que tende a explorar ainda mais os recursos hídricos, que já são escassos numa parte considerável do semiárido, além disso, apresenta baixa eficiência na maioria dos locais onde são implantados, já que uma parte considerável da água destinada a esse método se perde no caminho ou não corrobora com todo seu potencial para a plantação em questão (FAO, 1988 apud REBOUÇAS, 1997). Essa situação demonstra total necessidade da presença de um bom gerenciamento dos recursos hídricos para que se tente evitar situações extremas e caso elas venham acontecer, sejam utilizadas de forma adequada soluções conhecidas e difundidas pelos nordestinos ao longo das secas já vivenciadas. Como exemplos dessas medidas podem ser destacadas as perfurações de poços, as cisternas rurais, as barragens subterrâneas, o transporte de água por grandes distâncias e o reaproveitamento ou tratamento de águas servidas (CIRILO; MONTENEGRO; CAMPOS, 2010). Este último mecanismo, especificamente, tem sido a saída de muitas civilizações para aperfeiçoar o uso dos recursos hídricos disponíveis e não sobrecarregar os corpos d'água, tentando diminuir a carga poluidora nos rios para diluição.

Segundo Brega Filho e Mancuso (2003, p. 22), se entende por reuso de água a tecnologia desenvolvida em certa proporção e que depende diretamente de qual utilidade ela terá e de como ela foi usada anteriormente. Diante disso, é possível entender que a água servida ainda tem potencial de uso, o que torna esse método sustentável e o mostra como uma ação bastante relevante para a região semiárida, pois além de poder garantir o consumo direto para determinadas situações menos exigentes ainda pode demonstrar considerável usabilidade para fins agrícolas e industriais.

Outro fator que corrobora para a maior difusão desse mecanismo é o aperfeiçoamento das tecnologias que possibilitam a ação do reuso. Num primeiro momento melhorando a qualidade final da água residual e definindo a área adequada de uso por meio da legislação que está tentando se ajustar, assegurando que a saúde dos usuários não seja prejudicada principalmente pelo contato feito por alimentos irrigados, ingestão direta da água, contato através da pele ou até mesmo inalação (BLUM, 2003). Em segundo, pela maior economia possibilitada por novos processos de tratamento com menor custo, equipamentos que em disposição correta conseguem ser bastante eficientes e por ser necessário consumir menos água potável das empresas responsáveis pela outorga.

Em vista disso, entendendo que as patentes são tecnologias inovadoras com potencial de uso, este trabalho visa quantificar o número de registros depositados no Brasil relacionados ao reuso de água, enxergando-as como promissoras para utilização sustentável dos recursos hídricos no semiárido. Ainda pretende comparar entre países a quantidade de patentes registradas, com o objetivo de entender se estamos tentando solucionar o problema da nossa demanda por recursos e a oferta destes.

2.METODOLOGIA

Este trabalho utilizou a prospecção tecnológica para quantificar tecnologias relacionadas a reuso de água, pois se observa nessa ferramenta de busca uma grande capacidade de levantar inovações e o estágio do saber científico em determinada área do conhecimento (QUINTELLA *et al.*, 2011).

A pesquisa do número de registros de patentes foi feita no banco de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e da World Intellectual Property Organization (WIPO). As palavras-chave utilizadas no INPI foram “reuso água” no título e resumo dos campos de pesquisa e “reutilização água” apenas no resumo. Já na base internacional a busca foi feita também no título e no resumo com as palavras-chave “reuse water”. A busca foi realizada no dia 13 de setembro de 2018.

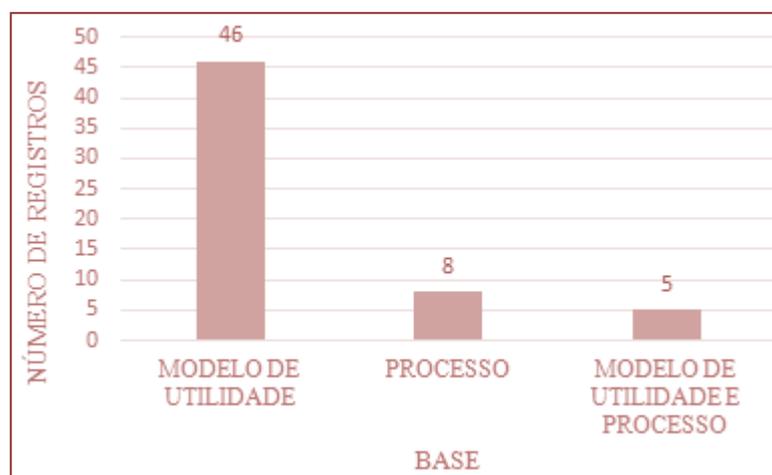
Com as informações coletadas foi utilizado o software Microsoft Excel 2010 para o tratamento de dados e geração de figuras que auxiliam a compreensão dos resultados.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

Levando em consideração os registros de Patentes disponíveis no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), foi possível observar 59 depósitos ao realizar a busca com as palavras-chave “reuso água” no título. Na Figura 1 é possível quantificar o número desses depósitos pela distribuição em modelo de utilidade, processo de reuso ou ambos, sendo perceptível que a maioria deles corresponde a novos mecanismos físicos para reaproveitar águas servidas.

A primeira patente registrada data de 1999, o que demonstra que a sociedade brasileira somente duas décadas atrás começou a produzir invenções relacionadas ao reuso por ver nessa área uma possibilidade de inovação, enquanto outros países já utilizavam processos de reutilização, como demonstra a regulamentação do uso de esgotos na agricultura pelo estado da Califórnia nos Estados Unidos em meados de 1930 (LEITE, 2003)

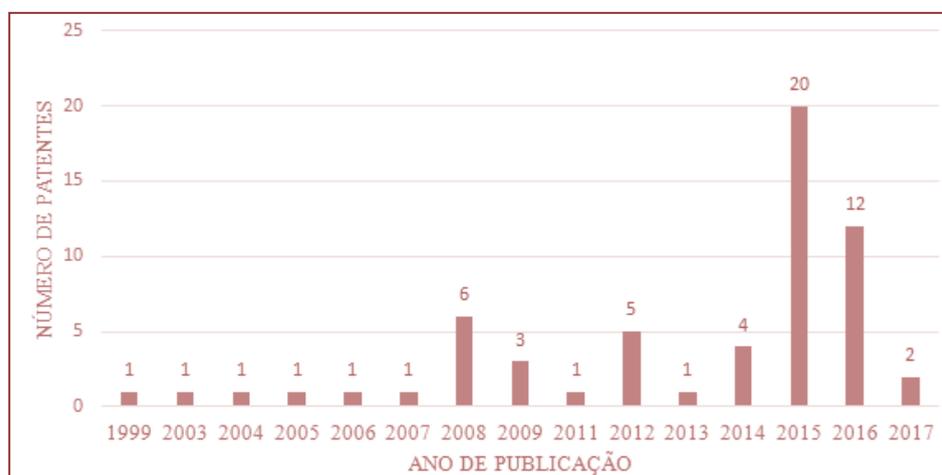
Figura 1 – Quantidade de registros de inovações no INPI por classificação.



Fonte: Autoria própria (2018).

Na Figura 2 é possível perceber um aumento significativo no número de invenções registradas nos anos de 2015 e 2016, que pode ser considerado um resultado da crise hídrica vivenciada pela região Sudeste e também pelo semiárido brasileiro, pois, a magnitude da estiagem instigou pesquisadores a desenvolver mecanismos práticos e eficientes para resolver a falta de água em algumas localidades.

Figura 2 – Quantidade de registros de inovações no INPI por ano de publicação.



Fonte: Autoria própria (2018).

As inovações encontradas no INPI apresentam soluções para os mais diversos usos, um deles é o industrial. Visto isso, é importante esclarecer que o Nordeste é grande produtor de cana-de-açúcar e que nessa região está fixado um número considerável das usinas que processam essa matéria-prima, situadas principalmente na Zona da Mata, gerando uma quantidade considerável de resíduo na forma de vinhaça, que tem um alto poder de contaminação dos corpos hídricos e solos. Uma possível solução pra esse problema seria o sistema de tratamento de vinhaça, registrado no INPI, que apresenta potencial de geração de energia, proporciona 90% de água de reuso de todo resíduo tratado e ainda produz adubação orgânica concentrada (SULAMITA FROHLICH, 2016).

Faz-se necessário também entender como é o perfil demográfico do semiárido para associar tecnologias que podem ser mais eficientes e necessárias diante de suas particularidades. De acordo com o último senso realizado pelo IBGE em 2010, a parcela rural de nordestinos correspondia a 26,87% do total da região. Segundo Silva *et al.* (2010), grande parte desse percentual, que reside no semiárido, tem suas atividades associadas a agropecuária e faz bastante uso dos recursos naturais, dependendo dos períodos de estiagem e da capacidade de recuperação do solo. Uma forma de melhorar as condições de ocupação profissional da comunidade agrícola seria utilizando o modelo de sanitário ecológico, também patenteado, que permite tratar os dejetos e transforma-los em adubo, fertilizante e água de reuso, por meio de uma pequena estação de tratamento de esgoto (ETE) (GREENTECH ANALISE COMERCIO CONSULTORIA E ENGENHARIA AMBIENTAL LTDA, 2017). O sistema citado anteriormente oferece aplicabilidade do adubo em plantações altas e com o auxílio da ETE permite o reuso da água algumas vezes para descarga no próprio sanitário.

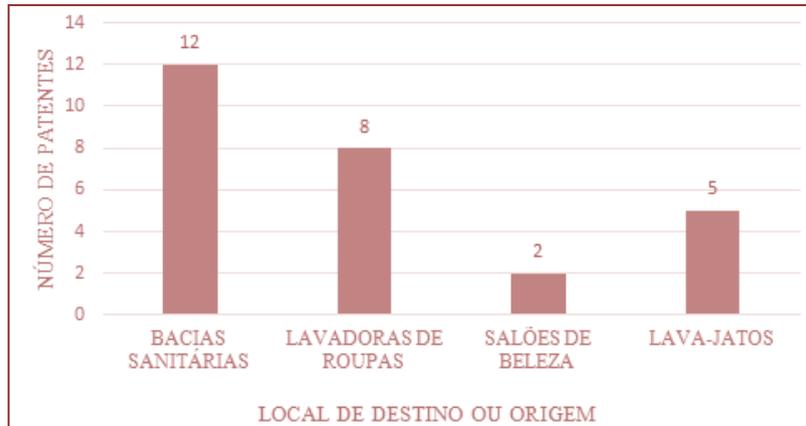
Na Figura 3, que mostra a quantidade de tecnologias de reuso para algumas áreas que permite o reaproveitamento, é possível perceber que existe um total de doze inovações registradas que podem ser empregadas em banheiros residenciais e utilizam águas de diversos usos para descargas. Com isso seria possível diminuir consideravelmente a quantidade de água tratada e potável utilizada para transportar os dejetos, que se estima em 35% dos recursos hídricos consumidos em residências (OKAMURA, 2006). Essa atitude também estaria totalmente atrelada a gestão de recursos hídricos, organizando de forma inteligente e planejada os recursos pelas suas características de qualidade e direcionando para os usos mais convenientes.

Ainda nas edificações deve ser levado em consideração o consumo de água nas lavadoras de roupas, que chegam a representar 15% do consumo residencial (FIORI; FERNANDES; PIZZO, 2006). Diante desse aspecto, no INPI foram encontrados cinco sistemas, que se mostram eficientes nesse aspecto, uma delas se destaca por operar com energia solar, tornando-a bastante adequada para o semiárido, que apresenta um grande potencial para gerar energia solar ou utilizar equipamentos que faz a própria captação.

Como também foi explicitado na Figura 3, foram identificadas invenções para estabelecimentos comerciais. Duas delas com potencial de uso em salões de beleza, se destacando o sistema desenvolvido por Luiz Antonio de Oliveira Tozzo (2017), que estima uma redução de 17000 litros de água potável ao mês em comércios do setor que utilizam a tecnologia.

Dentre as cinco patentes que relaciona o reuso a ambientes que fazem limpeza de carros se sobressai o sistema criado por José Pinheiro Filho (2018), que não é sustentável somente por reutilizar a água, mas também por não precisar de energia para operar já que todo o sistema foi pensado para funcionar por gravidade e pela capacidade de tratar a água por meio de filtração e decantação, permitindo que a água ao ser descartada possua um potencial poluidor menor.

Figura 3 – Quantidade de registros de inovações no INPI por local de aplicação ou origem da água residuária.

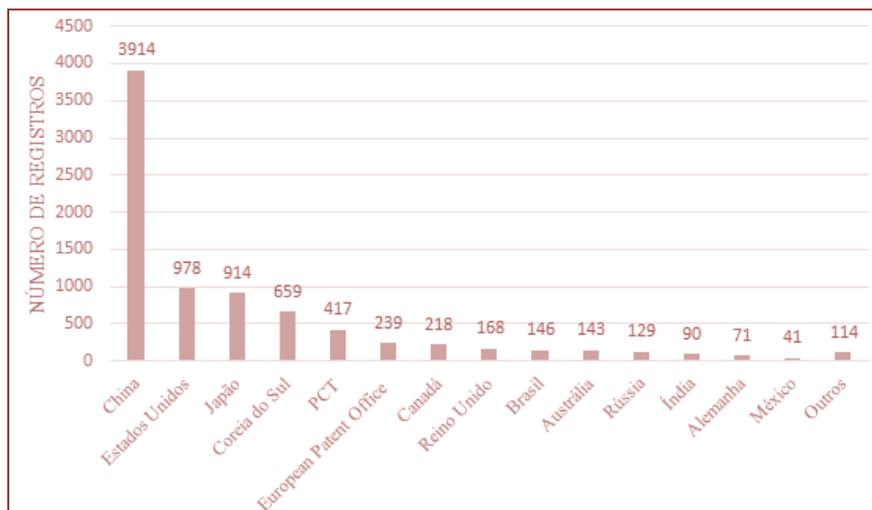


Fonte: Autoria própria (2018).

Supondo que nem todas as invenções relacionadas a reuso foram encontradas na primeira busca foi realizada uma pesquisa com as palavras-chave “reutilização água” também no INPI, o que resultou num retorno de dezenove registros feitos, que apresentam as palavras no título. As patentes seguem o comportamento das que foram identificadas anteriormente, apresentando sistemas para reutilização em bacias sanitárias, lava-jatos e uso de águas residuárias das máquinas de lavar roupas. A maioria trata de modelos de utilidade, o que demonstra que o desenvolvimento de tecnologias não tem se concentrado no processo de tratamento para reuso.

Quando comparada a quantidade de tecnologias desenvolvidas para reutilização de água no Brasil e em outros países, na Figura 4, foi possível perceber que o número de registros no nosso país é maior que em países desenvolvidos como Alemanha e está bastante próximo do Reino Unido nesse aspecto. Em contrapartida, difere grandiosamente de outros países como China, Estados Unidos, Japão e Coreia do Sul.

Figura 4 – Quantidade de registros de tecnologias por país de origem.



Fonte: Autoria própria (2018).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os resultados obtidos e a análise feita foi possível perceber que o Brasil apresenta-se como um relevante pesquisador em tecnologias de reúso e que uma grande quantidade delas demonstra potencial para o semiárido, podendo servir como uma ferramenta para o uso sustentável e racional dos recursos hídricos nessa região que tende a ser alvo de longos períodos de estiagem e que devido a isso passou por intensos processos migratórios.

Sendo assim, para que as inovações referentes a reutilização de água passem a ser mais difundidas, sobretudo no semiárido, faz-se necessário uma efetiva atuação dos órgãos públicos tentando quebrar uma barreira cultural que ainda existe nesse aspecto. Para conseguir isso de forma eficaz, é conveniente utilizar como mecanismos a educação, informação, acompanhamento, interação e diálogo (HESPANHOL, 2002).

REFERÊNCIAS

- [1] Baptista, Naidison; Campos, Carlos H.. Caracterização do Semiárido brasileiro. 2014. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/artigos/2014/caracterizacao-do-semiarido-brasileiro>>. Acesso em: 31 ago. 2018.
- [2] Blum, José Roberto Coppini. Critérios e padrões de qualidade da água. In: Mancuso, Pedro Caetano Sanches; Santos, Hilton Felício dos (Ed.). Reúso de Água. Barueri: Manole, 2003. Cap. 5. p. 125-174.
- [3] Brega Filho, Darcy; Mancuso, Pedro Caetano Sanches. Conceito de reúso de água. In: MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; Santos, Hilton Felício dos (Ed.). Reúso de Água. Barueri: Manole, 2003. p. 21-36.
- [4] Cirilo, J. A.; Montenegro, S. M. G. L.; Campos, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. In: Bicudo, C. E. M.; Tundisi, J. G.; Bansley, M. C. Águas no Brasil: Análises Estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. p. 79-91.
- [5] Correia, Rebert Coelho et al. A região semiárida brasileira. In: Brasil. Embrapa. (Org.). Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p. 21-48.
- [6] Fiori, Simone; Fernandes, Vera Maria Cartana; Pizzo, Henrique. Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p.19-30, jan./mar. 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3676>>. Acesso em: 17 set. 2018.
- [7] Greentech Análise Comercio Consultoria E Engenharia Ambiental Ltda (Brasil). Ugo Souto Orlando. Sanitário Ecológico Com Transformação dos Excrementos em Adubo e Fertilizante e Reuso Da Água Através de Ete. Br nº BR 20 2014 031618 9 U8, 17 dez. 2014, 03 jan. 2017. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, 2017. . Disponível em: <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=1019686&SearchParameter=REUSO%20%20C1GUA%20%20%20%20%20%20%20&Resumo=&Titulo=>>>. Acesso em: 17 set. 2018.
- [8] Hespanhol, Ivanildo. Potencial de Reúso de Água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Bento Gonçalves, v. 7, n. 4, p.75-95, out./dez. 2002.
- [9] Ibge. Censo Demográfico, 2010. Censo de 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm> Acesso em: 06 de jul. 2018.
- [10] José Pinheiro Filho (Brasil). Sistema Ecológico Por Gravidade Para Uso e Reuso de Água. BR nº BR 10 2016 021804 7 A2, 22 set. 2016, 10 abr. 2018. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, 2018. . Disponível em: <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=1394574&SearchParameter=BR%2010%202016%20021804%207%20%20%20%20%20%20%20%20&Resumo=&Titulo=>>>. Acesso em: 18 set. 2018.
- [11] Leite, Ana Maria Ferreira. Reúso de água na gestão integrada de recursos hídricos. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Ambiental, Gestão Ambiental, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2003. Disponível em: <<https://bdtd.ucb.br:8443/jspui/bitstream/123456789/1738/1/DissertAnaMaria.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2018.
- [12] Luiz Antonio de Oliveira Tozzo (Brasil). Lavatório Para Salão de Cabeleireiro com Sistema de Tratamento e Reuso de Água. BR nº BR 20 2015 018752 7 U2, 05 ago. 2015, 07 fev. 2017. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, 2017. . Disponível em: <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=1339686&SearchParameter=BR%2020%202015%20018752%207%20%20%20%20%20%20%20%20&Resumo=&Titulo=>>>. Acesso em: 18 set. 2018.

- [13] Okamura, Edgar Koji. Economia de Água Em Bacias Sanitárias. Revista Ciências do Ambiente On-line, Campinas, v. 2, n. 1, p.11-19, fev. 2006. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/26>>. Acesso em: 17 set. 2018.
- [14] Quintella, Cristina M. et al. Technology Assessment as a Tool Applied in Science and Technology to Achieve Innovation: Optical Methods for Fuels Quality Assessment. Revista Virtual de Química, [s.l.], v. 3, n. 5, p.406-4015, nov. 2011.
- [15] Rebouças, Aldo da C. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos Avançados, São Paulo, v. 11, n. 29, p. 127-154, jan./abr. 1997.
- [16] Silva, Pedro Carlos Gama da et al. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, Iêdo Bezerra; SILVA, Pedro Carlos Gama da (Ed.). Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 18-48. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/861906>>. Acesso em: 16 ago. 2018.
- [17] Sulamita Frohlich (Brasil). Melhoramento Do Sistema de tratamento de Vinhaça com Geração De Energia, Geração de Água De Reuso e Adubação Orgânica Concentrada. BR nº BR 13 2014 019425 7 E2, 06 ago. 2014, 26 abr. 2016. Instituto Nacional de Propriedade Intelectual, 2016. Disponível em: <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=992896&SearchParamete r=Reuso%20%C1GUA%20%20%20%20%20%20&Resumo=&Titulo=>>>. Acesso em: 16 set. 2018.
- [18] Tucci, Carlos E. M.; Hespanhol, Ivanildo; Netto, Oscar de M. Cordeiro. Gestão da Água no Brasil. Brasília: Unesco, 2001. 156 p.
- [19] Victorino, Célia Jurema Aito. Planeta Água Morrendo de Sede: Uma Visão Analítica Na Metodologia do Uso e Abuso dos Recursos Hídricos. Porto Alegre: Edipucrs, 2007.

Capítulo 6

Análise da disponibilidade dos recursos hídricos da Cidade de Picos-Piauí de 2017 A 2040.

Francisco José dos Santos

Olímpio José dos Santos

Jorge Henrique e Silva Júnior

Claudimeire Lima de Sousa

Luis Augusto Gonçalves Rodrigues

William Figueredo Cruz

Resumo: As águas subterrâneas representam maior fonte para abastecimento de algumas regiões do Brasil. A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Picos que está localizado na região Sudeste do Piauí. Inicialmente foi feito uma estimativa matemática com base nos dados dos dois últimos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Os dados foram tabulados com a ajuda de algumas equações para chegar aos resultados. Foi feito a projeção populacional e uma avaliação de disponibilidade hídrica do aquífero Serra Grande da zona urbana do município, baseados em dados existentes fornecidos por Vidal (2003) e pelos os últimos censos 2000 e 2010. Analisou-se o consumo diário per capita de água, a projeção da população até 2040, o consumo diário e o consumo anual de 2017 a 2040. Neste sentido a recarga anual é de $1,84 \times 10^8$, e com base nesses dados estima-se que a disponibilidade de água no aquífero serra grande para a população urbana de Picos em 2040 é de aproximadamente $3.244.000.000 \text{ m}^3$, e o consumo de 2017 a 2040 pode chegar a $110.519.863,56 \text{ m}^3$. Analisando a discrepância da disponibilidade de água em 2040 com o consumo anual dos próximos 23 anos, chega a um resultado significativo em relação à população existente o que compromete o manancial do aquífero podendo não suportar a demanda da população. Desse modo importante que a população tenha consciência da possível escassez de água no futuro e uma alternativa é que sejam implantadas políticas de conscientização específicas para tentar minimizar o futuro problema.

Palavras-chave: águas subterrâneas; aquífero; população;

1. INTRODUÇÃO

Visto que as águas subterrâneas representam a maior fonte para abastecimento, é de grande importância no suprimento hídrico de diversas populações do Brasil. No estado do Piauí, essa condição de importância das águas subterrâneas se destaca, visto que o estado possui grandes reservas hidrogeológicas, o que proporciona a sua população uma vida melhor mesmo com as condições climáticas desfavoráveis existentes no estado (CPRM, 2012).

O município de Picos está localizado na região Sudeste do Piauí, detém atributos que requerem estudos sobre essa relação sociedade e natureza, seja na sua caracterização fisiográficas (geomorfologia, geologia, climatologia, hidrografia, pedologia e vegetação), socioeconômica (população, indicadores sociais, atividades econômicas), bem como caracterização das formas de uso e ocupação da terra, possibilitando uma análise integrada do ambiente (VIANA et al, 2017).

A região Nordeste por fazer parte do semiárido do Brasil, é carente de águas superficiais e por isso o abastecimento de água da região é feito a partir de águas subterrâneas. Com a cidade de Picos não é diferente, pois parte da região tem essas características climáticas. Sendo a água um recurso de fundamental importância à vida, a garantia do suprimento desse recurso natural a toda população em quantidade e qualidade satisfatórias deve ser uma ação prioritária. Os maiores desafios enfrentados pelos países em desenvolvimento são os de garantir abastecimento de água, de forma sustentável (ALMEIDA; VENDRAMINI, 2015).

Diante deste problema, este trabalho teve como principal objetivo projetar o consumo com base na disponibilidade hídrica atual, com uma estimativa matemática e determinar a disponibilidade aproximada de água para os próximos vinte anos, bem como o consumo para a população urbana da cidade de Picos-PI e assim verificar se a disponibilidade hídrica é suficiente.

2. METODOLOGIA

A área de estudo foi a cidade de Picos situada na Região Sudeste do Piauí, parte do vale do rio Guaribas. Inicialmente foi feito um estudo bibliográfico em busca de dados dos dois últimos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em seguida foram tabulados os dados matemáticos com algumas equações para chegar aos resultados. Para realização desse trabalho fez-se necessário seguir alguns procedimentos metodológicos.

O cálculo da estimativa populacional foi feito por progressão geométrica e por progressão aritmética.

Para o cálculo da estimativa populacional por progressão geométrica é necessário conhecer duas população e seus respectivo ano de ocorrência utilizou-se a fórmula:

$$P_t = P_0 \cdot e^{K_g(t - t_0)} \quad (1)$$

Onde: P_t = a população no ano t_n que se deseja estimar; P_0 = a população inicial no ano t_0 ; K_g = a taxa de crescimento da população, dada por:

$$K_g = (\ln P_2 - \ln P_0) / (t_2 - t_0) \quad (2)$$

Sendo: P_2 = a população conhecida no ano t_2 ; P_0 = a população conhecida no ano t_0 . Para progressão aritmética, o método admite que a população se comporte como uma progressão aritmética com taxa de crescimento constante. A sua utilização, como no método anterior, requer o conhecimento de dois valores de população e os seus respectivos anos de ocorrência. A formulação matemática do método é:

$$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0) \quad (3)$$

Onde: P_t = a população no ano t_n que se deseja estimar; P_0 = a população inicial no ano t_0 ; K_a = a taxa de crescimento da população, dada por:

$$K_a = (P_2 - P_0) / (t_2 - t_0) \quad (4)$$

Com, ($t_2 > t_1$) Sendo: P_2 = a população conhecida no ano t_2 ; P_0 = a população conhecida no ano t_0 . O cálculo do consumo foi realizado com base na população estimada e no consumo per capita, além de um reforço relacionados as percas no sistema de distribuição igual a 20 %. Com base nesses dados o consumo para uma população de 10 mil até 100 mil habitantes é de 150 l/hab/dia (FAGANELLO Et al, 2015).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Considerando que a avaliação do volume de água em uma cidade é de suma importância para a distribuição aquífera de uma determinada região, chega-se a conclusão que essa conjectura pode ser feita com o conhecimento dos elementos apresentados de população, consumo per capita e prováveis variação de consumo. Foi feita uma avaliação da disponibilidade hídrica do aquífero Serra Grande da zona urbana do município de Picos- PI, baseados em dados dos dois últimos censos (2000 e 2010). Analisou-se o consumo per capita de água por dia, a projeção populacional, o consumo diário e o consumo anual de 2017 a 2040, como mostrado na tabela 1.

Tabela 1. Consumo anual de água da população da zona urbana de Picos-PI de 2017 a 2040.

| Ano | Consumo per capita | População | Consumo diário | Consumo anual |
|------|--------------------|-----------|----------------|---------------|
| 2017 | 150 | 62284 | 9342600 | 3410049000 |
| 2018 | 150 | 62910 | 9436500 | 3444322500 |
| 2019 | 150 | 63542 | 9531300 | 3478924500 |
| 2020 | 150 | 64181 | 9627150 | 3523536900 |
| 2021 | 150 | 64826 | 9723900 | 3549223500 |
| 2022 | 150 | 65478 | 9821700 | 3584920500 |
| 2023 | 150 | 66136 | 9920400 | 3620946000 |
| 2024 | 150 | 66800 | 10020000 | 3667320000 |
| 2025 | 150 | 67472 | 10120800 | 3694092000 |
| 2026 | 150 | 68150 | 10222500 | 3731212500 |
| 2027 | 150 | 68835 | 10325250 | 3768716250 |
| 2028 | 150 | 69526 | 10428900 | 3816977400 |
| 2029 | 150 | 70225 | 10533750 | 3844818750 |
| 2030 | 150 | 70931 | 10639650 | 3883472250 |
| 2031 | 150 | 71644 | 10746600 | 3922509000 |
| 2032 | 150 | 72364 | 10854600 | 3972783600 |
| 2033 | 150 | 73091 | 10963650 | 4001732250 |
| 2034 | 150 | 73826 | 11073900 | 4041973500 |
| 2035 | 150 | 74568 | 11185200 | 4082598000 |
| 2036 | 150 | 75317 | 11297550 | 4134903300 |
| 2037 | 150 | 76074 | 11411100 | 4165051500 |
| 2038 | 150 | 76839 | 11525850 | 4206935250 |
| 2039 | 150 | 77611 | 11641650 | 4249202250 |
| 2040 | 150 | 78391 | 11758650 | 4303665900 |
| | | | | 92099886600 |

Fonte: Dados da Pesquisa.

A projeção para a população de Picos-PI para 2040 em progressão geométrica considerando os censos de 2000 e 2010 é de 78.391 hab. Conforme o calculo a baixo:

$$K_g = (\ln P_2 - \ln P_0) / (t_2 - t_0) \Rightarrow K_g = (\ln 58.307 - \ln 52.547) / (2010 - 2000) = \frac{10.97 - 10.87}{10} = \frac{0,1}{10} = 0,01$$

$$P_t = P_0 \times e^{K_g(t - t_0)} = 52.547 \times e^{0,01(2040 - 2000)} = 78.391$$

$$P_t = P_0 \times e^{0,4} \Rightarrow P_{2040} = 52.547 \times e^{0,4} = 78.391 \text{ hab}$$

A projeção para a população de Picos-PI para 2017 em progressão geométrica considerando os censos de 2000 e 2010 é de 62.284 hab. Conforme o calculo a baixo:

$$P_t = P_0 \times e^{K_g(t-t_0)} = 00,1(2017-2000) = 0,17 \quad P_t = P_0 \times e^{0,17} \rightarrow P_{2017} = 52.547 \times e^{0,17} = 62.284 \text{ hab.}$$

A projeção para a população de Picos-PI para 2040 em progressão aritmética considerando os censos de 2000 e 2010 é de 86.734 hab. Conforme o calculo a baixo:

$$K_a = (P_2 - P_0) / (t_2 - t_0) \rightarrow K_a = \frac{58.307 - 52.547}{2010-2000} = 576$$

$$P_t = P_0 + K_a \cdot (t - t_0) \rightarrow P_{2040} = 52.547 + 576(2040-2000)$$

$$P_{2040} = 52.547 + 23.040 = 75.587 \text{ hab.}$$

Faganello et al (2015) classificou que para uma população com faixa de 10 a 100 mil habitantes o consumo per capita de água é de 150 l/hab/dia, considerando um acréscimo de 20% devido as perdas, chega-se a conclusão que o consumo diário de água em 2040 será de 11.758.650 L/dia, conforme o calculo abaixo: $150 \times 78.391 = 11.758.650 \text{ L/dia}$. Sobre o consumo diário de água de 2017 a 2040 com base no trabalho de Faganello et al (2015) chega-se a conclusão que será de $92.099.886,6 \text{ m}^3 + 20\% = 110.519.863,56 \text{ m}^3$. Considerando os dados obtidos por Vidal (2003) a disponibilidade hídrica em 2001 era de $3,06 \times 10^9 \text{ m}^3$ e o valor da recarga do aquífero Serra Grande é de $4,73 \times 10^6$, considerando o período de 2001 ate 2040, e temos o seguinte cálculo: $4,73 \times 10^6 \times 39 = 184,47 \times 10^6 = 1,84 \times 10^8$.

Neste sentido a recarga anual é de $1,84 \times 10^8 \text{ m}^3$ com base nesses dados descobrimos a disponibilidade de água no aquífero Serra Grande para a população urbana de Picos-Pi em 2040 ele terá $3.244.000.000 \text{ m}^3$, conforme o calculo abaixo:

$$3,06 \times 10^9 + 1,84 \times 10^8 = 3.244.000.000 \text{ m}^3$$

4.CONCLUSÕES

Diante das conjecturas analisadas, o aquífero Serra Grande, nas condições atuais pode sofrer uma escassez no futuro, em virtude da devastação das matas ciliares, da vegetação, do crescimento populacional que pode vir a exaurir o aquífero dependendo de uma série de fatores externos como renda, faixa etária, educação, dentre outros. Mas de acordo com os dados estimados para 2040 a disponibilidade de água será de $3.244.000.000,00 \text{ m}^3$ e o consumo de 2017 a 2040 chegará a $110.519.863,56 \text{ m}^3$. Analisando a discrepância entre a disponibilidade de água para 2040 e o consumo anual dos próximos 23 anos, chega-se a um resultado significativo em relação à população existente, o que compromete o manancial do aquífero podendo não suportar a demanda da população. Por tanto uma alternativa viável é que sejam implantadas políticas de conscientização específicas para tentar minimizar esse futuro problema, e assim adotar metodologias como: campanhas educativas que implante ideias para o reuso da água e/ou coletas de agua das chuvas, pois segundo, Viana et al (2017) a precipitação pluviométrica média de Picos-PI é de isoietas anuais entre 800 e 1.400 ou seja há ocorrência significativa de chuva e isso deixa essa alternativa acessível pode maximizar a capacidade do o aquífero.

AGRADECIMENTOS:

IESSC e IFPI

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, r. M; vendramini, d. Abastecimento de água em comunidade ribeirinha do submédio São Francisco — o caso da Ilha do Rodeadouro (BA). Revista de Desenvolvimento Econômico – RDE - Ano XVII - Edição especial - dezembro de 2015 Salvador, BA
- [2] Companhia De Pesquisa De Recursos Minerais – CPRM, Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas: relatório diagnóstico Aquífero Serra Grande, Bacia Sedimentar do Parnaíba, Belo Horizonte: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2012.
- [3] Faganello a. M. P; jabur, a. S; okawa, c. M. P. Tarifa social do estado do paraná: um estudo de caso no bairro monte cristo na cidade de Londrina-PR. Revista Percurso – NEMO. Maringá, v. 7, n.1 , p. 03- 26, 2015.

[4] Viana, a. I. G; nunes, h. K. B; silva, j. F. A; cabral, l. J. R. S; aquino, c. M. S; santos, r. W. P. Caracterização Fisiográfica e Socioeconômica do Município de Picos/PI: Potencialidades, Limitações e Vulnerabilidades. Inter espaço, v. 3, n. 9, Grajaú/MA; maio/ago. 2017.

[5] Vidal, c. L. R. Disponibilidade e gerenciamento sustentável do aquífero Serra Grande no município de Picos-Piauí. Tese (Doutorado em recursos minerais e hidrologia) programa de pós-graduação em recursos minerais e hidrologia, Universidade de São Paulo e o Instituto de Geociências, São Paulo - SP, 2003.

Capítulo 7

Avaliação da clarificação de águas de cisternas do Município de Sumé-PB usando a moringa oleífera como coagulante

Crisóstomo Hermes Soares Trajano da Silva

Bruno Rafael Pereira Nunes

Maxsuel da Costa Leal

Emanuelle Bezerra Dos Santos

Lucas Eduardo de Moura Nascimento

Maria Alice de Melo Pinheiro

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi comparar diferentes formas de aplicação da semente da *Moringa oleifera* na clarificação da água oriunda das cisternas, no município de Sumé, Paraíba, Brasil, proporcionando o uso adequado de um coagulante natural por todos os usuários deste tipo de reservatório. Os testes foram conduzidos em garrafas PET, sendo utilizados como coagulante as sementes descascadas e trituradas em moinho de facas e uma solução preparada na proporção de 20 gramas (g) de sementes para 1 litro (L) de água destilada. Aplicou-se o planejamento experimental de dois fatores e três repetições no ponto central para verificar a influência das variáveis de entrada tempo de tratamento (30, 60 e 90 min), massa de semente (0,1; 0,3 e 0,5 g) ou volume de solução de semente (10, 20 e 30 mL), sobre a turbidez, o pH e a condutividade elétrica das amostras. Os resultados obtidos para turbidez permitiram verificar uma redução de até 42% quando se aplicou o pó, e de aproximadamente 55%, quando utilizou-se a solução. A partir da análise de variância, verificou-se que, para a forma líquida do coagulante, o tempo é estatisticamente significativo quando a resposta é a turbidez, para um nível de confiança de 95%. Com isso, é possível afirmar que, para as condições estudadas, a aplicação da solução obtida a partir das sementes de moringa proporcionou melhores resultados na redução da turbidez das amostras de água de cisterna, sendo observada a tendência de que um maior tempo de tratamento pode gerar resultados melhores.

Palavras-chave: Turbidez, Planejamento experimental, Coagulante natural, *Moringa Oleifera*.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da população mundial, a demanda pela água se tornou cada vez maior, bem como a preocupação quanto à disponibilidade desse recurso e em que condições ela chega até a população. Algumas regiões, como o semiárido brasileiro, caracterizam-se por longos períodos de estiagem, apresentando uma precipitação anual entre 350 e 700 mm. Para minimizar o problema da falta d'água, são utilizadas cisternas, que são tanques de armazenamento das águas de chuvas e carros-pipa. As águas oriundas desses tipos de abastecimento representam grande risco à população usuária, pois muitas vezes, apresentam elevada turbidez, especialmente em períodos de elevado índice pluviométrico, devido à grande quantidade de partículas suspensas e matéria orgânica dissolvida. Por muitas vezes, esses parâmetros se apresentam fora dos padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, podendo representar uma ameaça à saúde dos moradores que fazem uso dessas águas. Uma alternativa que vem sendo estudada para diminuir a quantidade de sólidos suspensos em águas com essas características é a aplicação de coagulantes naturais, como a Moringa oleífera (FRANCO, 2015; BRANDÃO, 2011; MARTINS, 2014).

Um das grandes razões pelas quais se busca o uso alternativo de coagulantes naturais está no fato de que vários estudos apontam certa preocupação em relação a ingestão do alumínio residual presente nas águas tratadas, com o uso de sulfato de alumínio no processo de coagulação, além de outros produtos à base de sulfato, por não serem biodegradáveis, podendo gerar elevadas quantidades de lodo (Huang et., 2000). Já as sementes de moringa possuem uma proteína (proteína catiônica) que, quando dissolvida em água, é capaz de promover a redução da cor e turbidez de águas consideradas sujas devido ao alto teor de sólidos e matéria orgânica em suspensão. Amagloh & Benang (2009) afirmam que as sementes possuem baixo peso molecular e adquirem carga positiva que possibilita a atração de partículas negativamente carregadas tais como, argilas e silte, formando flocos densos que sedimentam. Além disso, o coagulante à base de sementes da moringa, por ser de origem natural, possui significativa vantagem, quando comparado ao coagulante químico, sulfato de alumínio, principalmente para pequenas comunidades uma vez que pode ser preparado no próprio local. Segundo Muyibi e Evison (1995) vários estudos têm demonstrado sua efetiva capacidade antimicrobiana, promovendo dessa forma a obtenção de uma água de boa qualidade a um baixo custo.

Com isso, o objetivo do presente trabalho é comparar diferentes formas de aplicação da semente da Moringa oleífera na clarificação da água oriunda das cisternas, no município de Sumé, Paraíba, Brasil, proporcionando o uso adequado de um coagulante natural por todos os usuários deste tipo de reservatório. Objetiva-se também identificar o melhor tempo de contato entre a moringa e a água e a quantidade ideal de coagulante para a clarificação de água com turbidez.

2. METODOLOGIA

As sementes utilizadas para o processo de clarificação foram coletadas nas dependências do Centro de Formação de Professores (CFP), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus de Cajazeiras- PB, Figura 1. As sementes foram separadas das vagens (fruto) e em seguida, após a remoção das suas cascas, foram moídas em moinho de facas tipo Willey macro – Tn650/1 com peneira.

Figura 1 – Sementes da *Moringa oleífera* antes da moagem



As amostras de água utilizadas na realização dos testes foram coletadas junto a moradores do município de Sumé-PB, captadas e acumuladas em cisternas durante o período chuvoso. Essas amostras foram armazenadas em garrafas pet, previamente lavadas, permitindo assim a preservação das propriedades físico-químicas das amostras que foram avaliadas em tempo de até 24 horas após a coleta, como estabelecido pelo protocolo de análises de águas (PINTO, 2004).

Os testes foram conduzidos em garrafas PET, conforme apresentado na Figura 2, sendo utilizados como coagulante as sementes descascadas e trituradas em moinho de facas e uma solução preparada na proporção de 20 gramas (g) de sementes para 1 litro (L) de água destilada.

Figura 2 – Garrafas PET utilizadas no tratamento de 1 L de água de cisterna com *Moringa oleifera*.



Ao término do processamento alíquotas da água, antes e após os tratamentos, foram coletadas para realização das determinações físico químicas utilizando-se um turbidímetro (MS TECNOPON), um pHmetro (QUIMIS) e um condutivímetro (MS TECNOPON).

Aplicou-se o planejamento experimental de dois fatores e três repetições no ponto central, conforme apresentado na Tabela 1, para verificar a influência das variáveis de entrada tempo de tratamento (30, 60 e 90 min), massa de semente (0,1; 0,3 e 0,5 g) ou volume de solução de semente (10, 20 e 30 mL), sobre a turbidez, o pH e a condutividade elétrica das amostras.

Tabela 1 - Matriz de planejamento fatorial 2^3 e níveis reais das variáveis independentes

| Ensaio | Tempo de processo | Quantidade de coagulante | |
|--------|-------------------|--------------------------|--------------|
| | | Pó (g) | Solução (mL) |
| 1 | 30 | 0,1 | 10,0 |
| 2 | 90 | 0,1 | 10,0 |
| 3 | 30 | 0,5 | 30,0 |
| 4 | 90 | 0,5 | 30,0 |
| 5 | 60 | 0,3 | 20,0 |
| 6 | 60 | 0,3 | 20,0 |
| 7 | 60 | 0,3 | 20,0 |

Com o auxílio do software Statistica®, realizou-se a análise de variância para verificar quais fatores apresentam influência estatisticamente significativa sobre as respostas, para um nível de confiança de 95%.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas de amostras de água de cisterna, antes (B) e após os ensaios de tratamento, com as duas formas de aplicação do coagulante preparados a partir de sementes de *Moringa*. Encontram-se apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados obtidos após etapa de tratamento das amostras

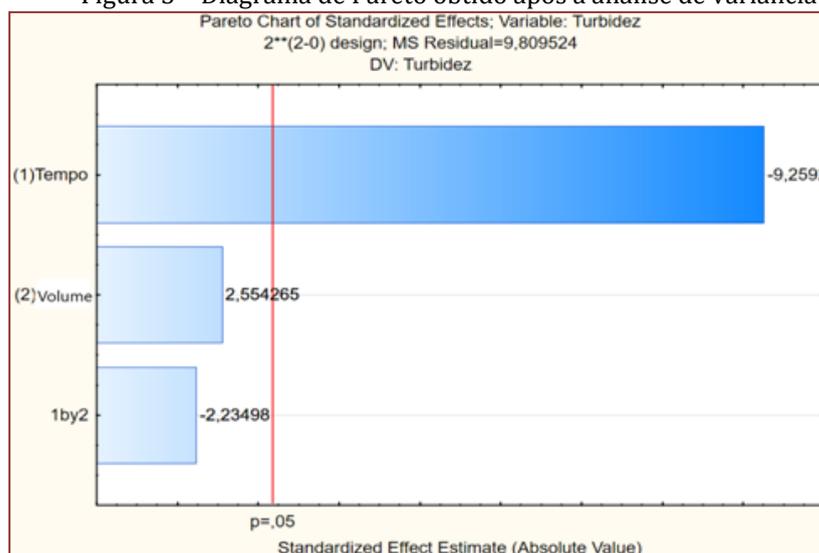
| Amostra | Coagulante em pó | | | Coagulante em solução | | |
|---------|------------------|---------------------|----------------|-----------------------|---------------------|----------------|
| | pH | Condutividade (ppm) | Turbidez (NTU) | pH | Condutividade (ppm) | Turbidez (NTU) |
| B | 8,00 | 211,2 | 22,2 | 8,61 | 248,6 | 86,0 |
| 1 | 7,87 | 187,2 | 18,5 | 8,03 | 256,9 | 61,0 |
| 2 | 7,84 | 190,4 | 18,8 | 8,02 | 261,2 | 39,0 |
| 3 | 7,87 | 191,3 | 12,9 | 7,71 | 272,3 | 76,0 |
| 4 | 7,76 | 190,4 | 18,5 | 7,79 | 262,1 | 40,0 |
| 5 | 7,89 | 184,6 | 18,7 | 7,91 | 262,4 | 60,0 |
| 6 | 7,91 | 186,0 | 20,1 | 7,86 | 266,2 | 56,0 |
| 7 | 7,83 | 187,5 | 17,3 | 7,81 | 267,1 | 55,0 |

Com relação ao pH e a condutividade, observa-se que houve uma leve alteração destes parâmetros, para todas as condições aplicadas, comparando-se com os valores obtidos para amostra da água bruta. Os resultados obtidos para turbidez permitiram verificar uma redução de até 42% quando se aplicou o pó, para um tempo de 30 minutos e massa de 0,5 g, e de aproximadamente 55% em 90 minutos, quando foram utilizados 10 mL de solução.

Após a realização da análise de variância foi possível verificar que quando se utilizou a forma líquida do coagulante, o tempo é estatisticamente significativo para a resposta turbidez.

Na Figura 3 encontra-se o diagrama de Pareto obtido a partir dos resultados obtidos na utilização do planejamento experimental avaliando a influência do tempo e da quantidade do coagulante, em solução, sobre a resposta turbidez.

Figura 3 – Diagrama de Pareto obtido após a análise de variância



Ao utilizar a solução de semente de *Moringa oleifera* e água destilada como coagulante, percebeu-se que houve maior redução da turbidez no tempo de 90 minutos, o maior aplicado nos ensaios realizados. Avaliando o diagrama de Pareto, percebe-se que o efeito desse fator sobre a turbidez é negativo, ou seja, quanto maior o tempo utilizado, menor será o valor da turbidez. Com isso, para as condições estudadas, verifica-se que uma exposição da alíquota da água ao coagulante por um período mais prolongado pode

proporcionar uma maior redução na quantidade de sólidos em suspensão. Keogh et al (2017) alcançaram 85% de redução da turbidez, utilizando o pó, para um tempo de 24 horas. Paula et al. (2014) acreditam que um tempo de tratamento mais longo se faz necessário para que ocorra a liberação das proteínas ativas responsáveis pelo efeito coagulante.

4. CONCLUSÃO

Para as condições estudadas, a aplicação da solução obtida a partir das sementes de moringa proporcionou melhores resultados na redução da turbidez das amostras de água de cisterna, alcançando-se 55% de redução deste parâmetro sendo observada a tendência de que um maior tempo de tratamento pode gerar resultados melhores.

REFERÊNCIAS

- [1] Amagloh, f. K.; benang, a. Effectiveness of *Moringa oleifera* seed as coagulant for water purification. African Journal of Agricultura Research, v.4, n.1, p.119-123, 2009.
- [2] Brandão, v. A. Da c. A importância do tratamento adequado da água para eliminação de microorganismos. 2011, 36f. Monografia – Universidade Estadual de Goiás. Brasília, 2011.
- [3] Franco, c. S. Sistema Alternativo de Tratamento de Água em Escala Descentralizada. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Lavras 2015, 113f. Lavras-MG, 2015.
- [4] Huang, c.; chen, s.; pan, r.j. Optimal condition for modification of Chitosan: a biopolymer for coagulation of colloidal particles. Water Research, v. 34, n. 3, p. 1057, 2000.
- [5] Ideme – Instituto de Desenvolvimento Municipal e Estadual da Paraíba. Disponível em: <http://www.ideme.pb.gov.br>. Acesso em: 15 out. 2018.
- [6] Keogh, m. B., elmusharaf, k., borde, p., mcguigan, k. G. Evaluation of the natural coagulant *Moringa oleifera* as a pretreatment for SODIS in contaminated turbid water. Solar Energy 158, 448-454, 2017.
- [7] Martins, t. J. C. Sistemas de Abastecimento de Água para Consumo Humano – Desenvolvimento e Aplicação de Ferramenta Informática para a sua Gestão Integrada. 2014, 113f. Dissertação de Mestrado – Escola Superior Agrária de Bragança. Bragança, 2014.
- [8] Magloh, f.k. And benang, a. Effectiveness of *Moringa oleifera* Seed as Coagulant for Water Purification. African Journal of Agricultural Research, 4, 119-123, 2009.
- [9] Muyibi, s. A.; evison, l. M. *Moringa Oleifera* Seeds for Softening Hardwater. Water Research, Great Britain, v. 29, n. 4, p. 1099 - 1105, 1995.
- [10] Paula, h. M. De. Ilha, m. S. De o. ANDRADE, L. S. Concrete plant wastewater treatment process by coagulation combining aluminum sulfate and *Moringa oleifera* powder. Journal of Cleaner Production 76, 125 a 130, 2014.
- [11] Pinto-coelho, r. M. Métodos de coleta, preservação, contagem e determinação de biomassa em zooplâncton de águas epicontinentais. In: BICUDO, C. E. de M.; C. de C. BICUDO (orgs). Amostragem em Limnologia, p.149-167. São Carlos: RiMa, 2004

Capítulo 8

Análise da condição da água de poços freáticos, de cidade no semiárido brasileiro, utilizada como água de amassamento na produção de concreto e argamassa

Jonatã Gomes de Souza

Renilson Pinto Alves

Daniel Baracuy da Cunha Campos

Resumo: A qualidade de concretos e argamassas está diretamente ligada à qualidade de seus materiais componentes, dentre eles, a água de amassamento. A água destinada à produção desses materiais não deve conter substâncias que possam vir a prejudicar as reações de hidratação do cimento, já que isto possibilita o surgimento de patologias que afetam diretamente na serventia, durabilidade e segurança das estruturas. Por este motivo, o trabalho teve como objetivo realizar a análise da condição da água de poços da cidade de Araruna-PB, a fim de identificá-la, de acordo com as especificações da ABNT NBR 15900/2009, como adequada ou não à produção de concretos e argamassas. Foi realizada a análise físico química das águas de três poços freáticos, seguindo os procedimentos normativos prescritos na ABNT NBR 15900/2009, responsável por especificar os parâmetros necessários para a água ser considerada adequada ao preparo de concreto e argamassa. Além disso, foram produzidos corpos de prova de argamassa com traço 1:3 (cimento:areia) e relação a/c 0,48, de acordo com a ABNT NBR 7215/1996. Com o propósito de comparar os resultados para o ensaio de resistência à compressão, os corpos de prova foram produzidos utilizando-se água padrão (destilada) e água suspeita de três poços freáticos da cidade. Os ensaios físico-químicos da água dos três poços freáticos analisados mostraram que todos os parâmetros examinados estavam com valores dentro dos limites exigidos por norma, com exceção do pH dos Poços 1 e 2, que apresentaram valores de 4,0 e 4,6, respectivamente, quando o valor aceitável pela norma é de $\text{pH} \geq 5$. Para o ensaio de resistência à compressão, as argamassas produzidas com água proveniente de poços freáticos da cidade de ArarunaPB, atenderam ao estabelecido pela norma, que é obter, no mínimo, 90% da resistência média à compressão das argamassas produzidas com água destilada.

Palavras-Chaves: Análise físico-química, Resistência à compressão, ABNT NBR 15900:2009, Durabilidade do concreto, Durabilidade da argama

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil a água é considerada como um dos insumos mais utilizados para os diversos serviços que englobam esse setor, seja como componente constituinte de argamassas e concretos ou como ferramenta de limpeza, resfriamento e compactação de terrenos. A água de amassamento apresenta-se como um material fundamental nos diversos elementos construtivos presentes em uma obra, e influencia diretamente na qualidade e segurança da mesma.

Diante de sua importância, a água utilizada na produção de concretos e argamassas, que ganha o nome de água de amassamento, deve obedecer às prescrições das normas técnicas vigentes passando por avaliações de qualidade, de modo que seja utilizada na quantidade apropriada e esteja isenta de substâncias prejudiciais ao desempenho desses materiais. Para isso, é feito uso da norma ABNT NBR 15900-1/2009, que especifica os teores máximos de constituintes prejudiciais na água e orienta quais métodos se utiliza para a análise preliminar e química da mesma (LIMA, 2014).

Embora concretos e argamassas sejam os materiais construtivos mais consumidos do mundo, o conhecimento e a divulgação de práticas construtivas adequadas não acompanharam o crescimento de sua utilização no mercado da construção civil, conseqüentemente, as manifestações patológicas responsáveis pela degradação das estruturas construídas a partir destes, são frequentes e causam danos econômicos, ambientais e sociais, até mesmo irreversíveis.

A deterioração do concreto e da argamassa resulta quase sempre da combinação de fatores externos e internos de processos químicos, físicos, mecânicos e biológicos, que alteram a capacidade dos materiais desempenharem suas funções preestabelecidas, afetando de modo direto na estética, conforto, segurança e durabilidade da obra. Manifestações patológicas como eflorescência, ataques por sulfatos, sais e ácidos, além das reações álcalis agregado, são extremamente nocivas a esses materiais e estão diretamente relacionadas à qualidade da água de amassamento utilizada nos seus processos produtivos (LAPA, 2008).

Neste cenário, as águas de fontes subterrâneas que para utilização na produção de concretos e argamassas devem ser ensaiadas, acabam sendo utilizadas sem o conhecimento de quais prejudiciais substâncias estão influenciando na qualidade final desses produtos.

A cidade de Araruna-PB utiliza água de poços como principal fonte de abastecimento e faz seu emprego em diversas atividades, dentre elas, a produção de concretos e argamassas. Assim, o presente trabalho objetiva analisar a condição da água de poços da cidade de Araruna-PB, de acordo com as especificações da NBR 15900/2009, a fim de identificá-las como adequadas ou não à produção de concretos e argamassas. Além disso, mostra-se imprescindível e de grande valia a construção civil, a comunidade científica e principalmente a população ararunense, já que o tema possui pouco desenvolvimento científico atualmente e custa um valor quase sempre inacessível à população.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

De modo a obter os resultados esperados, a pesquisa fez uso de procedimentos de campo, laboratoriais e bibliográficos, através da coleta, análise e interpretação de dados sobre amostras de água de amassamento de poços da cidade de Araruna-PB, de acordo com os itens a seguir.

2.1 COLETA DE AMOSTRAS DE ENSAIO

Foram coletadas amostras de água suspeita de três poços freáticos, de acordo com a ABNT NBR 15900-2/2009, a fim de realizar a análise físico-química da água e os ensaios de resistência à compressão simples de argamassas. Os recipientes utilizados para a coleta foram garrafas plásticas, mas especificamente garrafas de Polietileno Tereftalato (PET) de 2 litros de capacidade, com tampa e perfeitamente limpas e enxaguadas com a mesma água que cada uma iria armazenar, como é apresentado na Figura 1.

Figura 1- Amostras de água suspeita



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

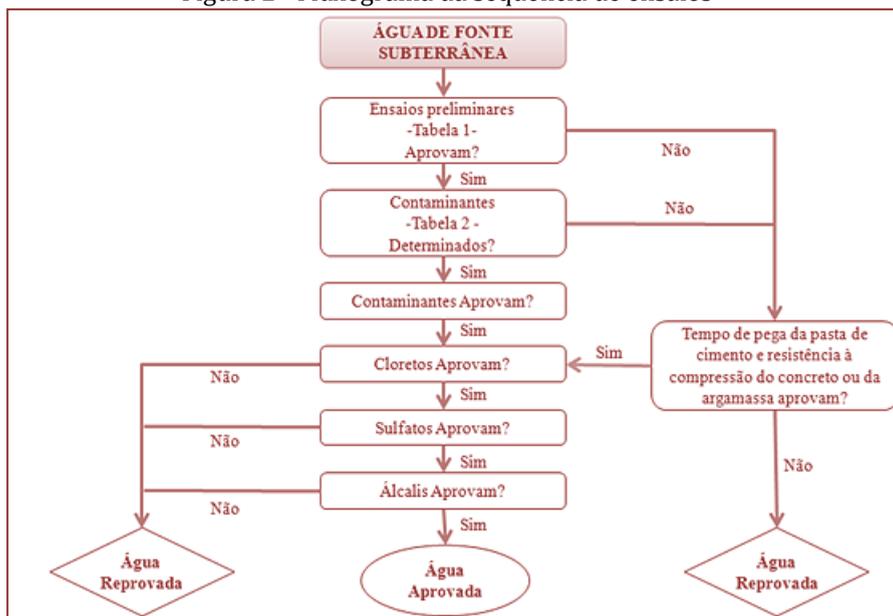
Em se tratando de águas subterrâneas, as amostras foram coletadas com o auxílio de bomba e somente após o fluxo de água que permitia a lavagem completa dos dutos.

A amostra de água destilada foi obtida realizando-se o processo de destilação da água fornecida pelo sistema de abastecimento de água da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), no laboratório de química do Campus VIII da Universidade Estadual da Paraíba

2.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE AMASSAMENTO

A análise físico-química das amostras de água de suspeita, coletadas de acordo com 2.1, foi realizada na Universidade Federal do Rio Grande do Norte. O fluxograma da Figura 2 apresenta a sequência de ensaios que fornecem os subsídios necessários para a aceitação ou recusa de uma amostra de água para produção de concreto e argamassa.

Figura 2 - Fluxograma da sequência de ensaios



Fonte: Adaptado de NBR 15900 (ABNT, 2009)

A análise físico-química da água se inicia com os ensaios preliminares que analisam os parâmetros constantes na Tabela 1.

Tabela 1 Parâmetros e limites de referência para os ensaios preliminares

| Parâmetro | Referência |
|------------------|---|
| Óleo e gorduras | Não mais que traços visíveis |
| Detergentes | Ausentes |
| Cor | Amarelo claro a incolor |
| Odor | Inodora |
| Matéria orgânica | Cor mais clara ou igual à solução padrão, após adição de NaOH |
| Material sólido | Máximo de 50 000 mg/L |
| Ácidos (pH) | ≥ 5 |

Adaptado de NBR 15900 (ABNT, 2009).

Caso todos os parâmetros da Tabela 1 obedeçam aos valores normativos de referência, a próxima etapa é a análise de contaminantes constantes na Tabela 2. Por outro lado, a água que não estiver de acordo com uma ou mais das exigências da Tabela 1 pode ser usada na produção de concreto e argamassa, apenas se os ensaios de tempo de pega da pasta de cimento e de resistência à compressão do concreto ou da argamassa obtiverem os valores exigidos por norma.

Tabela 2 Contaminantes e seus teores máximos permitidos por norma em amostras de água suspeita

| Parâmetro | Referência |
|-----------|------------|
| Açúcares | ≤ 100 mg/L |
| Fosfatos | ≤ 100 mg/L |
| Nitratos | ≤ 100 mg/L |
| Chumbo | ≤ 100 mg/L |
| Zinco | ≤ 100 mg/L |

Fonte: Adaptado de NBR 15900 (ABNT, 2009).

Contaminações na água de amassamento do concreto por substâncias como açúcares, fosfatos, nitratos, chumbo e zinco podem alterar os tempos de pega e resistências à compressão do concreto e da argamassa. Devido o fato da dificuldade de encontrar laboratórios capacitados para realizar a análise dos contaminantes prescritos na Tabela 2, preferiu-se por não realizá-los. Na ausência desses ensaios devem ser realizados os ensaios de tempo de pega da pasta de cimento e resistência à compressão do concreto ou da argamassa em amostras de referência (com água destilada) e paralelamente com a água em ensaio (água de poço freático).

Por fim, foi realizada a análise dos teores de cloretos, sulfatos e álcalis presentes nas amostras de água suspeita, cujos valores normativos de referência são apresentados na Tabela 3.

Tabela 1 - Limites de referência para cloretos, sulfatos e álcalis em amostras de água suspeita

| Parâmetros | Referências |
|------------|---|
| | ≤ 500 mg/L para concreto protendido ou graute |
| Cloretos | ≤ 1 000 mg/L para concreto armado |
| | ≤ 4 500 mg/L para concreto simples (sem armadura) |
| Sulfatos | ≤ 2 000 mg/L |
| Álcalis | ≤ 1 500 mg/L |

Fonte: Adaptado de NBR 15900 (ABNT, 2009).

Na tabela acima é importante observar que o teor máximo de cloretos permitido pela norma varia de acordo com o tipo de concreto produzido. Tal fato ocorre pelo potencial de corrosão das armaduras que é aumentado ao mesmo tempo em que a concentração de cloretos na composição do concreto é maior.

2.3 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES DE ARGAMASSAS

O texto normativo da ABNT NBR 15900/2009 afirma que o ensaio de resistência à compressão, para a análise da qualidade da água de amassamento, pode ser realizado tanto em corpos de prova de concreto quanto em corpos de prova de argamassa.

De acordo com a ABNT NBR 15900/2009, a resistência média à compressão aos 7 dias e 28 dias de corpos-de-prova de concreto ou de argamassa, preparados com a água em ensaio (água de poço freático), deve alcançar pelo menos 90 % da resistência à compressão média de corpos-de-prova preparados com água destilada ou deionizada.

2.3.1 PRODUÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Depois de realizadas a coleta das amostras de água, foi feita a preparação e caracterização da areia de acordo com as especificações das normas ABNT NBR 7214 e ABNT NBR NM 248, respectivamente.

Posteriormente, foram produzidos corpos de prova de argamassa com quatro tipos de água de amassamento diferentes, ou seja, com água proveniente de três poços freáticos e água destilada. A preparação dos corpos de prova seguiu os preceitos da ABNT NBR 7215/1996, com argamassas compostas de uma parte de cimento CII-Z-32, três de areia (frações fina, média fina, média grossa e grossa) e com relação água/cimento de 0,48. O quantitativo de materiais utilizados na produção dos corpos de prova é apresentado na Tabela 4.

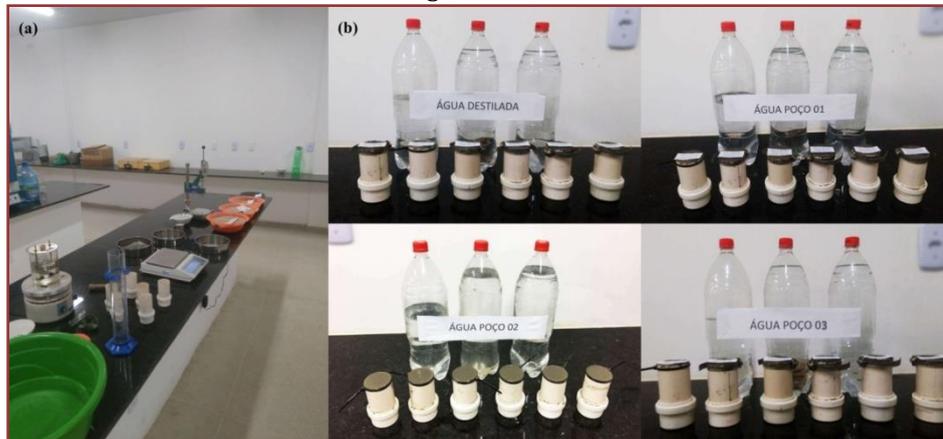
Tabela 4 - Quantitativos dos materiais para produção dos corpos de prova

| Material | Massa para mistura (g) |
|-----------------------------|------------------------|
| Cimento Portland CP-II-Z-32 | 624 ± 0,4 |
| Água | 300 ± 0,2 |
| Areia Normal | - |
| Fração Grossa | 468 ± 0,3 |
| Fração Média Grossa | 468 ± 0,3 |
| Fração Média Fina | 468 ± 0,3 |
| Fração Fina | 468 ± 0,3 |

Fonte: NBR 7215 (ABNT, 1996).

Foram produzidos 6 corpos de prova para cada tipo de água de amassamento em moldes de dimensões 50mmx100mm, como mostra a Figura 3. Após 24 horas nos moldes, os corpos de prova foram desmoldados e colocados em cura submersa em um depósito com água saturada de cal para a cura final até as datas de rupturas com 7 e 28 dias.

Figura 3 - (a) Produção dos corpos de prova de argamassa; (b) Corpos de prova de argamassa produzidos com diferentes águas de amassamento



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018

2.3.2 Rompimento dos Corpos de Prova

As análises da resistência à compressão das argamassas foram realizadas em triplicata no 7º e 28º dia de cura dos corpos de prova. O rompimento se deu em uma prensa CBR ISC manual com anel dinamométrico, conforme apresenta a Figura 4.

Figura 4 - Rompimento dos corpos de prova



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE AMASSAMENTO

As amostras de água dos três poços freáticos foram ensaiadas de acordo com os procedimentos descritos no item 2.2. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos na análise físico-química para os ensaios preliminares.

Tabela 5- Resultados obtidos para os parâmetros dos ensaios preliminares e seus respectivos limites de referência

| Parâmetro | Resultado | | | Referências |
|------------------|------------|------------|------------|---|
| | Poço 1 | Poço 2 | Poço 3 | |
| Óleo e gorduras | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Não mais que traços visíveis |
| Detergentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes | Ausentes |
| Cor | Incolor | Incolor | Incolor | Amarelo claro a incolor |
| Odor | Inodora | Inodora | Inodora | Inodora |
| Matéria orgânica | Incolor | Incolor | Incolor | Cor mais clara ou igual à solução padrão, após adição de NaOH |
| Material sólido | 40,10 mg/L | 48,50 mg/L | 52,70 mg/L | Máximo de 50 000 mg/L |
| Ácidos (pH) | 4,00 | 4,60 | 5,70 | ≥ 5 |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

A Tabela 6 apresentam os resultados obtidos na análise físico-química, para os parâmetros cloretos, sulfatos e álcalis.

Tabela 6 - Limites de referência para cloretos, sulfatos e álcalis em amostras de água suspeita

| Parâmetro | Resultados | | | Referências |
|-----------------|------------|--------|--------|---|
| | Poço 1 | Poço 2 | Poço 3 | |
| Cloretos (mg/L) | 53,20 | 69,80 | 21,30 | ≤ 500 mg/L para concreto protendido ou graute |
| | | | | ≤ 1 000 mg/L para concreto armado |
| | | | | ≤ 4 500 mg/L para concreto simples |
| Sulfatos (mg/L) | 23,40 | 99,50 | 75,20 | ≤ 2 000 mg/L |
| Álcalis (mg/L) | 201,70 | 345,00 | 284,10 | ≤ 1 500 mg/L |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Através da observação dos resultados obtidos nas Tabelas 5 e 6 é possível verificar que para todos os parâmetros físico-químicos analisados apenas o pH dos Poços 1 e 2 apresentou um valor diferente do limite de referência que é pH>5. O resultado de pH igual a 4,0 e 4,6 revela que a água dos Poços Freáticos 1 e 2, respectivamente, possuem caráter ácido. Para Neville e Brooks (2013), uma água de amassamento ácida pode influenciar negativamente no tempo de pega de concreto e argamassas, já Romano (2004) afirma que o caráter ácido da água de amassamento além de retardar a pega pode diminuir a resistência a compressão desses produtos.

De acordo com as diretrizes propostas na ABNT NBR 15900-1/2009, caso algum desses parâmetros apresentarem resultados diferentes dos estabelecidos na norma, a água suspeita somente é considerada adequada para uso na produção de concreto e argamassa caso obedeça aos limites normativos de cloretos, sulfatos e álcalis. Além disso, os ensaios de resistência à compressão das argamassas ou concreto e tempo de pega das pastas de cimento não destoem mais que 10% e 25%, respectivamente, dos resultados obtidos para esses ensaios feitos utilizando-se água destilada.

Neste caso, o ensaio de tempo de pega exigido por norma, não foi realizado pela falta de equipamentos no Laboratório de materiais e Geotecnia do Campus VIII da Universidade Estadual da Paraíba. Por outro lado, o ensaio de resistência à compressão foi realizado para argamassas e os resultados expostos no item 5.3 mostram que os corpos de provas produzidos utilizando-se água de poços alcançaram e até superaram satisfatoriamente a referência de 90% da resistência à compressão média dos corpos de prova preparados com água destilada.

3.2 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO SIMPLES DE ARGAMASSAS

As Tabelas 7 e 8 apresentam os resultados para o ensaio de resistência à compressão simples para os corpos de prova de argamassa produzidos com água destilada (padrão) e com a água de poço (suspeita), em função do tempo de cura.

Tabela 7 - Resistência à compressão ao 7º dia de cura

| Corpo de prova | Resistência à compressão simples (MPa) – 7 dias | | | |
|--------------------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| | Água destilada | Poço 1 | Poço 2 | Poço 3 |
| I | 14,98 | 13,97 | 13,60 | 15,38 |
| II | 12,65 | 10,43 | 13,97 | 14,03 |
| III | 12,84 | 14,13 | 13,33 | 12,84 |
| Resistência média à compressão (MPa) | 13,49 ± 1,29 | 12,85 ± 2,09 | 13,63 ± 0,32 | 14,08 ± 1,27 |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tabela 8 - Resistência à compressão ao 28º dia de cura

| Corpo de prova | Resistência à compressão simples (MPa) – 28 dias | | | |
|--------------------------------------|--|--------------|--------------|--------------|
| | Água destilada | Poço 1 | Poço 2 | Poço 3 |
| I | 16,67 | 16,72 | 16,80 | 25,90 |
| II | 21,12 | 21,63 | 24,17 | 24,49 |
| III | 22,34 | 17,64 | 22,44 | 21,96 |
| Resistência média à compressão (MPa) | 20,04 ± 2,98 | 18,67 ± 2,61 | 21,14 ± 3,85 | 24,12 ± 2,00 |

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

As Tabelas 7 e 8 mostram que a maior parte dos corpos de prova que utilizaram como água de amassamento a água de poço, ultrapassaram favoravelmente a resistência à compressão dos corpos de prova produzidos com água destilada, tanto aos 7 dias de cura quanto aos 28 dias. A resistência à compressão média para os corpos de prova produzidos com a água dos três diferentes poços superou o limite normativo de 90 % da resistência média à compressão dos corpos de prova com água destilada, chegando ainda a apresentar o maior valor de resistência para o Corpo de Prova I do Poço 3 com o resultado de 25,90 MPa aos 28 dias.

Segundo Romano (2004), uma possível justificativa para esse ganho de resistência à compressão do concreto e da argamassa ao se utilizar a água de poço em seus processos produtivos, está na presença de substâncias em suspensão como silte e argila presentes em pequenas quantidades nas águas subterrâneas, que podem contribuir diretamente no aumento da compacidade da argamassa, contribuindo assim para o aumento de sua resistência à compressão.

4 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a análise da viabilidade de utilização da água de três poços freáticos da cidade de ARARUNA-PB para produção de concreto e argamassa. A realização da análise físico-química para a água em estudo, assim como o ensaio de resistência à compressão das argamassas, promoveu a obtenção de dados mais consistentes sobre os parâmetros exigidos nas referências normativas para a utilização desse tipo de água como água de amassamento.

Frente aos resultados obtidos, o objetivo proposto nesta pesquisa foi atendido com êxito, no momento em que se utilizando dos procedimentos descritos na ABNT NBR 15900/2009, concluiu-se que a água subterrânea proveniente dos poços freáticos analisados, é adequada ao uso como água de amassamento na produção de concreto e argamassa.

Por fim, de modo a garantir um maior controle da qualidade das águas subterrâneas, deve ser feito um monitoramento mensal da água do poço durante seu uso. Além disso, espera-se que os resultados obtidos estimulem a continuidade desta linha de pesquisa, sendo possível obter dados para um maior número de poços da cidade e/ou analisarem a viabilidade de utilização de água de amassamento proveniente de outros tipos de fontes, tais como: Água natural de superfície, água de captação pluvial, água residual

industrial, água de esgoto tratado, água de reuso proveniente de estação de tratamento de esgoto e água recuperada de processos de preparação do concreto.

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, L. C. Concreto. Notas de aula – Departamento de estruturas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, ago./2002.
- [2] Associação BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15900: Água para amassamento do concreto. Rio de Janeiro, 2009.
- [3] _____. NBR 15900: Concreto - Água para amassamento do concreto parte 1: requisitos . Rio de Janeiro, 2009.
- [4] _____. NBR 15900: Concreto - Água para amassamento do concreto parte 2: Coleta de amostras de ensaios. Rio de Janeiro, 2009.
- [5] Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - procedimento. Rio de Janeiro, 2006.
- [6] Associação brasileira de normas técnicas. Nbr 7214: Areia normal para ensaio de cimento. Rio de Janeiro, 2015.
- [7] Associação brasileira de normas técnicas. Nbr 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.
- [8] Associação brasileira de normas técnicas. Nbr nm 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- [9] Lapa, s. J. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. 2008. 56 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- [10] Lima, a. B. Análise das condições da água de amassamento utilizada no concreto produzido em obras da UFERSA, de acordo com as especificações da ABNT NBR 15900:2009. 2014. 64 f. Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil – Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.
- [11] Neville, a. M.; brooks, j. J.. Tecnologia do Concreto. 2. ed. Porto Alegre, 2013.
- [12] Romano, C.. Apostila de tecnologia do concreto. Paraná, 2004.102 p.

Capítulo 9

Produtividade agrícola e eficiência no uso da água de chuva no cultivo de milho

Arthur Luan Dias Cantarelli

Lekson Rodrigues Santos

Marcelo Augusto da Silva Soares

Ricardo Barbosa Gomes de Moraes

Iêdo Teodoro

Ivomberg Dourado Magalhães

Guilherme Bastos Lyra

Cláudio José Soriano Cordeiro

Jeferson Miguel Dias Santos

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um cereal de grande importância econômica, utilizado tanto para alimentação humana e animal, quanto na indústria de alta tecnologia, por exemplo, na produção de etanol (DEMARCHI, 2011). No Nordeste brasileiro, o milho é cultivado, em grande parte, por produtores artesanais, na agricultura de subsistência, com baixo uso de tecnologia (ROCHA, 2012), onde a maior parte dos agricultores são totalmente dependentes da precipitação pluvial como fonte de água, tornando a irregularidade das chuvas um dos fatores que mais interferem na produtividade agrícola da cultura do milho (SOUZA, 1991).

A necessidade hídrica do milho é de 400 a 600 mm de água distribuídos regularmente durante o ciclo de cultivo (FANCELLI, 2001), trazendo um grande desafio à agricultura, aumentar a produção consumindo menos água (SANDER *et al.*, 2004). A água consumida pelas plantas durante o ciclo de cultivo corresponde a evapotranspiração real (ET_r) da cultura, que é determinada pela parte da chuva que fica armazenada no solo e é utilizada pela cultura, ou seja, a precipitação pluvial efetiva (P_e) (TEODORO, 2011). Um índice de grande importância para a administração de irrigação e produtividade de culturas agrícolas, é a eficiência no uso da água (EUA) pela cultura, obtido relacionando a quantidade de água evapotranspirada a produção agrícola (SOUSA *et al.*, 2000).

O presente trabalho teve por objetivo o Rendimento agrícola e a EUA pela cultura do milho em função da disponibilidade de hídrica, em quatro épocas de plantio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), Rio Largo-AL (09° 28' 02" S; 35° 49' 43" W; 127 m de altitude), em um solo classificado por Carvalho (2003) como Latossolo amarelo distrocoeso argissólico de textura média/argilosa.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram quatro épocas de semeadura (E_1 -28/05/2014, E_2 -11/06/2014, E_3 -25/06/2014 e E_4 -22/07/2014) e o espaçamento de 0,80 x 0,25 m. Na adubação de fundação foram aplicados 115 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 192 kg ha⁻¹ de K₂O, e na adubação de cobertura foram aplicados 112,5 kg de N na forma de uréia. As colheitas foram realizadas nos dias 22/10/2014 (E_1), 04/11/2014 (E_2), 25/11/2014 (E_3) e 11/12/2014 (E_4), e o rendimento de grãos em tonelada por hectare foi medido em 9 m lineares.

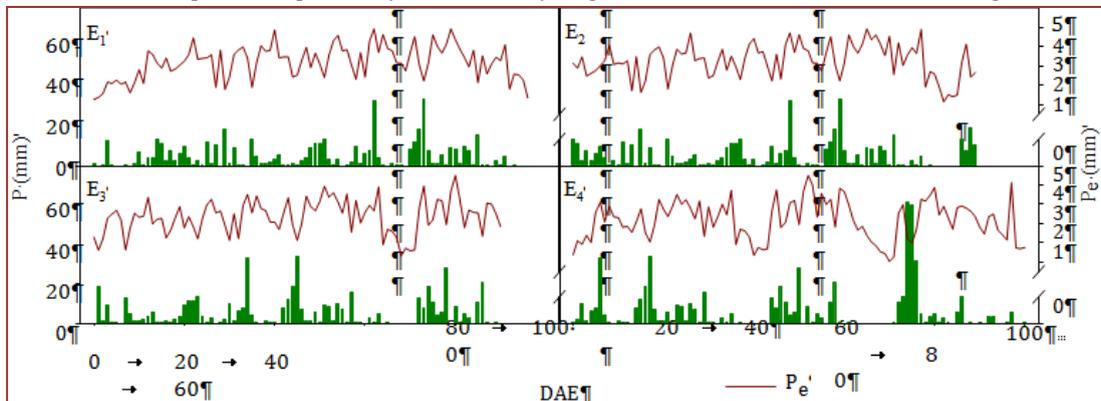
Os dados agrometeorológicos utilizados para o cálculo das médias diárias de chuva e evapotranspiração de referência (ET_0) foram cedidos pelo Laboratório de Agrometeorologia e Radiometria Solar (LARAS). A ET_0 foi calculada pelo método de Penman Monteith (Allen *et al.*, 2005) e a precipitação efetiva (P_e) foi obtida pela evapotranspiração real da cultura (ET_r) determinada através do balanço hídrico de Thorntwaite e Mather (1957). As variáveis agrometeorológicas foram analisadas até o início da fase de grão farináceo. Pois, após essa fase não há mais interferência no rendimento final de grãos. Assim o período de análise foi de 96 dias (28/05/14 a 01/09/14), 89 dias (11/06/14 a 08/09/14), 90 dias (25/06/14 a 23/09/14) e 100 dias (22/07/14 a 31/10/14), em E_1 , E_2 , E_3 e E_4 , respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pluvial total em E_1 , E_2 , E_3 e E_4 foram 457, 477, 478 e 584 mm, respectivamente. Em todas as épocas avaliadas os totais pluviais estiveram dentro da faixa de consumo da cultura para a produção de grãos (FANCELLI, 2001). A cultura do milho necessita de uma boa distribuição hídrica, principalmente no período crítico, que vai do florescimento ao enchimento de grãos (RITCHIE *et al.* 2003), quando o estresse hídrico pode reduzir a produtividade em mais de 50% (MAGALHÃES *et al.*, 2002). A distribuição das chuvas durante todo o estudo, apresentou variações em cada tratamento analisado. Na E_1 , a chuva ocorreu em 86% do ciclo de cultivo, não comprometendo o rendimento agrícola da cultura. No entanto, no tratamento 2 (E_2), onde também foi observado chuvas em 86% dos dias de cultivo, houve um período de 6 dias consecutivos sem chuva, quando as plantas estavam na fase de grãos leitosos. Já na E_3 as chuvas foram distribuídas em 81% dos dias, porém a cultura foi afetada pelos 6 dias sem chuva, nas fases de pendoamento e florescimento, que de acordo com Brito *et al.* (2013) a ocorrência de déficit hídrico durante a antese e logo após a fertilização causa abortamento das flores de milho mesmo que ocorra a polinização, pois o número de grãos por espiga depende das condições fisiológicas da planta no

florescimento. A má distribuição hídrica das chuvas foi mais acentuada em E_4 , quando choveu em 70% do ciclo, porém, houveram 6 dias consecutivos sem chuvas na fase vegetativa e 9 dias, consecutivos, durante o florescimento, causando redução no rendimento agrícola da cultura (Figura 1). De acordo com Maldaner *et al.* (2014), a ocorrência de déficit hídrico na fase vegetativa pode reduzir a produtividade em 25%, devido ao milho ser relativamente tolerante ao estresse hídrico nessa fase. Porém, se o déficit hídrico ocorrer na fase crítica a redução da produtividade é de 50%, devido a extrema sensibilidade ao estresse nessa fase.

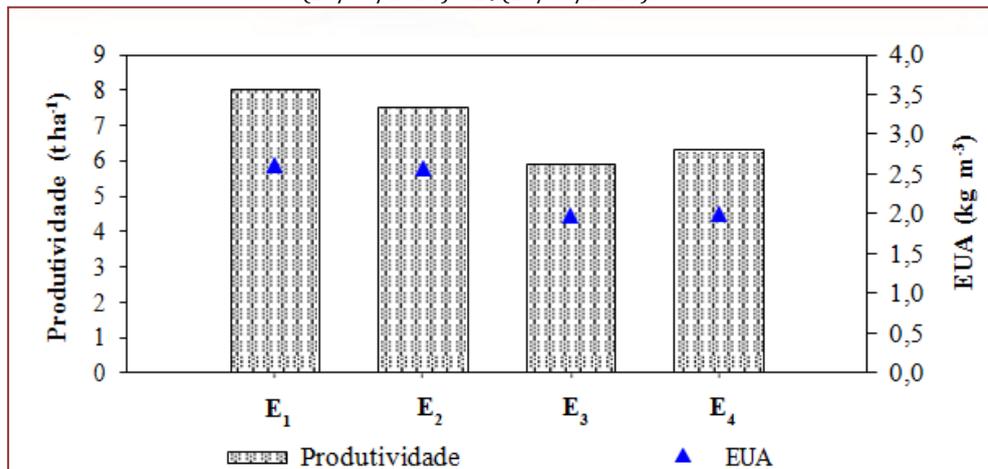
Figura 1. Precipitação pluvial (P) e precipitação efetiva (P_e) diária, durante o ciclo de cultivo do milho em diferentes épocas de plantio (E_1 , E_2 , E_3 e E_4), região dos tabuleiros costeiros de Alagoas.



A P_e acumulada apresentou diferença máxima de 8% entre as épocas avaliadas, com totais de 310 mm (E_1), 295 mm (E_2), 304 mm (E_3) e 320 mm (E_4). A P_e diária nos tratamentos E_1 e E_2 apresentou mínimas de 1,3 e 1,1 mm dia⁻¹, respectivamente, e máxima de 4,9 mm dia⁻¹. Na E_3 , variou de 1,3 e 5,5 mm dia⁻¹, e a E_4 foi de 1,0 a 5,5 mm dia⁻¹. Alguns momentos, durante o ciclo da cultura, a P_e diária nos tratamentos foi inferior a faixa de consumo hídrico diário do milho, que segundo Emygdio *et al.* (2006), vai de 2,0 a 7,0 mm. Essa depleção na P_e diária é causada pela deficiência hídrica ocorrida em função da redução na precipitação pluvial (MEDEIROS, 2009).

A produtividade de grãos alcançou valores entre 5,9 (E_3) e 8,0 (E_1) t ha⁻¹, com diferença máxima de 26% entre os tratamentos, devido a variabilidade da distribuição pluvial durante a condução do experimento a deficiência hídrica nas fases de florescimento e enchimento de grãos, período crítico da cultura (BERGAMASCHI *et al.*, 2006), afetou o rendimento agrícola, principalmente em E_3 e E_4 (Figura 2).

Figura 2. Produtividade e eficiência no uso da água (EUA) pela cultura, em E_1 (28/05/2014), E_2 (11/06/2014), E_3 (25/06/2014) e E_4 (23/07/2014).



A avaliação das épocas de plantio, buscou, com base na P_e e na produtividade agrícola, determinar o período que proporciona a melhor EUA pela cultura. Com isso, foram observados os maiores resultados de EUA na 1ª e 2ª época de plantio, que estiveram expostos a um período com melhor distribuição hídrica temporal, obtendo EUA de 2,58 e 2,54 kg m⁻³, respectivamente. As épocas 3 (E₃) e 4 (E₄) produziram, apenas 1,94 e 1,97 kg m⁻³, na mesma ordem. A produção de grãos por metro cúbico de água foi prejudicada pelo déficit hídrico na fase crítica da cultura, reduzindo o rendimento agrícola, gerando entre os tratamentos avaliados uma diferença máxima de 25% na EUA. Os resultados observados foram próximos aos encontrados por Kang *et al.* (2000), que variaram entre 2,11 e 2,38 kg m⁻³.

4. CONCLUSÃO

A melhor disponibilidade hídrica na fase crítica da cultura fez com que os tratamentos E₁ e E₂ fossem mais produtivos (8,0 e 7,5 t ha⁻¹, respectivamente) e EUA (2,58 e 2,54 kg m⁻³, respectivamente).

REFERÊNCIAS

- [1] Allen, r. G.; pereira, l. S.; smith, m.; raes, d.; wright, j. L. FAO-56 Dual Crop
- [2] Coefficient Method For Estimating Evaporation From Soil And Application Extensions. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.131, n.1, p.1-13, 2005.
- [3] Bergamaschi, h.; dalmago, g. A.; comiran, f. Et al. Déficit hídrico e produtividade
- [4] Na cultura do milho. Brasília, Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 41, n.2, p.243-249. 2006.
- [5] Brito, m. E. B.; aráujo filho g. D.; wanderley, j. A. C.; melo, a. S.; costa, f. B.;
- [6] Ferreira, m. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. Biosci. J., Uberlândia, v.29, n.5, p.1244-1254, Sept./Oct., 2013.
- [7] Carvalho, o. M.; Classificação e caracterização físico-hídrica de solos de Rio Largo, cultivados com cana-de-açúcar. 2003. P.74 (Dissertação mestrado em agronomia– Rio Largo: Universidade Federal de Alagoas, 2003.
- [8] Demarchi, m. Análise da conjuntura agropecuária – Safra 2011/12 milho. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento Departamento de Economia Rural, Paraná, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/ar>. Acesso em 5 jul. 2015.
- [9] Emygdio, b. M. & teixeira, m. C. C. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul - 2006/2007. LI Reunião Técnica Anual de Milho e XXXIV Reunião
- [10] Técnica anual de sorgo, passo fundo – rs, 11 a 13 de julho de 2006. 184 p.
- [11] Fancelli, a. L.; ecofisiologia de plantas de lavoura. In: carlesso, r. (ed.). Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria, 2001, p.59-73.
- [12] Kang, s.; shi, w. & zang, j. An improved water-use for maize grown under regulated deficit irrigation. Field crop research, 67 (2000) 207 – 214.
- [13] Magalhães, p. C.; durães, f. O. M. Fisiologia da Produção de Milho. Sete Lagoas - MG: EMBRAPA-CNPMS, 2002. 23 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 22).
- [14] Maldaner, l. J.; horing, k.; schneider, j. F.; frigo, j. P.; azevedo, k. D.;
- [15] Grzesiuck, a. E. Exigência agroclimática da cultura do milho (*Zea mays L.*). Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.3, p.13-23, 2014.
- [16] Medeiros, r. P. Radiação solar e água em quatro épocas de cultivo de milho de sequeiro (*Zea Mays L.*), na região agreste de alagoas. Dissertação; (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, 2009.
- [17] Ritchie, s. W.; hanway, j. J.; benson, g. O. Como a Planta do Milho se Desenvolve. Piracicaba: POTAFOS, 2003. 20 p. (Potafos. Arquivo do Agrônomo, 15).
- [18] Rocha, a. E. Q. Crescimento e produtividade do milho submetido a doses de nitrogênio nos tabuleiros costeiros de alagoas. Trabalho de Conclusão de Curso; (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Alagoas, 2012.
- [19] Sander, j. Z., bastianssen, w. G. M. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat,

rice, cotton and maize. *Agric. Water Manage.* 69 (2), 115–133. 2004.

[20] Sousa, v.f. De; coelho, e.f.; andrade júnior, a. S.; folegatti, m. V.; frizzone,

[21] J. A. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.4, n.2, p.183-188, 2000.

[22] SOUZA, J. L., PACE, E. L.; Relação hídrica e fenológica de cultura em Rio Largo – AL. Congresso Brasileiro de Meteorologia Meteorologia, Salvador - BA / Novembro de 1990. Aceito para publicação em 29 de abril de 1991.

[23] TEODORO, I. Respostas técnico-econômicas da cana-deaçúcar a níveis de irrigação e adubação nitrogenada. 2011. 82p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Campina Grande- PB, 2011.

[24] THORNTWAITE, C.W. MATHER, J.R. Instructions and tables for computing potencial evapotranspiration and the water balance. Ceterton, NJ: rexel institute of technology- Laboratory, 1957. 311p. (Publications in Climatology, vol. 10, n.3).

Capítulo 10

Previsão sazonal de precipitação para o semiárido brasileiro via modelagem estocástica

Darlan Martínez Schmidt

Rosane Rodrigues Chaves

Paulo Sérgio Lucio

Resumo: A região Nordeste Brasileira apresenta uma grande variabilidade espacial, sazonal e interanual na distribuição das chuvas, desde volumosos índices precipitados na região costeira como baixos volumes nas regiões interioranas, além da má distribuição espacial, existe ainda o fator de que as chuvas ocorrem em poucos meses do ano, principalmente na região semiárida. Na qual o período chuvoso se resume a apenas três a quatro meses do ano, que climatologicamente se estende de fevereiro a maio. Essa variabilidade na região está associada as variações de padrões de ventos locais e Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, que afetam o posicionamento e intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Linhas de Instabilidade (LI), distúrbios Ondulatórios de Leste (OL) e sistemas convectivos locais. A região Nordeste, frequentemente é atingida por eventos extremos, tanto secas periódicas ou eventos ocasionais de inundações. A possibilidade da previsibilidade do comportamento futuro de variáveis meteorológicas, é de fundamental importância principalmente em uma região com grande variabilidade e incertezas anuais. O objetivo do estudo foi construir um modelo numérico de previsão de precipitação, puramente estocástico, baseado na metodologia Box e Jenkins, para o Município de Assú – RN, localizado na região do Semiárido Nordestino Brasileiro. A modelagem estocástica é recomendada quando se estuda variáveis climáticas, pois preservam a memória histórica da série e acoplam as principais características do comportamento da mesma. Para a escolha do modelo apropriado foram feitas análises gráficas e testes estatísticos pertinentes a metodologia adotada. A previsão foi verificada com dados observados na mesma localidade para um mesmo período, isso serve para avaliar a capacidade preditiva do modelo construído, além de permitir a análise dos erros referentes a previsão efetuada. Foi utilizada a série de precipitação mensal no período de 1911 a 2014, total de 103 anos. O modelo selecionado foi um Auto Regressivo Integrado de Média Móvel Sazonal (SARIMA $(1,1,2) \times (1,1,2)_{12}$), tendo como critério de escolha testes de significância e análise de resíduos, além dos valores do índice AIC. Foram realizadas previsões de precipitação para o ano de 2015 e comparadas com os valores reais observados de janeiro até junho de 2015, permitindo concluir que o modelo SARIMA escolhido resultou em uma alternativa viável de previsão sazonal de precipitação para a região semiárida brasileira.

Palavras-chave: Semiárido Brasileiro. Box e Jenkins. Previsão Sazonal de Chuvas.

1. INTRODUÇÃO

O registro e manipulação de dados meteorológicos são essenciais ao entendimento do comportamento de um determinado clima. A marcante variabilidade sazonal e interanual da pluviometria sobre a região Nordeste do Brasil, mais precisamente sobre a região Semiárida, é um dos principais fatores para a ocorrência de eventos extremos tanto secas periódicas ou eventos ocasionais de inundações. Já que apresenta índices pluviométricos que variam em média de 1600 mm a menos de 500 mm anuais, no sentido do litoral ao interior (SCHMIDT, 2014). Essa variabilidade na região está associada as variações de padrões de ventos locais e Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre os oceanos tropicais, que afetam o posicionamento e intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), principal mecanismo responsável pela ocorrência de chuvas no sertão Nordestino, Linhas de Instabilidade (LI) que atuam no setor Norte, distúrbios Ondulatórios de Leste (OL), atuantes na faixa Leste e adentram alguns quilômetros interior adentro e sistemas convectivos locais (NOBRE e MELO, 2001). A possibilidade de previsibilidade do comportamento futuro de variáveis meteorológicas é de fundamental importância, principalmente se tratando da previsão de precipitação, variável de suma importância para o planejamento e gestão dos recursos hídricos em uma região com grande variabilidade e incertezas anuais. A utilização de modelos puramente estocásticos de previsão, é recomendada quando se trabalha com séries temporais de variáveis ambientais e climáticas. Pois preservam a memória histórica da série e acoplam as principais características do comportamento da mesma. O objetivo do estudo foi construir um modelo numérico de previsão de precipitação, puramente estocástico, a partir da metodologia Box e Jenkins, para o Município de Assú – RN, localizado na região Semiárida brasileira. A economia da região é baseada em atividades do setor primário como pesca, seguindo-se as atividades referentes ao setor de serviços e ao setor secundário como exploração petrolífera, ambas sensíveis a falta ou excesso de água. Segundo SCHMIDT (2014) a precipitação média anual da região é de 600 mm, com grande variabilidade espacial e temporal. Para a escolha do modelo apropriado foram feitas análises gráficas e testes estatísticos pertinentes a metodologia adotada. Após verificada a adequabilidade do modelo, é possível gerar a previsão dos índices de precipitação para um determinado período. A previsão deve ser verificada com dados observados na mesma localidade para um mesmo período, isso serve para avaliar a capacidade preditiva do modelo construído, além de permitir a análise dos erros referentes a previsão efetuada. Neste trabalho utilizamos um modelo SARIMA (BOX et al., 1994), modelo sazonal autorregressivo integrado à médias móveis. Com os ajustes do modelo SARIMA foi possível realizar previsões de padrões de comportamento futuro dessa variável.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende à bacia do rio Piranhas-Assú, à jusante do reservatório Armando Ribeiro Gonçalves. Região de clima semiárido e relevo pouco acidentado. O conjunto de dados utilizados neste estudo provém da série de dados pluviométricos observados da estação climatológica localizada no município de Assú – RN, obtidos da Agência Nacional de Águas (ANA). Considerando uma série histórica de dados pluviométricos mensais de 1911 a 2014, total de 103 anos.

Um dos modelos mais utilizados que consideram sazonalidade de uma determinada série temporal, é o modelo ARIMA (LEE e KO, 2011), ARIMA sazonal ou SARIMA. Estes modelos são importantes pois levam em consideração a sazonalidade estocástica dos dados. Tal modelo foi proposto por Box e Jenkins na década de 1970 e tem origem nos modelos auto regressivo (AR), médias móveis (MA) e da combinação dos modelos AR e MA (ARMA) (MORETTIN e TOLOI, 2004).

Os modelos AR (p), MA (q) e ARMA (p,q) são utilizados quando a série é estacionária, ou seja, suas propriedades estatísticas básicas, como média, variância e covariância, permanecem constantes ao longo do tempo (HANKE et al., 2001).

Entretanto, quando a série é não estacionária, ela é transformada em uma série estacionária por meio da aplicação de diferenças na série de dados. Um modelo clássico para séries temporais supõe que a série contenha os seguintes componentes: tendência, ciclo e sazonalidade; e a construção de valores previstos para a série é realizado por meio da reunificação de cada um desses componentes (SOUZA et al., 2008).

Para lidar com as séries que apresentam autocorrelação sazonal, Box e Jenkins (1976) generalizaram o modelo ARIMA e definiram o modelo ARIMA sazonal, conhecido como SARIMA. Estes modelos são importantes pois levam em consideração a sazonalidade estocástica dos dados.

Quando o período for igual a 12 (doze) por exemplo, o modelo denominado SARIMA de ordem (p,d,q) x (P,D,Q)₁₂, é dado por:

$$\varphi(X)\Phi(X^{12})\Delta^d\Delta_{12}^D Z_t = \theta(X)\Theta(X)\delta\alpha_t$$

Eq:(1)

em que: $\varphi(X)$ é o operador autorregressivo (AR) de ordem p , $\theta(X)$ é o operador médias móveis (MA) de ordem q , $\Phi(X)$ é o operador AR-sazonal de ordem P , $\Theta(X)$ é o operador MA-sazonal de ordem Q . Δ é o operador diferença, Δ_{12}^D é o operador diferença sazonal e $\delta\alpha_t$ é o ruído branco ou resíduo.

A metodologia Box-Jenkins é definida por um ciclo composto de cinco etapas iterativas: Identificação do Modelo; Estimativa dos Parâmetros; Verificação; e Previsão, que compreende a aplicação e verificação do Modelo (HAAN, 2002).

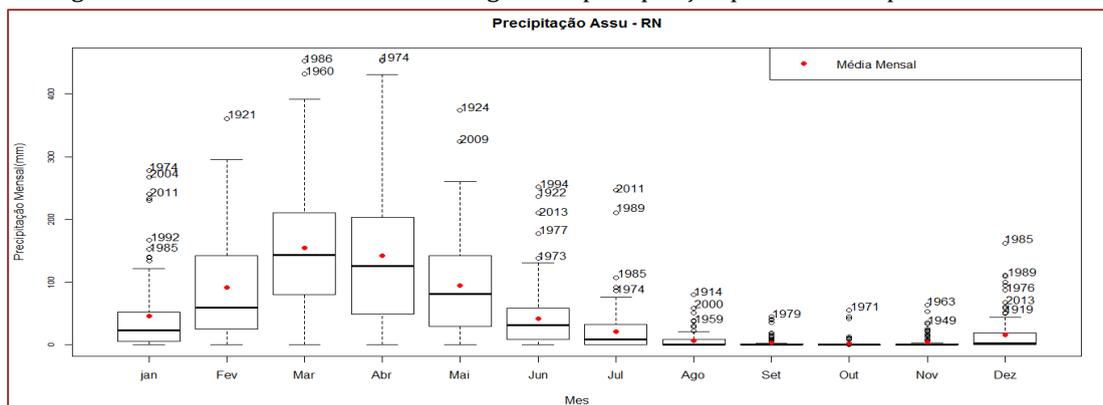
Um índice utilizado para a seleção dos modelos é o critério de informação de Akaike –Akaike Information Criterion (AIC), sendo uma função de verossimilhança do modelo ARIMA ajustado e do número de parâmetros do modelo (EHLERS, 2009). Ao comparar dois ou mais modelos, o escolhido será aquele que apresentar o menor valor de AIC, valores menores indicam modelos mais próximos à realidade, ou que têm menos perda de informação em relação à realidade. Além de observar se nas FAC's dos resíduos com lag = 1 são estatisticamente iguais a zero, o que indica que os resíduos são não correlacionados, e observando se na estatística de Ljung-Box dos modelos se os valores-p são altos, através do ts-diag.

Todo o tratamento estatístico dos dados foi feito com o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2015),  versão 3.1.3.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A aplicação foi realizada de acordo com as etapas iterativas da metodologia Box e Jenkins. Para a identificação do modelo, inicialmente (Figura 1) é apresentado o gráfico BoxPlot mensal, que apresenta as principais estatísticas descritivas referentes a cada mês da série, mínimo, máximo, mediana, média, desvio padrão, quartis e alguns valores “outliers” de forma gráfica. A série temporal utilizada na estimação do modelo é composta por 1236 observações (janeiro de 1911 a dezembro de 2014).

Figura 1 – Gráfico Box Plot da série original de precipitação para o município de Assú-RN.



Através do gráfico da decomposição da série original da série observada não é possível identificar facilmente se a série é ou não estacionária. Assim, partiu-se para a observação das características desmembradas, onde se pode observar claramente a existência de tendências, sazonalidade e ruídos que compõem a série original, denotando que a série é não estacionária.

Para verificar a estacionariedade da série, optou-se por aplicar os testes estatísticos: Teste F que compara duas variâncias (var.test), no qual ao nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula de que a variância é homocedástica, pois o valor $p < 0.01$, logo a série é não estacionária. Assim como o Teste de Bartlett de homogeneidade de variâncias (bartlett.test), também para esse, a variância não estabilizou, portanto, para tentar estabilizar as variâncias, aplicou-se a transformação BoxCox, a qual permitiu pelos testes acima verificar que a série transformada se encontra com variâncias homocedástica, mas ainda existe sazonalidade e tendência.

Para induzir estacionariedade à série, aplicou-se uma diferença simples e uma diferença sazonal. Para confirmar a estacionariedade da série, aplicou-se os testes de raízes unitárias Dickey-Fuller (ADF) onde a hipótese nula de que a série é não estacionária foi rejeitada (p -valor = 0,01), mostrando estacionariedade da série com as diferenças e Phillips-Perron (PP), que assume as mesmas condições de hipóteses, o qual apresentou os mesmos valores, confirmando que na série foi induzida estacionariedade.

Por meio dos testes estatísticos e diagnóstico dos resíduos, entre os possíveis modelos, escolheu-se o modelo SARIMA (1,1,2) \times (1,1,2)₁₂. Foi observado que esse modelo apresentou menor valor de AIC, e de acordo com a ACF, foi o único modelo em que o *lag* está próximo de 0 assim como os valores- p foram altos. E as estatísticas de Box-Ljung apresentaram valores altos. Além de apresentar todos os coeficientes significantes ao nível de 5%. A análise pelo Shapiro-Wilk indica que resíduos seguem uma distribuição normal (p -value = 4.554e-10). De acordo com o modelo mais apropriado escolhido, os parâmetros da equação resultaram em (Tabela 1):

Tabela 1: Estimativa de parâmetros do modelo – SARIMA(1,1,2)(1,1,2)₁₂

| Coefficiente | ϕ ar1 | Φ ma1 | Φ ma2 | θ sar1 | θ sma1 | θ sma2 |
|---------------------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| Estimativa | 0.5489 | -1.3510 | 0.3665 | -0.1582 | -0.8116 | -0.1883 |
| Erro Padrão δ_{at} | 0.1272 | 0.1402 | 0.1351 | 0.6561 | 0.6451 | 0.6449 |

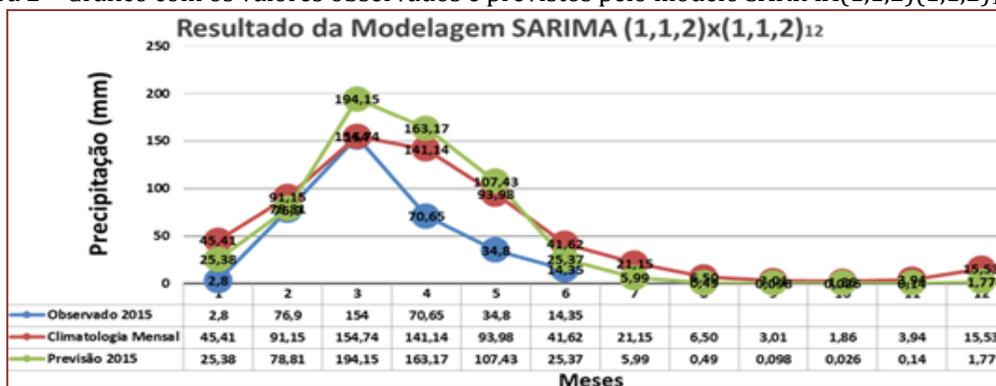
$AIC = 785.6$.

Com os parâmetros estimados, aplicando – os na Equação (1), resultou na Tabela 2, valores previstos para os primeiros 6 (seis) meses de 2015, além de expor os valores observados em 2015 e a média histórica climatológica de precipitação mensal para os mesmos meses em questão.

Tabela 2: Valores observados, previsões SARIMA (1,1,2) \times (1,1,2)₁₂ e Climatologia mensal.

| Meses | Observado em 2015 | Previsão 2015 | Climatologia Mensal |
|-----------|-------------------|---------------|---------------------|
| Janeiro | 2,8 | 25,38 | 45,41 |
| Fevereiro | 76,9 | 78,81 | 91,15 |
| Março | 154 | 194,15 | 154,74 |
| Abril | 70,65 | 163,17 | 141,14 |
| Maio | 34,8 | 107,43 | 93,98 |
| Junho | 14,35 | 25,37 | 41,62 |

Para visualização gráfica elaborou-se a Figura 2, no qual se observa os valores observados em 2015 (Janeiro a Junho), a climatologia mensal e os valores previstos para o ano de 2015 pela modelagem adotada. Verificando que o modelo construído se comportou de maneira satisfatória em relação aos valores médios mensais observados no período de 1911 a 2014, o modelo superestimou em torno de 20 mm os valores precipitados no período chuvoso (Março a Maio) para a região propriamente dito, e subestimando de certa forma em aproximadamente 20 mm, nos períodos de transição entre o seco - chuvoso e entre o chuvoso – seco. Porém, no período de estiagem (Agosto a Novembro), apresentou valores aproximados aos da média histórica. Comparando os valores observados com a previsão do modelo, de janeiro até junho de 2015, os valores modelados foram próximos aos observados nos três primeiros e no sexto mês. Nos meses de abril e maio de 2015 os valores observados foram bastante abaixo da climatologia média mensal e da previsão gerada pelo modelo.

Figura 2 – Gráfico com os valores observados e previstos pelo modelo SARIMA(1,1,2)(1,1,2)₁₂.

Uma forma adicional de medir a capacidade preditiva de um modelo de previsão com as observações continuadas in loco, é comparar os valores previstos, com parte da série observada através de testes estatísticos, isso nos dá uma maior clareza dos erros decorrentes e a percepção do quanto foi boa qualitativamente minha previsão. Isso foi realizado pelo comando “verify” do próprio software “R”. Tal verificação chegou aos seguintes resultados: Erro médio absoluto = 0.2089; Erro médio = 0.1851 e Erro quadrático médio = 12.6. Logo, de acordo com os valores dos erros médios, a previsão de precipitação para o período aferido foi qualitativamente boa.

4. CONCLUSÃO

Os modelos de séries temporais baseados na metodologia Box e Jenkins mostraram ser uma excelente ferramenta para a previsão de precipitação sazonal para a região semiárida do Nordeste Brasileiro. Dentre os modelos testados, mesmo apresentando alguma flutuação, o modelo sazonal, SARIMA (1,1,2)x(1,1,2)₁₂, foi o selecionado e mostrou-se apropriado para previsão de um período de seis meses, com valores próximos aos da climatologia mensal local como também aproximados aos observados. Ressaltando ainda, que tais modelos não levam em consideração oscilações climáticas de grande escala como o fenômeno EL NINO por exemplo, que podem influenciar diretamente nos mecanismos provedores de chuvas em determinadas regiões.

REFERÊNCIAS

- [1] Box, g. E. P.; jenkins, g. M. *Time series analysis forecasting and control*. San Francisco: H. Day, 1976.
- [2] Box, g. E. P.; jenkins, g. W.; reinsel, g. C., *Time Series Analysis, Forecasting and Control*, 3rd edition, New Jersey: Prentice-Hall, 1994.
- [3] Ehlers, r. S. *Análise de séries temporais*. 2009. Disponível em: <<http://www.icmc.usp.br/~ehlers/stemp/stemp.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2012.
- [4] Hanke, j. E.; wichern, d.; reitsch, a. *Business forecasting*. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.
- [5] Haan, c.t. *Statistical Methods in Hydrology*. Ames: The Iowa State University Press. 2ª Edição, 2002, 377p.
- [6] Lee, Cheng-Min; Ko, Chia-Nan. Short-term load forecasting using lifting scheme and ARIMA models. *Expert Systems with Applications*, v. 38, p. 5902-5911, 2011.
- [7] Morettin, p. A.; toloi, c. M. C., *Análise de séries temporais*, 2a edição, São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2004.
- [8] Nobre, p.; melo, a. B. C. Variabilidade Climática Intrasazonal Sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. *Revista Climática*, 2001. Cachoeira Paulista, SP.
- [9] Schmidt, d. M. *Dinâmica das configurações de formação e inibição das chuvas no Rio Grande do Norte: Caracterização Hidroclimática do Estado - Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas*. Natal, 2014. 136 p.
- [10] Souza, g. P.; samohyl, r. W.; miranda, r. G. *Métodos simplificados de previsão empresarial*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008. 181 p.

Capítulo 11

Estudo de captação e aproveitamento de água da chuva no centro de Ciências Agrárias/UFPB-Campus II, Areia-PB

Ingrid Gomes Duarte

Beatriz Macêdo Medeiros

Tayron Rayan Sobrinho Costa

Daniel Duarte Pereira

Camila Macêdo Medeiros

Resumo. A preocupação quanto à disponibilidade e distribuição de água pra consumo humano, é crescente e de âmbito mundial. O nordeste brasileiro possui problemas relativos à degradação ambiental e ao consumo desordenado de água, apresentando um agravante no nível de escassez desse recurso, associada à frequência das chuvas e as políticas de acesso. Neste contexto, o presente artigo buscou avaliar o estudo de implantação de um sistema de captação de água de chuva, utilizando como área de estudo o Centro de Ciências Agrárias (CCA), campus II da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) localizado na cidade de Areia – PB. Utilizou-se a plataforma Google Earth para demarcações dos polígonos, em seguida o software livre QGIS 2.4 – Chugiak para obter arquivos do formato *.kml. E o software livre Zonums para obter as áreas dos telhados dos prédios. Através de uma planilha do Excel foi estimada a capacidade de captação. Estimou-se a captação total de cerca de 45 milhões de litros d'água, confirmando eficiência do sistema de captação das águas da chuva, gerando economia nas finanças da Universidade Federal da Paraíba.

1. INTRODUÇÃO

O planeta Terra é formado por 97% de água, sendo a maior parte imprópria para consumo humano por ter um grande teor de sais. Dessa grande parcela surge uma menor, composta de 3,0% de água doce, própria para consumo. Grande parte dos países desenvolvidos já discutem mecanismos para sobrevivência, diante de uma futura escassez mundial. Segundo a ONU, a falta de água doce irá atingir 40,0% da população mundial no ano de 2050.

O Nordeste brasileiro por possuir problemas relativos à distribuição desordenada da precipitação, apresenta um agravante de escassez onde as políticas de acesso já empreendidas não são suficientes para distribuir a água de forma igualitária.

Apesar do município de Areia ser uma exceção no Nordeste, na Região Semiárida e no Bioma Caatinga por ter uma alta precipitação de chuvas e localização na região de Brejo de Altitude, ainda assim enfrenta sérios problemas em relação à falta de água. Seus mananciais recebem dejetos de fontes difusas tornando-as impróprias para o consumo humano, necessitando de tratamentos químicos e biológicos, que encarecem o fornecimento de água.

O Centro de Ciências Agrárias - CCA, Campus II da Universidade Federal da Paraíba - UFPB por ter um número elevado de estudantes, consome uma grande quantidade de água necessitando de desenvolver meios alternativos para suprir esta demanda.

A construção de cisternas é uma tecnologia já amplamente conhecida e difundida, onde o custo/benefício é altamente viável levando-se em consideração o volume de água não utilizado e que seria fornecido pela rede distribuidora e a economia feita ao longo dos anos.

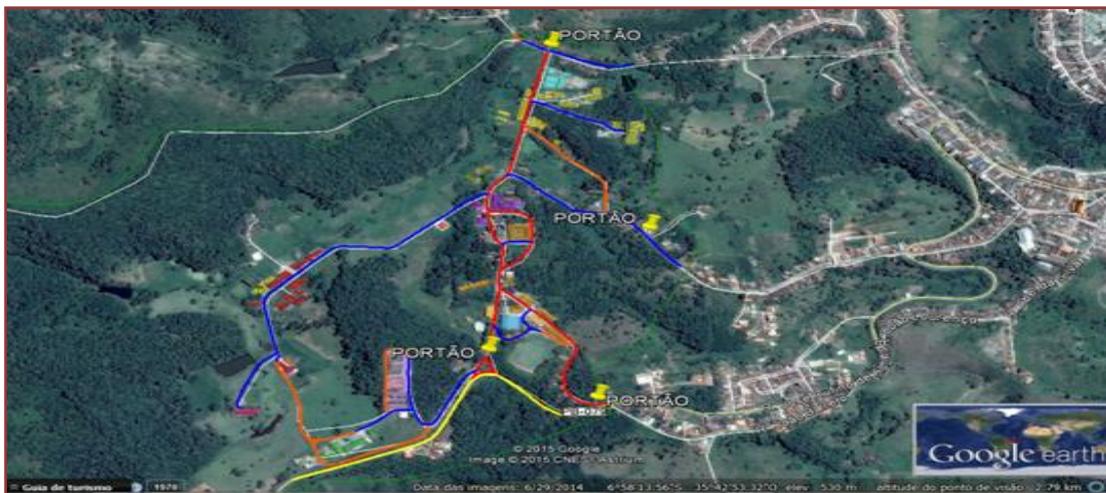
Tendo em vista a grande demanda do Campus por água (podendo chegar a 40,0% da água tratada destinada a todo o município), e também, levando-se em consideração a má qualidade da água fornecida pela rede distribuidora, objetivou-se com este trabalho mostrar a viabilidade da construção de cisternas para aproveitamento das águas de chuvas e melhorar a qualidade de vida dos usuários podendo inclusive ser uma estratégia educacional conforme Silva et al (2006).

2. METODOLOGIA

A área de estudo compreendeu o CCA/Campus II/UFPB localizado na cidade de Areia - PB, Mesorregião do Agreste Paraibano, Microrregião do Brejo Paraibano e Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape. O município dista cerca de 120,0 km da capital João Pessoa e localiza-se na latitude sul de 06°57'48" e longitude oeste de 35°41'30".

Para o cálculo da água a ser retida pelos telhados foram selecionadas as edificações conhecidas como: Pavilhões de aulas; Ginásio de esportes; Restaurante universitário; Biblioteca Setorial; Associação dos Docentes da Universidade Federal da Paraíba. Seccional Areia – ADUFPB; Hospital veterinário, Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa; Diretórios e Centros acadêmicos; Alojamentos masculinos e femininos; Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais; Departamento de Solos e Engenharia Rural; Departamento de Ciências Fundamentais e Sociais; Departamento de Zootecnia e Departamento de Ciências Biológicas. Utilizando-se das imagens de satélite fornecidas pelo Google Earth, fizeram-se as devidas medições de comprimento e largura e demarcação de polígonos das referidas edificações.

Figura 01. Demarcações das edificações da UFPB/Campus II.



Utilizando o software livre Zonums (<http://zonums.com/online/kmlArea/>), foram criados arquivos no formato *.kml com as medições dos telhados dos prédios demarcados obtendo-se as respectivas áreas de cada um.

Através de uma planilha do Microsoft Office Excel foram realizados os cálculos para estimar capacidade de captação, multiplicando as áreas dos telhados pelo dado meteorológico de precipitação para o município e fornecido no site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA, de 1.358,4 mm para uma precipitação média de 30 anos.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos cálculos realizados estimou-se a captação total (somatório da captação de todos os prédios) de cerca de 45 milhões de litros d’água que, caso venha a ser armazenada, deverá ser filtrada (através do uso de filtro simples de tubos e telas) para remover impurezas (ZANELLA, 2015). Deve-se considerar também o descarte da água da primeira chuva ou equivalente ao primeiro ou segundo milímetro devendo haver um redirecionamento para um reservatório (cisterna) de acordo com a área de captação e os índices de chuva da região

Figura 02. Esquema de captação e armazenamento de água de chuva.



FONTE: SETTI (2000).

4. CONCLUSÕES

Uso dos telhados dos prédios para coleta de água da chuva pode gerar economia nas finanças da Universidade Federal da Paraíba e diminuiria a utilização da água fornecida pela Companhia de Águas e Esgotos do Estado da Paraíba - CAGEPA. Estimou-se através das medições e cálculos, a captação de cerca de 45 milhões de litros de água para uso não potável, por ano. A utilização dessa água (de boa qualidade, comparada à água fornecida pelos mananciais), proporcionaria uma melhor qualidade de vida aos usuários da UFPB.

REFERÊNCIAS

- [1] Agência Executiva De Gestão Das Águas Do Estado Da Paraíba – Aesa. Climatologia dos postos monitorados. Disponível em: <<http://site2.aesa.gov.br/aesa/medicaoPluviometrica.do?metodo=listarClimatologiasMensais>>. Acesso em: 26 de Outubro de 2013.
- [2] Aproveitamento de água de chuva de baixo custo para residências urbanas. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>>. Acesso em: 26 ago. 2015
- [3] Google Earth. Acesso em: 25 ago. 2015.
- [4] Silva, m.m.p.da; oliveira, l.a.de; diniz, c.r.; ceballos, b.s.o. Educação Ambiental para o uso sustentável de água de cisternas em comunidades rurais da Paraíba. Revista de Biologia e Ciências da Terra ISSN 1519-5228. Suplemento Especial n1. 2^o semestre 2006.
- [5] Zanella, Luciano. Manual para captação emergencial e uso doméstico de água de chuva. São Paulo, 2015. 28 p. Disponível: <http://www.ipt.br/noticia/905-passo_a_passo:_agua_de_chuva.htm>. Acesso em: 26 ago. 2015
- [6] Zonums. kml Area and Length. Versão beta. Disponível em: <<http://zonums.com/online/kmlArea/>>. Acesso em 31 ago. 2015

Capítulo 12

Análise da qualidade da água: Um estudo de caso sobre o baixo curso do Rio Gramame-João Pessoa/PB

Ricardo de Azevedo Ramalho Rosas

Lívia Maria de Medeiros Martins

Lucivânia Rangel de Araújo Medeiros

1. INTRODUÇÃO

Relacionado às várias atividades antrópicas, uma enorme quantidade de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos é lançada ao meio ambiente, causando a famigerada poluição, inserindo-se aí, a poluição dos corpos hídricos.

Poluição Hídrica vem sendo tratada na forma de lei desde 1981 através da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6938 de mesmo ano, que tem por objetivo até hoje a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida. Ela define poluição como sendo a degradação de toda qualidade decorrente de atividades que direta ou indiretamente afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criando condições tormentosas às atividades socioeconômicas, influenciando desfavoravelmente o conjunto de todos os seres vivos da região, às condições estéticas e sanitárias do ambiente (BRASIL, 1981).

Inúmeras são as razões que se justificam a realização de pesquisas em se tratando da avaliação de qualidade da água. Uma delas tem a ver com o interesse em constatar a observância ou violação dos padrões de qualidade da água. A Organização Mundial da Saúde (OMS) já prevê isso e sugere algumas formas básicas de obtenção de dados de qualidade da água. Outro motivo que parece passar despercebido por grande parte da população é a relação qualidade da água/saúde pública. A água poluída apresenta inúmeros riscos à saúde humana podendo provocar doenças como Cólera, Febre Tifoide, Hepatites, entre outras.

A área abordada nessa pesquisa trata-se do baixo curso do Rio Gramame, o maior e mais importante rio da capital paraibana, responsável por quase todo seu abastecimento. Com 54,3 km de extensão o rio nasce na região do Oratório em Pedras de Fogo e desagua no Oceano Atlântico na Barra de Gramame localizado na divisa dos municípios de João Pessoa e Conde (FONSECA, 2008).

Este artigo teve como objetivo estudar a qualidade da água, do Rio Gramame próximo à desembocadura do mar na cidade de João Pessoa - PB. Para isso foram analisados alguns parâmetros de qualidade como temperatura, coliformes termotolerantes, pH, nitrogênio total, fósforo total e turbidez, comparando-os com os valores estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357/2005.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- O ponto de monitoramento no baixo curso do Rio Gramame, localizado na cidade de João Pessoa-PB nas respectivas latitude e longitude: 7°14'09.50"S, 34°48'25.60"W. Foram levadas em consideração as características de um baixo curso de rio onde há parte do sistema fluvial com densidade de partículas maiores, além de águas lamacentas com velocidade menor que o médio e alto curso, servindo de término de lançamento da bacia hidrográfica.
- Monitoramento da qualidade da água foi realizado juntamente com a equipe da SOS Mata Atlântica pelo projeto Observando os Rios no período de Dezembro de 2015 a Fevereiro de 2017. As análises foram realizadas em campo com o Guia de Avaliação da Qualidade da Água seguindo um processo padronizado e cronometrado utilizando reagentes químicos colorimétricos para averiguação de cada parâmetro da qualidade.

Figura 1 – Caracterização da área de estudo



3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade do corpo hídrico é avaliada de acordo com algumas características físicas, químicas ou biológicas denominadas parâmetros da qualidade de água. A concentração dessas substâncias indica a alteração de sua qualidade, apresentamos na tabela 1 os resultados obtidos e os valores padrão da resolução do CONAMA

Tabela 1 – Resultado dos parâmetros analisados

| Pârametros | Dez / 15 | Jan / 16 | Fev / 16 | Mar / 16 | Abr / 16 | Mai / 16 | Jun / 16 | Jul / 16 | Ago / 16 | Set / 16 | Out / 16 | Nov / 16 | Dez / 16 | Jan / 17 | Fev / 17 | CONAM A 357/2005 |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|
| Temperatura água (°C) | 28 | 28 | 30 | 29 | 29 | 26 | 27 | 27 | 29 | 29 | 26 | 28 | 27 | 30 | 27 | - |
| Coliformes Termotolerantes | Pos. | Pos. | Pos. | Pos. | Pos. | Pos. | Pos. | Ne g. | Pos. | Pos. | Pos. | Pos. | Pos. | Pos. | Pos. | Frequência Negativa |
| pH | 7.0 | 7.0 | 6.0 | 8.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 7.0 | 6.0 | 6.0 a 9.0 |
| Nitrogênio Total (ppm) | 0.5 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 5.0 | 5.0 | 2.0 | 3.0 | 1.0 | 5.0 | 5.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | até 10 ppm |
| Fosfato (ppm) | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 2.0 | 3.0 | 3.0 | 4.0 | 4.0 | 2.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 4.0 | até 0.15 ppm |
| Turbidez (UNT) | 20 | 60 | 60 | 40 | 20 | 60 | 60 | 60 | 20 | 20 | 60 | 20 | 20 | 20 | 105 | até 100 UNT |

Temperatura da água

Para Tucci (2014) ela pode ser considerada a característica mais importante do meio aquático, pois, caracteriza grande parte dos outros parâmetros. Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano. No entanto, o lançamento de efluentes juntamente com altas temperaturas pode causar impacto significativo nos corpos d'água.

A temperatura desempenha um efeito sobre as reações químicas e a atividade biológica na água, sendo a velocidade dessas reações duplicadas a cada 10°C de aumento de temperatura da água (COLLISCHONN e DORNELLES, 2013).

Como percebemos a temperatura durante todo o intervalo de tempo esteve entre 26°C a 30°C, obtendo a média de 28°C. Podemos considerar que houve uma variação pouco significativa durante todo o período de mais de um ano de análise. Como dito anteriormente, para alguns autores, a temperatura influencia algumas reações e parâmetros em uma escala maior do que 10°C, levando a conclusão que nessa pesquisa a temperatura não influenciará diretamente no resultado e nas medições realizadas.

3.1.COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Nos últimos anos as margens do Rio Gramame têm sido ocupadas por populações ribeirinhas e indústrias. A consequência disso é a falta de controle e planejamento de um saneamento básico eficiente. O encaminhamento do esgoto doméstico e rejeitos químicos diretamente para o rio é facilmente percebido por quem visita a área.

Pode-se observar que em praticamente todas as medições foram identificadas a presença de coliformes nos corpos de prova da água em análise. Representando assim 93% de frequência positiva nas análises. Para a resolução do CONAMA, a classificação da água doce em relação aos coliformes termotolerantes é feita por quantidade e frequência. No estudo em questão será levado em consideração somente a frequência.

Pode-se observar que o limite de frequência atual extrapola os da resolução, ascendendo assim um sinal vermelho para a ingestão dessa água, podendo trazer uma série de enfermidades prejudicando não só a população do entorno do rio, mas também a saúde pública de um modo geral.

As águas do Gramame estão contaminadas por coliformes termotolerantes, cujo maior causador percebido por isso é o descarte de esgoto doméstico. A melhoria disso requer uma atenção especial do poder público, juntamente com uma intervenção imediata.

3.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO – PH

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua resolução 357/2005 estabelece que para a proteção da vida aquática o pH deve estar na sua escala entre 6 e 9 (BRASIL, 2005).

Em se tratando de efeitos para os humanos, Alves (2010) avalia que valores de pH superiores a 11 causam irritação ocular e exacerbação de lesões cutâneas em membranas mucosas, podendo ainda ocorrer problemas gastrointestinais. Assim como a exposição a baixos valores de pH podem causar irritações, como vermelhidão nos olhos. Os problemas de pele causados por águas com valores de pH inferiores a 2,5 merecem atenção especial, pois são extensos e irreversíveis.

Como podemos observar não houve variação significativa do número de pH das águas em análise no período de medições. Existiram apenas pequenos desvios no começo de 2016 se repetindo após um ano. Para a resolução do CONAMA, o parâmetro pH encontra-se dentro do previsto, já que todas as classes de água doce descritas na resolução, prevê nas condições e padrões valores para o pH entre 6,0 e 9,0. Descartando assim a necessidade da correção do pH.

3.3 NITROGÊNIO TOTAL

Eles são tóxicos aos seres humanos e dentro do sistema digestivo pode ocasionar uma substância cancerígena. Porém, o nitrogênio é um nutriente importante para o crescimento de algas existentes na água, em grandes concentrações pode até gerar o aumento exagerado das algas marinhas, chamado eutrofização. Podemos observar que durante o período de coleta sua média está entre 1 e 3 ppm. Percebemos também que houve picos nas quantidades nos meses de abril, maio, setembro e outubro, chegando a 5 ppm.

Quando remetemos essas quantidades a Resolução do CONAMA, entendemos que os níveis de Nitrato então aceitáveis, uma vez que seus valores máximos permitidos são de 10 ppm para todas as classes da resolução. Mas para a SOS Mata Atlântica, as águas não poluídas normalmente possuem os níveis de nitrato abaixo de 4 ppm. O que fica difícil de mensurar já que há um intervalo considerado grande entre 4 e 10 ppm. De fato, podemos afirmar que níveis de nitrato acima de 10 ppm são impróprios para água de consumo humano.

Um fator importante a ser considerado nesse parâmetro são as possíveis causas desses picos de Nitrato encontrado nas águas do Rio Gramame. Como dito antes a agricultura e fertilizantes influencia diretamente, e como é de notório saber, inclusive noticiado com frequência por órgãos públicos ambientais e pesquisadores, existe a retirada de matas ciliares e a prática da agricultura e pecuária sem apoio técnico e a expansão da zona urbana sem planejamento na extensão do rio, agravando assim qualquer situação ali já existente.

3.4 FÓSFORO TOTAL

O ponto de pesquisa analisado é enquadrado em um ambiente lótico, onde tem-se como características a água turva, predomínio de matéria orgânica com acúmulo de sedimento e número reduzido de seres vivos. Para esses ambientes temos na resolução do CONAMA valores extremamente baixos comparados com nossa realidade, onde o valor máximo contido na classe 4 é de 0,15 ppm, apontando uma disparidade total com os valores obtidos, podemos afirmar que a água está com sérios problemas de qualidade. Pode-se observar que os níveis de fosfato estão variando com uma pequena margem de 3 ppm e uma média de 3,5 ppm dentro do período de coleta.

O fósforo ocorre em águas naturais em pequenas quantidades na forma de fosfato. Revela Collischonn e Dornelles (2013) que o fósforo na água tem sua origem na dissolução de compostos do próprio solo da bacia, mas pode ter um aumento da concentração em função dos despejos de esgotos domésticos, industriais, e da chegada até o rio dos fertilizantes utilizados na agricultura. Assim, como os detergentes, o excremento de animais também contém significativas porções de fósforo. Esse parâmetro é um elemento indispensável para o crescimento das algas na água, e assim, como o nitrogênio, pode levar ao processo de eutrofização em corpos de água como lagos e reservatórios. Níveis de fosfato acima de 0,03 ppm já contribuem para o crescimento de plantas.

3.5 TURBIDEZ

Para Richter (2009) a turbidez é uma propriedade ótica da água, que decorre da presença de partículas em suspensão variando em tamanho desde suspensões grosseiras até o estado pegajoso. Podendo a natureza dessas partículas ser variadas como argila e silte, matéria orgânica, material proveniente de descargas de esgoto doméstico e industrial e de galerias de águas pluviais.

A turbidez pode ser considerada como uma medida indireta da qualidade de sólidos em suspensão, se tornando assim particularmente útil no controle do tratamento de água potável quando a quantidade de sólidos em suspensão for geralmente baixa.

Podemos observar que os valores obtidos pela análise mostra que no período de mais de um ano o nível de turbidez manteve-se constante entre 20 e 60 UNT. Apenas no último mês extrapolando os níveis padronizados do CONAMA.

4. CONCLUSÕES

Através das análises dos parâmetros conseguimos identificar e investigar as possíveis causas reais dos potenciais poluentes lançados diariamente no Rio em análise, pois cada parâmetro tem características próprias podendo acusar suas possíveis origens.

Falta de saneamento, lançamentos indevidos de efluentes, descarte inapropriado de lixo, de insumos e de esgoto das indústrias são alguns dos exemplos de atividades encontradas ao longo do rio Gramame, prejudicando todo o médio e baixo curso, como atestado no ponto de estudo da pesquisa. Os prejuízos com essas ações antrópicas desenvolvidas dentro de bacia hidrográfica do rios já foram atestadas por outros estudos semelhantes em diferentes regiões, Bárbara et al. (2010) já afirmava ser necessário medidas de gestão ambiental aplicadas nas áreas afetadas visando garantir não somente o acesso humano a recursos hídricos de qualidade, mas também a conservação ambiental.

Por fim, considerados alguns parâmetros alarmantes, como Coliformes Termotolerantes e Fósforo. Esses se encontraram fora dos padrões aceitáveis e merecem estudos mais específicos.

REFERÊNCIAS

- [1] Alves, Célia. Tratamento de Águas de Abastecimento. 3. ed. Porto, Portugal: Publindústria, 2010. 382 p.
- [2] Bárbara, Vinícius Fagundes et al. Monitoramento sazonal da qualidade da água do rio Araguari/AP. Revista Biociências, Minas Gerais, v. 16, n. 1, p.57-72, 18 mar. 2010.
- [3] Brasil. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
- [4] Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2016.
- [5] Collischonn, Walter; DORNELLES, Fernando. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. 336 p.
- [6] Fonseca. F. Efeito do turismo na demanda d'água da bacia do Rio Gramame - Estudo de caso. 2008. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Campina Grande - UFCG.
- [7] Richter, Carlos A.. Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento. São Paulo: Blucher, 2009.
- [8] Tucci, Carlos E. M. et al. Hidrologia: Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2014. 943 p.

Capítulo 13

Curva de retenção de água no solo no município de Pariconha no Semiárido Alagoano

Constantino Antônio Cavalcante Junior

Renato Américo de Araújo Neto

Guilherme Bastos Lyra

Cláudio José Soriano Cordeiro

Stoécio Malta Ferreira Maia

Arthur Luan Dias Cantarelli

Iêdo Teodoro

Ivomberg Dourado Magalhães

André Luiz de Carvalho

Resumo: A curva de retenção de água (CRA) no solo é essencial e bastante usada em estudos para as relações água-solo. Esta, pode fornecer o melhor momento e a quantidade adequada de água a ser manejada. A CRA consiste da relação entre o potencial matricial e a umidade do solo. O objetivo desse trabalho foi determinar a curva de retenção de água no solo para a região de Pariconha em Neossolo Regolítico no semiárido alagoano, visando otimizar as informações sobre o estudo de água no solo nessa região. O solo foi coletado na região semiárida do estado de Alagoas, localizada no município de Pariconha. As amostras foram coletadas em cinco perfis, em três profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30cm, a classificação textural dos solos foi areia franca para todas as profundidades, posteriormente as amostras foram levadas para laboratório, foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas. A curva característica de umidade do solo foi realizada com 5 pontos com as respectivas pressões, 33, 100, 500, 1000 e 1500 kPa. Foi determinada a capacidade de campo do solo, densidade do solo, os resultados obtidos mostram que a capacidade de retenção no solo para essa região é baixa por causa da característica física observada nesse solo.

Palavras-Chave: Umidade do solo, potencial matricial, ponto de tensão.

1.INTRODUÇÃO

Segundo (Silva et al., 2002), citado por Lyra (2010) na região Nordeste, a maior parcela dos cultivos agrícolas é de subsistência e em regime de sequeiro. Nesse contexto, a produtividade agrícola é limitada principalmente pela adoção de práticas rudimentares de cultivo e a elevada variabilidade climática sazonal, sobretudo da precipitação pluvial (Alves et al., 1998). Na região as normalmente se concentram em um único período chuvoso, de três ou quatro meses.

Essas culturas são semeadas no início do período úmido. Assim, assegura-se que pelo menos parte do seu ciclo ocorra sob condições hídricas favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento.

Contudo, em alguns anos, se observa períodos de estresse de água nas últimas fases de desenvolvimento da cultura, o que causa diminuição de produtividade. O semiárido brasileiro compreende uma área total de 1,5 milhão de km², o que representa 11,5% do território do país. No estado de Alagoas, 45,3% da área total corresponde à região semiárida concentrando 37% dos municípios e aproximadamente 28,8% da população alagoana (MEDEIROS et al., 2012). Segundo

(SILVA et al., 2010; DEBNATH et al., 2012), citado por Davalo (2013) o atributo da curva de retenção de água no solo é um importante indicador de qualidade física do solo e está diretamente relacionado com o desenvolvimento das plantas, e por estar associada a variações de volume com a molhagem e secagem, tem uma importância enorme para caracterização dos solos. O presente estudo tem como objetivo a criação de curvas de retenção para uma região do canal do sertão, com o intuito de melhorar os estudos sobre a dinâmica dos processos da água na região semiárida do

estado de Alagoas.

2.MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do solo foi realizada no município de Pariconha (09°15'10"S; 38°00'17"W; altitude média 0 m), na região do perímetro do Canal do Sertão, no estado de Alagoas. A área era destinada à Integração Lavoura Pecuária e o solo possui característica de Neossolo Regolítico e classificação de areia franca (ARAÚJO NETO et al., 2016 – dados não publicados). As amostras para caracterização da curva característica de retenção de água no solo foram coletadas nos perfis de 0-10, 10-20 e 20-30cm, totalizando 9 amostras, três a cada profundidade. As curvas características de umidade foram determinadas no laboratório de Física dos Solos da Universidade Federal de Alagoas, sendo utilizada a metodologia descrita por Richards (1965) e EMBRAPA (2005). As amostras foram submetidas a 5 pressões: 33 (capacidade de campo); 100; 500; 1000 e 1500 (ponto de murcha) kPa, separadas três repetições a cada pressão por perfil, com total de 15 amostras por perfil. Após descrever cada um dos potenciais de água no solo, as curvas de retenção foram obtidas utilizando o ajuste da equação exponencial de decaimento, com três parâmetros, sendo ajustados os pontos do potencial matricial em função do conteúdo de água por meio do programa computacional Sigmaplot[®]:

$$y = y_0 + ae^{(-bx)}$$

Em que: y é o conteúdo de água no solo (%), y₀ é o conteúdo de água inicial (%), x é o potencial matricial (kPa) e a e b são os parâmetros empíricos da equação. O fator de probabilidade (P) está descrito na estatística do SigmaPlot.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

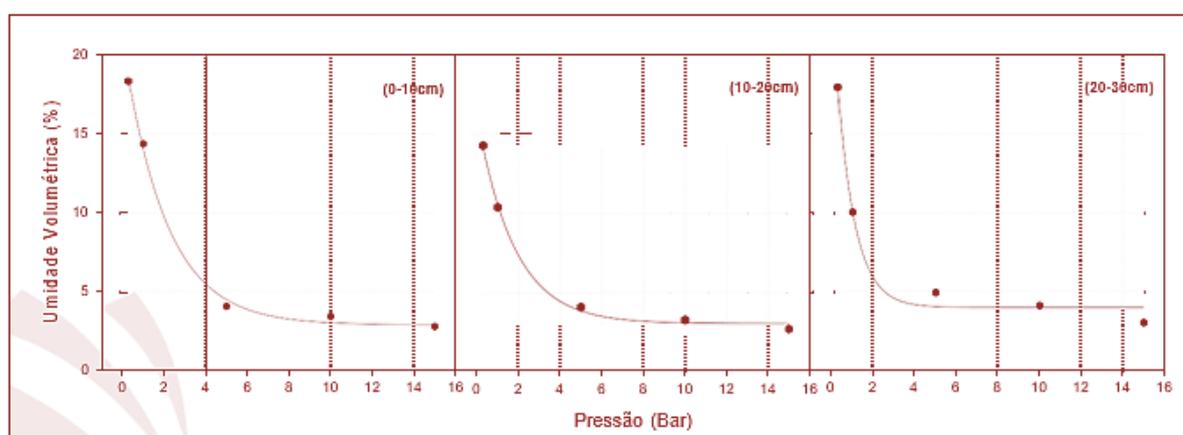
Os primeiros resultados nos mostram que a profundidade que teve a menor retenção de água foi na camada de 10-20cm (capacidade de campo), Tabela 1. Pedron et al. (2011), ao estudar a capacidade de retenção de água em perfis de Neossolos, apresentaram resultados de capacidade de campo entre 42 e 51 % e ponto de murcha variando entre 10 e 24 %. O que não é apresentado nesse perfil de Neossolo, tendo a capacidade de campo e ponto de murcha muito abaixo do observado por Pedron et al. (2011). Silva Neto et al. (2012) atribui a variação de retenção de água à estrutura do solo, além da distribuição e tamanho das partículas do solo.

Tabela 1. Capacidade de campo e ponto de murcha do solo da região semiárida do município de Pariconha, Alagoas.

| Profundidade | 0-10 cm | 10-20 cm | 20-30 cm |
|-------------------------|---------|----------|----------|
| Capacidade de campo (%) | 18,35 | 14,27 | 17,97 |
| Ponto de Murcha (%) | 2,75 | 2,71 | 2,98 |

As curvas de retenção de água no solo para a região de Pariconha, Alagoas, estão representadas na Figura 1. Observou-se que a camada de solo de 0-10 cm teve a maior capacidade em retenção de água, chegando a 18,35% na capacidade de campo. Essa baixa retenção de água no solo pode ser explicada pela composição textural, tipo areia franca, que possui alto teor de areia, chegando a 80% da sua composição (SANTOS NETO, 2015). Houve a diminuição da capacidade de retenção de água na profundidade de 10-20cm, o que implicaria numa dificuldade de utilização de água pela planta, se estivesse entrando na fase de desenvolvimento, já que a disponibilidade decai.

Figura 1. Curvas de retenção para diferentes perfis do solo, na região de Pariconha, semiárido Alagoano.



Observou-se que todos os coeficientes foram significativos quanto ao uso da estatística, com R^2 entre 0,97 e 0,99 e podem ser utilizados para a determinação da curva de retenção de água no solo para essa região (Tabela 2). O parâmetro y_0 manteve seus resultados próximos aos valores observados experimentalmente (Tabela 1), dando ênfase para a utilização do ajuste do modelo. Pode-se observar, também, que o fator de probabilidade é menor que 5%, indicando que é possível utilizar a curva de retenção como parâmetro para a umidade do solo, nessa região.

Tabela 2. Parâmetros da equação exponencial de decaimento e coeficientes de correlação (R^2) e o fator de probabilidade (P) para a região de Pariconha, Alagoas.

| Profundidade | 0-10cm | 10-20cm | 20-30cm |
|-------------------------------------|---|---|---|
| y_0 (\pm erro) a (\pm erro) | 2,8528(\pm 0,3671) 18,1564(\pm 0,7176) | 3,0536(\pm 0,2447) 13,1417(\pm 0,5715) | 3,9606(\pm 0,5485) 19,9338(\pm 2,3280) |
| b (\pm erro) | 0,4855(\pm 0,0628) | 0,5597(\pm 0,00737) | 1,1804(\pm 0,2515) |
| R^2 | 0,99 | 0,99 | 0,97 |
| P (a) | 0,0016** | 0,0019** | 0,0134** |
| P (b) | 0,0163** | 0,0169** | 0,0425** |

**significativo a 1% de probabilidade

4. CONCLUSÕES

A profundidade onde se teve uma maior retenção de água no solo foi a de 0-10 cm (18,35%), mesmo assim, sendo considerada baixa pela característica de Neossolo, o que é respondido pela classificação de areia franca que o solo apresenta.

A região do canal do sertão tem possibilidade de desenvolvimento de produção mais elevado. Para isso, há necessidade, além da caracterização das curvas de retenção, identificar quais culturas podem ser introduzidas para produção sazonal ou anual e se seria necessário o uso de irrigação para não deixar que as culturas sofram um déficit hídrico e acabe prejudicando na produção local.

AGRADECIMENTOS

À CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

- [1] Alves, J.M.B et al. Produção agrícola de subsistência no estado do Ceará com ênfase aos anos de ocorrência de El niño e La niña. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.6, n.2, p.249-256, 1998.
- [2] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. São Paulo, Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 334p.
- [3] Medeiros, R.P. Componentes do balanço de água e de radiação solar no desenvolvimento do milho, em quatro épocas de semeadura, no agreste de alagoas. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2009.
- [4] Pedron, F. A.; Fink, J. R.; Rodrigues, M. F.; Azevedo, A. C. Condutividade e retenção de água em Neossolos e Saprolitos derivados de arenito. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p.1253-1262, 2011.
- [5] Richards, L.A. Physical conditions of water in soil. In: Black, C.A.; Evans, D.D.; White, J.L.; Ensminger, L.E.; Clark, F.E. (Ed.). Methods of soil analysis: physical and mineralogical properties, including statistics of measurements and sampling. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.128-152.
- [6] Santos Neto, S.M. Avaliação da dinâmica da água na resposta de sensor tipo TDR em solos de Pernambuco. 2015. 97 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Energéticas e Nucleares).
- [7] – Departamento de Energia Nuclear, Universidade Federal de Alagoas, Pernambuco, 2015.
- [8] Silva Neto, S. J et al. Caracterização físico-hídrica de solos representativos da região do agropolo assu-Mossoró. Revista Verde, v.7, n.4, p.81-84, 2012.
- [9] Silva, V.P.R. et al. Modelo de previsão de rendimento de culturas de sequeiro, no semi-árido do Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.1, p. 83-87, 2002.
- [10] Davalo, M.J. Curva de retenção de água no solo estimado pelo método da câmara de Richards e Psicrômetro. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, Jaboticabal, 2013.
- [11] Debnath, P. et al. Physico-chemical properties and its relationship with water holding capacity of cultivated soils along altitudinal gradient in Sikkim. International Journal of Agriculture Environment & Biotechnology, v. 5, n. 2, p. 161-166, 2012.
- [12] Silva, A. P. da. et al. Indicadores da qualidade física do solo. In: Van Lier, Q. de J. Física do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2010. p. 241-281.
- [13] Lyra, G.B. et al. Conteúdo de água no solo em cultivo de milho sem e com cobertura morta na entrelinha na região de Arapiraca-AL. Irriga, v.15, n. 2, p. 173-183, abril-junho, 2010.

Capítulo 14

Fitogeografia das plantas medicinais comercializadas em Campina Grande- PB

Débora Coelho Moura

Thaís Mara Souza Pereira

Erimáigna de Moraes Rodrigues

Aílson de Lima Marques

Resumo: O Brasil detém a maior diversidade biológica do mundo. Com isso, boa parte dos seus recursos são utilizados nos mais variados meios. Os vegetais são manipulados das mais variadas formas, o uso medicamentoso é uma destas. Tal uso, se deve principalmente pelas comunidades tradicionais. Neste sentido, o presente estudo, teve por objetivo realizar um levantamento botânico e fitogeográfico das plantas medicinais comercializadas nas feiras livres do município de Campina Grande-PB. Para isso, foram aplicados 50 questionários semi-estruturados, em seis feiras livres do município, onde buscou-se conhecer o nome das plantas utilizadas, enfermidade combatida por esta e o local de origem do vegetal. Além da observação in loco pelos pesquisadores. Os resultados apontam que, nesta modalidade de comércio, são vendidas 54 espécies de plantas, das quais 12 foram citadas por mais de cinco pessoas. Muitos vegetais comercializados são oriundos da própria região de Campina Grande, mas há registros de plantas originárias do Brejo, Cariri e Sertão paraibano. Dentre as plantas mais procuradas pela população do município merecem destaque a aroeira, cumaru, alecrim, endro, quixaba, favela, mastruz e babartemão. O estudo foi importante principalmente pelo fato de permitir a caracterização fitogeográfica das plantas medicinais comercializadas no município de Campina Grande. O resgate do conhecimento popular realizado neste estudo evidenciou que, apesar da riqueza da biodiversidade no Estado da Paraíba, a medicina popular baseia-se predominantemente em plantas exóticas, estas por sua vez que são oriundas de outras regiões do Brasil.

Palavras-chave: Etnobotânica, Região Fitogeográfica, Nordeste-Brasil.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém a maior diversidade biológica do mundo, contando com uma rica flora, despertando interesses de comunidades científicas internacionais para o estudo de conservação e utilização racional destes recursos (HANAZAKI *et al.*, 2000, ALMEIDA & ALBUQUERQUE, 2002). O estudo etnobotânico resgata o conhecimento das espécies de plantas utilizadas como remédio, também valoriza o conhecimento popular das comunidades (AMOROZO *et al.*, 1996) e, por meio de estudos desta natureza, as plantas medicinais podem ter as ações terapêuticas conhecidas, para serem posteriormente comprovadas (OLIVEIRA & MENINI NETO, 2012).

É necessário saber que todas as plantas medicinais são utilizadas de diversas formas, desde a formação de chás, sucos, xaropes, tinturas até a composição de medicamentos alopáticos: “Dos medicamentos atualmente produzidos pelas indústrias e comercializados nas farmácias e drogarias, 25% tem componentes químicos de plantas. No caso dos remédios homeopáticos, esta porcentagem aumenta para 60%” (CORREA, *et al.*, 1998).

Como bem afirma Almeida *et al.*, (2009), estas plantas possuem compostos químicos que são responsáveis pela ação terapêutica, os quais variam de acordo com a origem botânica, ou fitogeografia, posição geográfica, clima, solo, relevo, as características de cultivo e processamento a qual são submetidas, podendo alterar sua toxicidade.

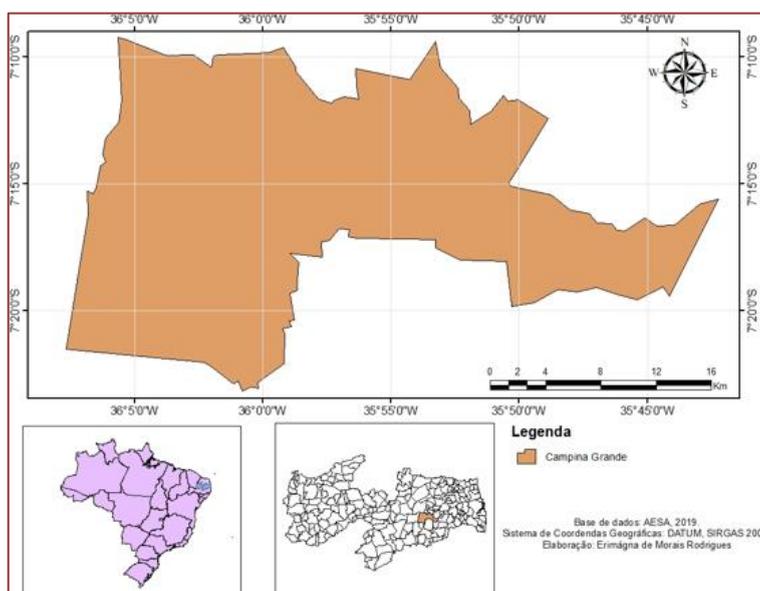
Para obter os benefícios das plantas medicinais é necessário usá-las com precauções. Por ser um produto natural, faz bem à saúde, mas a ignorância do conhecimento sobre os efeitos desejados ou não, pode ser desastrosa (CORRÊA, *et al.* 1998). Por tais motivos, a importância deste estudo ser pautado na origem botânica, fitogeografia, ou seja, na espacialização das plantas, de maneira que este conhecimento estabelece o nível de estresse, e excesso hídrico da planta, alterando a fisiologia e sua composição química (TROVÃO, *et al.*, 2007).

Como contribuição para a valorização do conhecimento popular e da etnobotânica, a referida pesquisa objetiva identificar a origem botânica e a fitogeografia das plantas medicinais comercializadas nas feiras livres do município de Campina Grande-PB.

2. METODOLOGIA

O município de Campina Grande – PB está situado no Estado da Paraíba, localiza-se entre as coordenadas, 7°13'50" S e 35°52'52" W, na parte oriental do Planalto da Borborema (Figura 01). A região está sob o domínio do clima Topical Quente e Seco (BSh), com chuva de outono ao inverno, e apresenta temperatura média de 25°C (FRANCISCO, 2015).

Figura 01. Localização do município de Campina Grande-PB.



Fonte: org.autores

Os dados etnobotânicos foram registrados em feiras livres do município de Campina Grande. A pesquisa foi realizada em um período de seis meses, de setembro de 2010 a fevereiro de 2011. Foram aplicados 50 questionários semiestruturados junto aos vendedores referentes apenas à plantas medicinais

O questionário padronizado foi utilizado para identificar as espécies vegetais: o nome da planta, enfermidade combatida, origem da planta, parte utilizada e posologia: forma de utilização, quantidade (quantas vezes ao dia e tempo de uso). A partir deste questionário foi possível realizar a análise fitogeográfica, segundo a **Classificação** Climática de Gaussen (1957), que se referem aos dias biologicamente secos para cada localidade. O método de classificação determina a estação seca, marcada nos períodos de déficit hidrológico (quantidade insuficiente ou simplesmente ausência hídrica), que proporciona transformações fisiológicas sobre a biota.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1ANÁLISE FITOGEOGRÁFICA DAS PLANTAS MEDICINAIS

O estudo do uso das plantas medicinais deve levar em consideração o contexto social, cultural e geográfico da região. De acordo com Sousa (2014), há um sincretismo na forma da busca pela cura, sendo prioritariamente na área da medicina científica, tendo como outras formas de cura a medicina alternativa e complementar, com destaque para a fitoterapia, a homeopatia e a crença.

Tendo como ano base o de 2010, no Brasil, os serviços prestados eram principalmente relacionados à Medicina Tradicional Chinesa - MTC, homeopatia e fitoterapia, repetindo-se essa situação para a região Nordeste (BRASIL, 2011). De acordo com os resultados da pesquisa de Sousa & Pereira (2013) nenhuma das práticas relacionadas à MTC, foram mencionadas nos questionários, estando presentes a homeopatia e a fitoterapia.

Apesar da pouca representatividade prestada à fitoterapia à nível nacional e regional, no ano de 2010 enquanto serviços prestados, a pesquisa de Sousa *et al.*, (2011) demonstra que mesmo sem o serviço prestado, o conhecimento empírico da população faz essa área das práticas integrativas e complementares funcionar com representatividade em Campina Grande. Em todas as feiras livres estudadas, os feirantes afirmaram ter sempre clientes e são variadas as ervas medicinais utilizadas.

O Estado da Paraíba apresenta dois tipos climáticos, o Clima Tropical Quente e Úmido e o Quente e Seco (Semiárido). O relevo do Estado é dividido em áreas suaves a planas com o Bioma Floresta Atlântica e na Depressão Sertaneja pela vegetação Caatinga, além do Planalto da Borborema, que apresenta áreas submontana com uma mata úmida de altitude-brejos (HERRICK *et al.*, 1983).

A flora medicinal comercializada em Campina Grande-PB têm sido amplamente explorados pelo conhecimento popular e, nos últimos anos, vêm crescendo o aproveitamento de formas de sistematização através de comunidades, produzindo medicamentos tais como: pomadas, xaropes, soluções tópicas cicatrizantes, garrafadas dentre outros (Fig. 2)

Figura 2: Ervas e garrafadas vendidas nas feiras livres de Campina Grande- PB



A Tabela 1 apresenta as plantas encontradas nas feiras, evidenciando também as mais utilizadas e compradas pela população. Cada comerciante entrevistado citava sete das plantas mais vendidas e indicava para qual enfermidade, além de fazer referência à origem, ou localidade da planta, (de que município do Estado ou de outros Estados), e qual a forma de utilizá-la.

TABELA 1: Levantamento das plantas medicinais mais comercializadas nas feiras livres do município de Campina Grande – PB e sua ocorrência fitogeográfica

| PLANTA MEDICINAL | NOME CIENTÍFICO | ENFERMIDADE |
|------------------------|---|---|
| Agrião | <i>Lepidium virginicum L.</i> | Problemas nos pulmões |
| Alecrim | <i>Rosmarinus officinalis L.</i> | Dor de cabeça, pra pressão, calmante, |
| Alfazema | <i>Lavandula spica L.</i> | coração e dores reumáticas Não foi informado |
| Ameixa | <i>Ximenia americana L.</i> | Inflamação, cicatrizante e colesterol |
| Angico | <i>Anadenanthera macrocarpa (Benth.) Brenan</i> | Desmancha cisto e hematomas |
| Aroeira | <i>Myracrodruon urundeuva Fr. All</i> | Inflamações, cicatrizante e tosse |
| Arruda. | <i>Ruta graveolens L</i> | Dor de ouvido, dor de cabeça, sinusite, cólica e limpeza do corpo |
| Barbatimão | <i>Stryphnodendron coriaceum Benth.</i> | Inflamações, cicatrizante e tosse |
| Batata de purga | <i>Operculina macrocarpa (Linn) Urb.</i> | Para problemas de circulação |
| Boldo | <i>Peumus boldus Molina</i> | Dores no estômago e problemas no fígado |
| Bom-nome | <i>Maytenus rigida Mart.</i> | Inflamação |
| Cajueiro roxo, | <i>Anacardium occidentale L.</i> | Inflamações, cicatrizante e tosse. |
| Chá verde | <i>Camellia sinensis L.</i> | Emagrecer |
| Camomila. | <i>Matricaria chamomilla L</i> | Calmante |
| Canela | <i>Cinnamomum zeylanicum Blume</i> | Afrodisíaco e para tomar durante o dia |
| Capim santo | <i>Cymbopogon citratus (D. C) Stapf.</i> | Nervosismo |
| Capitãozinho | <i>Gomphrena demissa Mart.</i> | Desobstruir trompas e ajuda a engravidar |
| Cebola branca | <i>Allium ascolonium L.</i> | Tosse |
| Cedro | <i>Cedrela fissilis Vell</i> | Doença na pele e no fígado |
| Coco- catolé (catolé) | <i>Syagrus cearenses Noblick</i> | Problemas nos rins |
| Cumaru | <i>Amburana cearensis (Fr. All.) A. Smith</i> | Inflamações, cicatrizante e tosse |
| Elevante/ levante. | <i>Mentha spicata L</i> | Lavar feridas |
| Endro | <i>Anethum graveolens L.</i> | Para sangue, cólicas, dores no corpo e enxaqueca |
| Erva cidreira | <i>Lippia geminata H. B. K.</i> | Dor de cabeça, stress, nervosismo |
| Erva doce | <i>Pimpinella anisum L.</i> | Calmante |
| Espinafre | <i>Spinacia oleracea L.</i> | Anemia |
| Eucalipto | <i>Eucalyptus citriodora Hook.</i> | Febre, cansaço, catarro no pulmão, sinusite e tosse |
| Favela | <i>Cnidioscolus quercifolius Pohl ex Baill.</i> | Inflamação, pro coração, machucado e coração |
| Flor de sabugo (milho) | <i>Zea mays L.</i> | Bronquite |
| Gengibre branco | <i>Zingiber officinalis Rosc.</i> | Rouquidão |
| Hortelã-gorda Tosse | <i>Plectranthus amboinicus Lour</i> | |
| Hortelã-miúda. | <i>Mentha crispa L</i> | Regularizar o intestino e para dores no estomago |
| Jatobá | <i>Hymenaea courbaril L.</i> | Anemia, para lavar ferida e para inflamações |
| Jucá | <i>Caesalpinia férrea Mart. ExTul.</i> | Inflamação |

(continuação ...)

TABELA 1: Levantamento das plantas medicinais mais comercializadas nas feiras livres do município de Campina Grande – PB e sua ocorrência fitogeográfica

| PLANTA MEDICINAL | NOME CIENTÍFICO | ENFERMIDADE |
|------------------|--|--|
| Jurema preta. | <i>Mimosa acutistipula</i> Benth | Infecção urinária |
| Macassá Spreng. | <i>Aeolanthus suaveolens</i> Mart. ex | Labirintite e pressão alta |
| Malva rosa | <i>Pelargonium graveolens</i> Art. | Gripe, tosse, infecção intestinal, dor de cabeça, inflamação na garganta e catarro no pulmão |
| Manjericão | <i>Ocimum basilicum</i> L. | Limpeza do corpo, febre e dor no corpo |
| Mastruz. | <i>Chenopodium ambrosioides</i> L | Gripe |
| Mororó | <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud. | Diabete e colesterol |
| Mulungu | <i>Erythrina velutina</i> Willd. | Não foi informado |
| Pepaconha. | <i>Hybanthus ipecacuanha</i> (L). Oken | Tosse |
| Quebra-pedra | <i>Phyllanthus niruri</i> L. | Para os rins |
| Quixaba | <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Humb. Ex Roem. & Schult.) | Inflamação, pancada, tosse, dor nos ossos e na coluna |
| Rúcula | <i>Eruca sativa</i> Mill | Inflamação |
| Romã | <i>Punica granatum</i> L. | Inflamação na garganta |
| Sabugueiro | <i>Sambucus australis</i> Cham e Schlecht | Tosse e febre |
| Saião | <i>Bryophyllum calycinum</i> Salisb. | Gastrite |
| Sena | <i>Senna alexandrina</i> Mille r | Não foi informado |
| Sucupira | <i>Bowdichia virgilioides</i> H. B. K. | Inflamação |
| Ubiratam | <i>Bombax coriaceum</i> Mart | Hérnia |
| Urtiga-branca | <i>Cnidioscolus urens</i> (L) Arthur. | Inflamação |

Foram citadas 54 plantas como as mais vendidas e estas oriundas da região do Semiárido ou mesorregião do Sertão. Aproximadamente 67% das 54 espécies citadas, não são nativas da flora existente no Estado da Paraíba, sendo mais da metade exóticas. Vale ressaltar, a pequena representatividade da flora da Caatinga, o qual obteve 22,2%, com apenas 12 espécies.

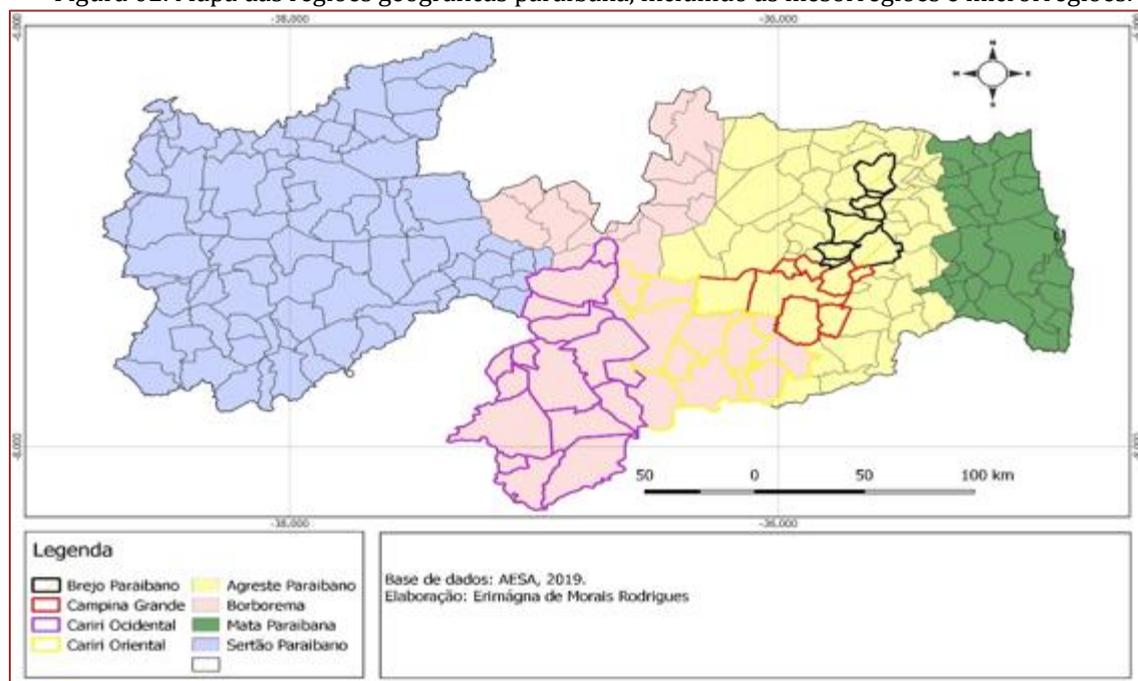
Ao analisar os dados, verificamos que, 15% dos feirantes não souberam informar a procedência das espécies comercializadas. Entretanto, foram registradas seis espécies da flora da Floresta Semidecidual do Brejo paraibano. Esta área possui a maior altitude no Estado com 600 a 750 metros, com um relevo suave ondulado e está inserido na região do Planalto da Borborema.

Espécies exóticas comumente comercializadas nas feiras livres de Campina Grande foram registradas em outros estudos como (*Lavandula spica* L. - Alfazema, *Rutagraveolens* L. - Arruda, *Mentha crispa* L. - Hortelã miúda, *Anethumgraveolens* L. - Endro) (BEGOSSI et al. 1993; FIGUEIREDO et al. 1993; SILVA & ANDRADE, 2005; SOUZA & FELFILI, 2006). A razão que pode explicar o uso de espécies exóticas pela população de Campina Grande é a introdução e popularização de espécies vegetais da Europa, África e Ásia, desde tempos coloniais, além das mudanças culturais e da miscigenação étnica, ao longo de cinco séculos de colonização (VOEKS, 1996; BENNETT & PRANCE, 2000).

Ao analisar a flora de espécies exóticas comercializadas em Campina Grande, percebeu-se semelhança registrada por VOEKS (1996), que ao analisar as plantas medicinais usadas em Salvador na área de Mata Atlântica, verificou-se que esta flora medicinal é basicamente herbácea, cultivada e exótica.

A distribuição fitogeográfica das plantas medicinais registradas neste levantamento está subdividida, por região geográfica paraibana, como mesorregiões e microrregiões (Figura03).

Figura 02. Mapa das regiões geográficas paraibana, incluindo as mesorregiões e microrregiões.



Observou-se, que 29 plantas medicinais segundo os entrevistados são oriundas da própria mesorregião do agreste, e microrregião de Campina Grande- PB. Entretanto, 17 espécies foram registradas na microrregião do Brejo paraibano. Foi registrado que, sete espécies das plantas medicinais são provenientes da mesorregião do Litoral. As plantas citadas desta área são da Floresta Atlântica, qual área registra temperaturas médias em torno de 25°C ao ano e 1000 mm de precipitação/ano, proporcionando um Clima Tropical Quente e Úmido, com apenas 60 dias sem chuvas.

Espécies nativas da Floresta Estacional Semidecidual do Brejo paraibano, são compostas por uma floresta úmida de altitude, que passam por uma estacionalidade de até 120 dias biologicamente secos. Estas espécies vegetais são compostas por espécimes de ampla distribuição geográfica, que são registradas desde a Floresta Atlântica a Florestas Estacionais Deciduais, como resquícios paleoclimáticos (ANDRADE-LIMA, 1982). Como exemplares temos *Stryphnodendron coriaceum* Benth. – Barbatimão, *Anacardium occidentale* L. – Cajueiro-roxo, *Cedrela fissilis* Vell – Cedro, *Hymenaea courbari* IL. – Jatobá, *Bowdichia virgilioides* H. B. K.– Sucupira e *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos. Estas espécies são usadas como anti-inflamatório e doenças do sistema digestivo, como de médio e longo prazo. Tais plantas foram citadas 20 vezes, com posologias distintas para doenças específicas, tais como cálculo renal e gastrite. Estas espécies ao serem citadas, foram verificadas o uso tanto as folhas como a casca (SANTOS et al., 2013).

Os brejos são, em sua grande maioria, disjunções de floresta estacional semidecidual montana (BRASIL, 2004), um dos tipos vegetacionais que compõem a Floresta Atlântica brasileira (VELOSO, et al.1991). A hipótese mais aceita sobre a origem vegetacional dos brejos de altitude está associada às variações climáticas ocorridas durante o Pleistoceno (últimos 2 milhões - 10.000 anos), as quais permitiram que a floresta Atlântica penetrasse nos domínios da Caatinga.

Para a microrregião do Cariri Oriental e Ocidental foram registradas 12 espécies. Esta é uma área caracterizada por altas temperaturas, acima de 30° e baixa pluviosidade, média de 500 mm ao ano, tendo um clima tropical quente e seco- semiárido, e vegetação de Caatinga. Esta vegetação apresenta déficit hídrico e mais de 180 dias sem chuvas.

Foram registradas seis plantas oriundas da mesorregião do Sertão, que se localiza sob o clima Semiárido. Nesta região a vegetação Caatinga Hiperxerófila é dominante. Devido ao clima quente e seco, as espécies vegetais apresentam um estresse hídrico no período seco (SILVA et al, 2004). Esta vegetação de Caatinga apresenta adaptações anatômicas e ou fisiológicas relacionadas ao clima, podendo alterar sua toxicidade ou seu princípio ativo, dependendo da estacionalidade (BAUTISTA, 1986), que se caracteriza pela presença de árvores e arbustos deciduais, constituindo- se ainda do domínio das plantas suculentas

espinhosas e das herbáceas temporárias que se desenvolvem no período chuvoso (ANDRADE-LIMA, 1972).

Estas espécies citadas da mesorregião do Sertão e da microrregião do Cariri Oriental e Ocidental são nativas da flora da Caatinga. Temos como exemplares as *Ximenia americana* L. – Ameixa, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan – Angico, *Myracrodru onurundeuva* Fr. All. – Aroeira, *Maytenus rigida* Mart. – Bom nome, *Amburana cearenses* (Fr. All.) A. Smith – Cumaru e *Bumelia arctorum* Mart. – Quixaba, estas espécies são árvores usadas com fins terapêuticos de anti-inflamatório e cicatrizante, que podem ter uso a casca ou entrecasca (TROVÃO et al., 2007; RODAL et al., 2008; ALMEIDA et al., 2010).

Em virtude do Semiárido brasileiro, apresentar condições geoambientais que determinam a vegetação de Caatinga, um processo de deficiência hídrica durante a maior parte do ano, estas, possivelmente, podem alterar os níveis fisiológicos e bioquímicos que resultaram no tratamento fitoterápico. Esta adaptação ao estresse hídrico altera a atividade bioquímica e toxicológica (LOPES, 2005; CALVACANTE, 2009).

Vale ressaltar, que muitos comerciantes disseram não ter conhecimento de como utilizar as plantas, geralmente estes são os vendedores mais jovens, os mesmos informaram que a planta poderia ser utilizada da maneira que desejar usando a expressão “- A critério”. Esta expressão, tanto se refere à quantidade que deve ser ingerido, como ao tempo de uso. Muitos afirmam que tudo depende do estado da doença que queira combater e da forma como a mesma vai melhorando. Este fato demonstra que não há um conhecimento etnofarmacológico das plantas nativas, acerca dos seus usos. Esta diferença de conhecimento e uso de plantas medicinais entre os grupos etários foi comprovado sobre a posologia indicada pelos vendedores de plantas medicinais nas feiras livres de Campina Grande-PB, como também na de Itacaré-BA (PINTO et al., 2006) e Viçosa-MG (ALMEIDA, et al. 2009). Este fato demonstra que o conhecimento popular está diminuindo em relação às plantas medicinais.

Observou-se que não há uma padronização com referência à quantidade do vegetal a ser usada nas preparações e no tempo de uso. Constatou-se também, que há um predomínio do uso de folhas, cascas, flores, frutos e sementes nas preparações, bem como foi observado por Amoroso & Gély (1998), Kubo (1997), Magalhães (1997) e Silva & Almeida (2004) (Figura 4).

Figura 4: Ervas, cascas, folhas e frutos comercializadas nas feiras livres de Campina Grande- PB.



Foram identificadas variedades das formas de preparação das plantas, como: banho, chá, abafado (infusão), cozinhado para as partes das plantas: cascas, folhas e sementes e macerado para folhas e flores verdes, usado em forma de cataplasma. Foi analisado que a preferência da população é por chá, com 27 citações e 11 usadas para banho. Os mesmos resultados também foram observados por Garlet e Irgang (2001), Marodin (2001) e Rodrigues (1998).

4. CONCLUSÃO

O presente estudo foi importante principalmente porque permitiu uma caracterização fitogeográfica da localização das plantas medicinais comercializadas no município de Campina Grande. Torna-se evidente a importância de se estudar a flora medicinal, principalmente da Caatinga, das Florestas Semidecíduais e Atlântica no Estado, de forma integrada e multidisciplinar. O resgate do conhecimento popular realizado neste estudo evidenciou que, apesar da riqueza da biodiversidade no Estado da Paraíba, a medicina popular baseia-se predominantemente em plantas exóticas, estas por sua vez que são oriundas de outras regiões do Brasil.

REFERÊNCIAS

- [1] Almeida, C.F.C.B.R. & Albuquerque, U.P. Uso e conservação de plantas e animais medicinais no Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil): um estudo de caso. *Interciência*. v. 27, n. 6, p. 276-285. 2002.
- [2] Almeida, J. R.G.S.; Guimarães, A. G.; Siqueira, J. S.; Santos, M. R.V.; Lima, J. T.; Nunes, X. P.; Quintans- Júnior, L. J. *Amburana cearensis* – uma revisão química e farmacológica. *Scientia Plena*. v. 6, n. 11, 2010.
- [3] Almeida, N. F. L.; Silva, S. R. de S.; Souza, J. M. de; Queiroz, A. P. N.; Miranda, G. da S.; Oliveira, Helaine B. de. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais na cidade de Viçosa – MG. *Rev. Bras. Farm.*, v. 90, n. 4, 2009.
- [4] Amorozo, M.C.M. & Gély, A. Uso de plantas medicinais por caboclos do baixo Amazonas, Barbacena, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Botânica*. v. 4, n. 1, p. 47-131. 1988.
- [5] Amorozo, M.C.M.; Reis, M.S.; Ferri, P.H. A Abordagem etnobotânica na pesquisa de plantas medicinais. In: DISTASI, L.C. (Org.). *Plantas medicinais: arte e ciência - um guia de estudo interdisciplinar*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996. p.47-68.
- [6] Andrade - Lima, D. 1982. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. Pp. 245-254, in: Prance, G.T. (ed.) *Biological diversification in the Tropics*. Columbia University Press, New York.
- [7] Andrade-Lima, D. Um pouco de ecologia para o Nordeste. Recife, Universidade Federal de Pernambuco. 76. 1972.
- [8] Bagnouls, F.; Gaussen, H. Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie*, 1957, t. 66, nº 355, p. 193-220.
- [9] Bautista, H. P. Espécies arbóreas da Caatinga – sua importância econômica. Simpósio sobre Caatinga e sua exploração racional, Feira de Santana, Bahia, Brasil. 92-94. 1988.
- [10] Begossi, A.; L. F., H.F. & Richerson, P.J. Plant uses in a brazilian coastal fishing community (Buzios Island). *Journal of Ethnobiology* v. 13, n. 2, p. 233-256. 1993.
- [11] Bennett, B.C. & Prance, G.T. Introduced plants in the indigenous pharmacopoeia of Northern South America. *Economic Botany* v. 54, n.1, p. 90-102. 2000.
- [12] BRASIL. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. Porto, K. C.; Cabral, J.P.; Tabareli, C. M. — Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2004.
- [13] BRASIL. Relatório de Gestão sobre Práticas Integrativas e Complementares no SUS - 2006-2010. Brasília: Ministério da Saúde/ Secretaria da Atenção à Saúde/ Departamento de Educação Básica/ Coordenação Nacional de Práticas Integrativas e complementares. 2011, 44p.
- [14] Cavalcante, A. C. R.; Cavallini, M. C.; Lima, N. R. C. B. Estresse por Déficit hídrico em plantas forrageiras / por. Sobral, CE: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2009.
- [15] Corrêa, A.D.R.; Siqueira, B.; Quintas, L.S.E.M. *Plantas Medicinais do Cultivo a Terapêutica*. 2ª edição, Petrópolis, RJ; Vozes, 1998.
- [16] Figueiredo, G.M.; Leitão, F., H.F.; Begossi, A. Ethnobotany of Atlantic Forest Coastal communities: Diversity of plant uses in Gamboa (Itacuruçá Island, Brazil). *Human Ecology* v. 21, n. 4, p. 419-430. 1993.
- [17] Francisco, P.R. M. et al. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015.

- [18] Garlet, T.M.B. & Irgang, B.E. Plantas medicinais utilizadas na medicina popular por mulheres trabalhadoras rurais de Cruz alta, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s. v. 4, n. 1, p. 9- 18. 2001.
- [19] Hanazaki, N.; T., J.Y.; Leitão, F., H.F.; Begossi, A. Diversity of plant uses in two Caiçara communities from the Atlantic Forest coast, Brazil. *Biodiversity and Conservation* v. 9, n.1 597-615. 2000.
- [20] Herrick, J.W. The symbolic roots three polent Iroquois medicinal plants.. IN: Romancicross, M. L.R.(eds.). *The anthropology of medicine: from culture to method*. South Hadley, j.f.bergin. p.134-155, 1983.
- [21] KUBO, R.R. Levantamento das plantas de uso medicinal em Coronel Bicaco, RS. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 163p. 1997.
- [22] Magalhães, R.G. Plantas medicinais na Região do Alto Uruguai. 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 172p; 1997.
- [23] Marodin, S.M.; Baptista, L.R.M. O uso de plantas com fins medicinais no município de Dom Pedro de Alcântara, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s v. 4, n. 1, p. 57-68. 2001.
- [24] Oliveira, E. R.; Menini N. L. Levantamento Etnobotânico de plantas medicinais utilizadas pelos moradores do povoado de Manejo, Lima Duarte - MG. *Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu*, v.14, n.2, p.311-320, 2012.
- [25] Pinto, E. de P.P.; Amorozo, M. C. de M.; Furlan, A. Conhecimento popular sobre plantas medicinais em comunidades rurais de mata atlântica – Itacaré, BA, Brasil. *Acta bot. bras.* v. 20, n. 4, p. 751-762. 2006.
- [26] Rodal, M. J. N.; Martins, F. R.; Sampaio, E. V. de Sá. Levantamento quantitativo das Plantas Lenhosas em Trechos de Vegetação de Caatinga em Pernambuco. *Revista Caatinga: Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA)*. v. 21, n.3, p.192-205, 2008.
- [27] Rodrigues, E. Etnofarmacologia no Parque Nacional do Jaú, AM. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s v. 10, n.1, p. 1-14. 1998.
- [28] Santos, M.L.T.; Câmara, C.C.; Costa, K.M.F.M.; Pereira, J.C.S.; Araújo, J.R.C.; Silva, M.D.C. Ação pró-inflamatória de uma Fração Proteica de *Handroanthus impetiginosus*. *Conicbio / II Conabio / VI Simcbio (v.2)*. Universidade Católica de Pernambuco - Recife - PE - Brasil - 11 a 14 de novembro de 2013.
- [29] Silva, A.J.R. & Andrade, L.H.C. Etnobotânica nordestina: estudo comparativo da relação entre comunidades e vegetação na Zona do Litoral - Mata do Estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 19(1): 45-60. 2005.
- [30] Silva, E. C. da; Nogueira, R. J. M. C.; Azevedo Neto, A. D; Brito, J. Z. de; Cabral, e. L. Aspectos ecofisiológicos de dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras, Paraíba, Brasil. *Iheringia, Sér. Bot., Porto Alegre*, v. 59, n. 2, p. 201-205, jul./dez. 2004.
- [31] Sousa, V.da S. Um olhar sobre as práticas de cura em Campina Grande: moradores e agentes comunitários em busca de uma racionalidade alternativa em saúde. 2014. Monografia (Graduação em Geografia). Unidade Acadêmica de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina, Grande, 2014.
- [32] Sousa, V. da S.; Oliveira, E. R. de; Moura, D. C. Análise fitogeográfica das plantas medicinais comercializadas nas feiras livres de Campina Grande, PB - Brasil. 10p. Iniciação Científica (PIVIC/ CNPq/ UFCG). Unidade Acadêmica de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2011.
- [33] Sousa, V. da S.; Pereira, M. P. B. A arte de cuidar da saúde: relação entre o morador e o ACS em Campina Grande - PB. 10p. Iniciação Científica (PIBIC/ CNPq/ UFCG). Unidade Acadêmica de Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2013.
- [34] Souza, C.D.; Felfili, J.M. Uso de plantas medicinais na região de alto paraíso de Goiás, GO, Brasil, *Acta Botanica Brasilica*. v. 20, n. 1, p. 135-142. 2006.
- [35] Trovão, D. M. de B. M.; Fernandes, P. D.; Andrade, L. A. de; Neto, J. D. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.11, n.3, p.307-311, 2007.
- [36] Veloso, H.P., A.L.R. Rangel-Filho & J.C.A. Lima. 1991. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. IBGE, Rio de Janeiro.
- [37] Voeks, R.A. Tropical forest healers and habitat preference. *Economic Botany* v. 50, n. 4, p. 381-400. 1996.

Capítulo 15

Imburana-de-Cambão {Commiphora Leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett}: Uma abordagem etnobotânica com os funcionários da Escola Agrícola de Jundiáí

*Luana Thayná Dantas de Souza
Daniel Henrique Correia André
Iago Queiroz de Carvalho
Maria Kely Alves Gomes da Silva
Malcon do Prado Costa*

Resumo: A pesquisa etnobotânica vem conquistando espaço nos últimos tempos, devido à crescente consciência da comunidade acadêmica e dos órgãos planejadores de que o saber que sociedades tradicionais possuem a respeito do seu ambiente representa um potencial muito rico para estabelecerem-se alternativas de desenvolvimento sustentável, mostrando que estudos nesta área favorecem que o conhecimento, antes retido a uma população local, seja propagado com a finalidade de esclarecimento geral sobre manutenção adequada e usos de determinada espécie. *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett, popularmente conhecida como Imburana ou Umburana, é uma angiosperma decídua, ocorrendo na caatinga e cerrado do Brasil, pertencente à família Burseraceae. Seu uso para a restauração de áreas degradadas colabora para meliponicultura, além de ser empregado amplamente a fins medicinais. O presente trabalho teve por objetivo registrar e analisar os conhecimentos e usos que os funcionários da Escola Agrícola de Jundiáí, que moram nos municípios de Macaíba e entorno (RN), fazem da Imburana-de-cambão. Onde mostrou-se de grande valia para uso doméstico, medicinal, econômico e de grande relevância sócio-cultural.

Palavras-chave: Imburana-de-cambão, Escola Agrícola de Jundiáí, Etnobotânica.

1. INTRODUÇÃO

O abundante conhecimento do homem sobre o ambiente que o circunda fundamenta-se na observação da natureza, seus fenômenos e características, e em sua experimentação empírica (PATZLAFF, 2007). Tais informações são a base para o estudo etnobotânico do qual consiste na análise da interação humana com o meio ambiente (MARTIN, 1995).

Segundo Albuquerque (2005), o termo etnobotânica foi formalmente proposto por Harshberger (1986), que a considerou como ferramenta para elucidação da posição cultural das tribos que usam plantas para alimentação, abrigo e vestuário, de forma que tais investigações poderiam contribuir para esclarecer a distribuição das espécies vegetais no passado. Entretanto, muito antes desse período, dados etnobotânicos já haviam sido utilizados em estudos sobre a origem e distribuição de plantas cultivadas, além também de terem sido empregados para identificação e descrição de milhares de espécies de plantas desconhecidas pelos naturalistas antes das expedições científicas nos tempos das grandes navegações.

A pesquisa etnobotânica vem conquistando espaço nos últimos tempos, devido à crescente consciência da comunidade acadêmica e dos órgãos planejadores de que o saber que sociedades tradicionais possuem a respeito do seu ambiente representa um potencial muito rico para estabelecerem-se alternativas de desenvolvimento sustentável, sobretudo em áreas de alta complexidade ecológica, como é o caso das florestas tropicais (DEWALT, 1994; BEGOSSI, 1996). Mostrando que estudos nesta área favorecem que o conhecimento, antes retido a uma população local, seja propagado com a finalidade de esclarecimento geral sobre manutenção adequada e usos de determinada espécie.

Commiphora leptophloeos (Mart.) J.B.Gillett, popularmente conhecida como Imburana ou Umburana, é uma angiosperma decídua, ocorrendo na caatinga e cerrado do Brasil, pertencente à família Burseraceae. Seu uso para a restauração de áreas degradadas colabora para meliponicultura (MAIA-SILVA, 2012), além de ser empregado amplamente a fins medicinais. Segundo Agra et al (2007) através da decocção de sua casca, um xarope é produzido, sendo utilizado no tratamento de gripes, tosses e bronquites. O presente trabalho teve por objetivo registrar e analisar os conhecimentos e usos que os funcionários da Escola Agrícola de Jundiá, que moram nos municípios de Macaíba e entorno (RN), fazem da Imburana-de-cambão.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido nas seguintes etapas: por primeiro efetuou-se um levantamento bibliográfico que favoreceu um melhor entendimento sobre abordagens etnobotânicas. Na etapa seguinte foram realizadas entrevistas com funcionários indagando-os sobre os conhecimentos da Imburana. Após a coleta dos dados se procedeu a seleção das informações, baseadas no objetivo da pesquisa. E o passo seguinte foi o agrupamento e processamento das informações, gerando gráficos e tabelas, nos quais é possível a interpretação dos usos para aquela comunidade.

2.1 HISTÓRICO DA ÁREA

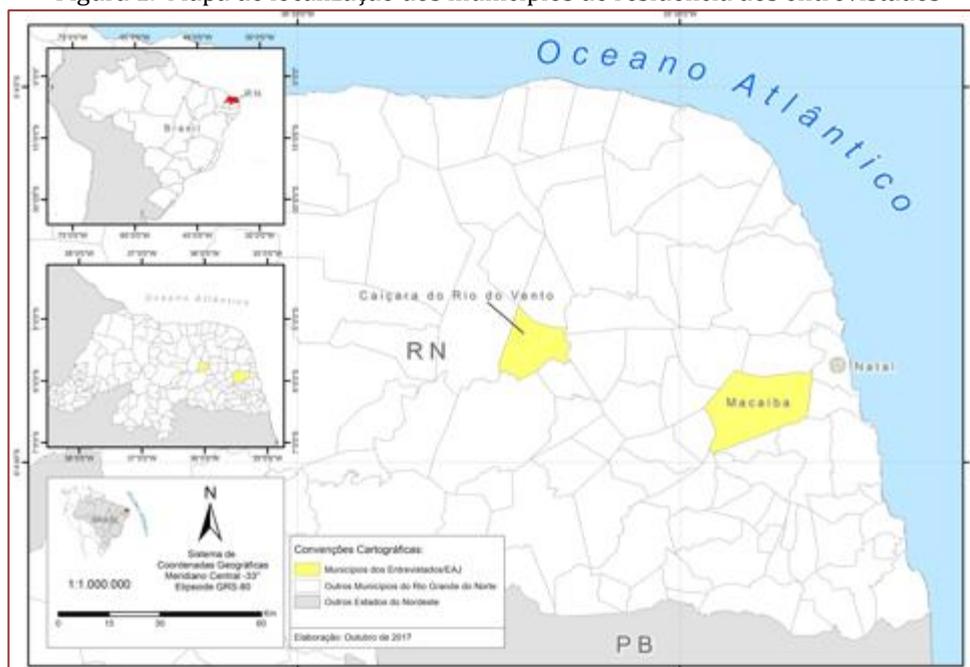
Foi criada pela lei Nº 202 de dezembro de 1949 como "Escola Prática de Agricultura", a atual Escola Agrícola de Jundiá, com localização na antiga Fazenda Jundiá, distante 3 Km da sede do município de Macaíba, e a 25 Km de Natal, capital do Rio Grande do Norte. Logo após a Escola Prática de Agricultura foi transformada em "Escola Agrotécnica de Jundiá", pelo convênio firmado entre o estado do Rio Grande do Norte e o Ministério da Agricultura, em 09 de abril de 1954, ficando assim subordinada à Direção de Ensino Agrícola e Veterinário daquele Ministério. No dia 16 de agosto de 1967, por força do Decreto Nº 61.162 foi incorporada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte, passando posteriormente à denominação de Colégio Agrícola de Jundiá – CAJ.

Aprovou-se modificações e alterações no Regimento Geral da UFRN, em 16 de agosto de 2002 com a Resolução Nº 006/2002 – CONSUNI, e assim a Unidade recebeu a atual denominação de Escola Agrícola de Jundiá. Através da Resolução Nº 11/2007 – CONSUNI de 19 de dezembro de 2007, a Escola Agrícola de Jundiá passou da condição de Órgão Suplementar para Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, integrada à estrutura acadêmica e administrativa da UFRN. Embasado nisso e como se percebe o corpo dos funcionários é basicamente composto por pessoas que moram nos arredores da escola e em municípios vizinhos, em suma sem muitas condições financeiras e acabam encontrando nos serviços prestados à Escola sua fonte de subsistência e para toda sua família.

2.2 ÁREA DE ESTUDO

Percebeu-se que o corpo de funcionários é composto, basicamente, por indivíduos que moram nos arredores da Escola Agrícola de Jundiá e em municípios vizinhos, como mostrado no Mapa (Figura 1). Sem muitas condições financeiras acabam encontrando nos serviços prestados à Escola fonte de sua subsistência e para toda sua família.

Figura 1. Mapa de localização dos municípios de residência dos entrevistados



Para a elaboração do mapa de localização dos municípios de residência dos entrevistados, foi utilizado o Software ARCGIS desktop, versão 10.4.1 (ESRI, 2016). Para tal, foi adquirido arquivos do tipo Shapefile (SHP) obtidos através do Geobank disponibilizado no endereço virtual da Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) georreferenciadas no sistema de coordenadas geográficas WGS 1984. Após localizadas para o ambiente SIG as bases vetoriais foram reprojatadas para o sistema de coordenadas Geográficas SIRGAS 2000 por meio da ferramenta Projections and Transformations e em seguida foi definido as delimitações municipais e estaduais.

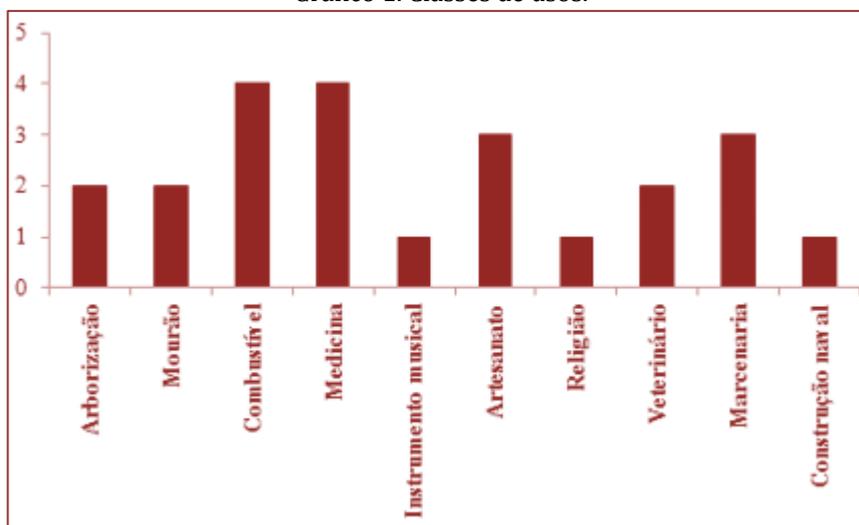
2.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados aconteceu nos dias 27 e 28 de setembro de 2017, nos quais foram abordados 12 funcionários, sendo eles 3 mulheres e 9 homens. Contudo só 6 deles conheciam sobre os usos da espécie pesquisada e com isso utilizando o gravador do celular foi feita basicamente duas perguntas: quais os usos que eles conheciam da Imburana e como ele era aplicado. Tendo coletado todos esses dados, dividiu-se em 11 classes, com base no artigo: uso e conhecimento da aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) por comunidades tradicionais no semiárido brasileiro, e se fez o cálculo da valoração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se nos usos da Imburana uma lista, sendo eles: anti-inflamatório, dor de dente, demarcação de terra, estaca, morada para abelha, infecções, fabricação de santos, diarreia, hérnia, para animais, fabricação de móveis e instrumentos musicais, construção de embarcação. Para melhor análise dos dados separou-se por classes, as quais são demonstradas no gráfico a seguir:

Gráfico 1. Classes de usos.



Sendo o cálculo do valor de uso muito utilizado na literatura, elaborou-se também um com os resultados obtidos da nossa pesquisa e gerou-se uma tabela, apresentada a seguir:

Tabela 1. Classes de Uso

| Classes de uso | Citações | Josué | Josenildo | Luiz Carlos | Ivanaldo | José | Francisco |
|---------------------|----------|-------|-----------|-------------|----------|------|-----------|
| Arborização | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mourão | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Combustível | 4 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| Medicina | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Instrumento musical | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Artesanato | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Religião | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Veterinário | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Marcenaria | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Construção naval | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

O valor de uso estimado para cada espécie citada pelos informantes-chave e comunidade em geral foi estimado pela fórmula adaptada de Phillips & Gentry (1993a), entrevistando uma única vez cada informante:

$$VU_i = U_s / n$$

VU_i = Valor de uso da Imburana; U_s = Somatório de usos mencionado por cada informante para espécie; n = número de informantes entrevistados (n = xxx, para informantes-chave).

Figura 2. Fórmula para obtenção do valor de uso da Imburana-de-cambão.

O resultado do cálculo foi 4,16 de valor de uso da Imburana, diante do relato dos funcionários da Escola Agrícola de Jundiá. Comparando-se com os resultados de outras espécies do Nordeste como: a Aroeira que teve um valor de uso de 2,96 e o Pereiro com 3,56 segundo estudo realizado em Cabaceiras, PB; a Baraúna teve um valor de uso de 4,25 de valor de uso e a Craibeira teve 6,44 segundo estudo realizado em Riacho do Navio, PE. Percebe-se assim que são valores próximos e mostrando a enorme relevância de trabalhos científicos nessa área. Em seguida seguem-se as entrevistas com os funcionários da Escola Agrícola de Jundiá.

Por primeiro se entrevistou o Josué Jerônimo Campelo, que falou um pouco sobre a Imburana e seus usos, segue abaixo:

“A imburana é a gente usa na comunidade onde moro, comunidade de Tapará, inclusive é uma comunidade indígena, o que a gente usa no dia a dia é pra dor de dente a resina dela, inclusive eu já usei, parentes e pessoas na comunidade quando ta com dor de dente para ter um alívio imediato usa a imburana. Deixa o algodão embebido com seiva e deixa em cima somente do dente que esta com dor né e para, falo isso por que eu já usei, isso pra uso medicinal. Geralmente lá são plantadas em cercas, como é uma zona rural, quando não se usa cerca de arame, de estaca usa a imburana pra fazer a demarcação entre os terrenos e justamente pra tá próximo numa ocasião que precisa pra fazer o uso medicinal no caso pra dor de dente. Que eu conheço e vivenciei são esses da Imburana, a gente tem outras plantas que usamos, mas esse é especificamente da imburana, mas la usa-se muito a medicina, não sei como é chamado isso, mas esse conhecimento ancestral né. O que a gente usa e pratica la é que vem de gerações pra gerações, no caso tem pra dor de dente e pra uma infinidade de problemas, um usa casca, outro seiva, raízes, folhas e por ai vai.”

O Chinida (Josenildo Teixeira Rodrigues) teve uma resposta interessante, principalmente devido ao uso artístico e religioso citado pelo mesmo:

“(…) é eu inclusive tenho um sitio que nele tinha muita imburana, cara, e eu sem ter o conhecimento, né, sobre as propriedades dela e eu terminei colocando abaixo e queimando. E depois outras pessoas aqui da escola teve a oportunidade de conversar sobre a imburana, e eu fui vendo os benefícios que ela tinha né, os meus avós ou meu pai já falavam que a imburana servia como anti-inflamatório, cara, pra dor de dente e pra infecção, qualquer outra infecção servia o chá e depois com outros conhecimentos ouvi falar que o leite dela também servia pra isso. E outros conhecimentos também sabia que ela servia pra fazer tambores, a parte de santo, aquela parte que o pessoal faz santos de madeira e como ela é uma madeira maneira, leve né, ela servia exatamente pra isso, o trabalho ficava mais fácil, ela é uma madeira macia, então o pessoal usava muito pra isso.”

Luiz Carlos mencionou o uso medicinal da Imburana conforme segue:

“Pra inflamação de dente, diarreia e hérnia. Para diarreia e hérnia é o chá e a imburana é o leite para o dente, pra colocar no dente e o resto tudo é chá.”

Enquanto Ivanaldo Olimpio de Oliveira foi o primeiro no nosso trabalho a mencionar o uso zootécnico/veterinário:

“Eu usei a imburana só pra fazer a xaropada para dar a vaca. A vaca deu cria e ficou doente e me ensinaram. Ai fazia como? Usava a casca, fazia a xaropada e dava a garrafada, foi só o que eu usei de Imburana, foi só pra isso.” José de Lima. De caiçara do rio dos ventos, destacou os usos tecnológicos e de construção civil da Imburana. “Serve pra fazer porteiro pra criar abelha, serve pra fazer mesa, fazer porta. Qual a parte que usa? O pau dela completo quando ela é linheira, ai serra faz tábua, ai faz a porta.”

O mateiro (especialista/parataxonomista) Francisco Edilson Varela foi quem encontrou mais utilidade para a planta. Conforme se segue:

“Ela serve assim quando ela é linheira, grossa, ela é maneiro num é pesado, pode cortar um pedaço da imburana e colocar na água e se montar em cima que atravessa o mar de um lado pra outro, ela boia dessa grossura assim ai pronto. Serve pra fazer tamborete, fazer mesa tá entendendo, a tábua da imburana de um material que só se acaba se queimar, ela é forte. Furou assim ai tem o leite, num é leite é o suco né ai bota dentro, tudo dentro ai o dente deixa de doer. Aí o sujeito tá com a barriga desenbalada, ai aperriado e remédios e mais remédios aí pega cozinha e é freio na hora, a casca, bebeu é freio na hora a tal da imburana. Outra é se ela for grossa assim e o senhor tiver uma hérnie, uma hérnie dessa parte do imbigó aqui, aí o senhor chega onde tá ela, leva um tamborete assim, chega onde ta ela aí põe o pé assim nela do lado que o sol nasce aí risca aí com o esculpro, quando acabar tira a casca todinha e não olha pra trás deixa ela e vem simhora, aí ela vai sarando e a hérnie vai se acabando enquanto tá no começo. Só sei disso

mesmo pra fazer tábua e essas coisas assim, e se ela for velha pra fazer morada de abelha, às vezes tem lá no sertão dela buraquenta que as abelhas faz morada, aonde tiver assim a jandaira faz morada.”

Além destes, Roque et al. (2010), em estudos sobre plantas medicinais em comunidade rural de Caicó - RN, coletou, por meio de entrevistas, informações sobre a utilização da casca da espécie no banho após a maceração como forma de tratamento para ferimentos e, em estudo semelhante, Reis et al (2017) em entrevistas nos municípios de Coronel José Dias e São Raimundo Nonato - PI, destacou ações biológicas como gastrite e cicatrizante.

É notório o destaque nos usos medicinais e civil da espécie contudo. Chaves et al (2017) evidencia, em seu levantamento etnobotânico em comunidades rurais no município de Cocal - PI, seu uso alimentício. A imburana-de-espinho, forma popularmente conhecida na região, serve de petisco nas matas, pela disponibilidade, onde seu mesocarpo é consumido in natura.

4 CONCLUSÕES

Tendo em vista o levantamento realizado por meio de entrevista aos funcionários da Escola Agrícola de Jundiá à espécie *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillett mostrou-se de grande valia para uso doméstico, medicinal, econômico e de grande relevância sócio-cultural.

REFERÊNCIAS

- [1] Albuquerque, U. P. Introdução à etnobotânica. Interciência, Rio de Janeiro, 2005.
- [2] Agra, M.F. et al. Sinopse da flora medicinal do Cariri Paraibano. OECOLOGIA BRASILIENSIS. v. 11, n. 3, p. 323-330, 2007.
- [3] Begossi, A. Use of Ecological Methods in Ethnobotany: Diversity Indices. Economic Botany. v: 50, n. 3, p. 280-289, 1996. BRASIL, Histórico. 2011. Disponível em: . Acesso em: 02 out. 2017 DEWALT, B. Using Indigenous Knowledge to Improve Agriculture and Natural Resource Management. Human Organization. v. 53, n. 2, p. 123-131, 1994.
- [4] Chaves et al. Práticas alimentares populares com uso de plantas silvestres: potencial para minimizar a insegurança nutricional no semiárido do Nordeste do Brasil. Revista GAIA SCIENTIA. VOLUME 11(2): 287-313, 2017.
- [5] Ferraz, José Serafim Feitosa; Albuquerque, Ulysses Paulino de; Meunier, Isabelle Maria Jacqueline. Valor de uso e estrutura da vegetação lenhosa às margens do riacho do Navio, Floresta, PE, Brasil. Disponível em: . Acesso em: 02 out. 2017.
- [6] Lima, José Ribamar de Farias et al. Uso e Disponibilidade de Espécies Vegetais Nativas no Semiárido do Nordeste do Brasil: Uma Análise DA Hipótese da Aparência Ecológica. Rede - Revista Eletrônica Prodema, Fortaleza, v. 10, n. 1, p.110-131, 02 out. 2017.
- [7] Maia-Silva, C. et al. Guia de plantas: visitadas por abelhas na Caatinga. 1. ed. Editora Fundação Brasil Cidadão, Fortaleza, 2012. Martin, G.J. Ethnobotany - a methods manual. Ed. Chapman & Hall. London, 1995.
- [8] Patzlaff, R.G. Estudo Etnobotânico de plantas de uso medicinal e místico na comunidade da Capoeira Grande, Pedra de Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2007. 147p. Dissertação - Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2007.
- [9] Carla Regina Martins Reis Anna Flora de Novaes Pereira Isaac Farias Cansanção. Levantamento Etnobotânico DE Plantas Medicinais Utilizadas por Moradores do Entorno do Parque Nacional Serra da Capivara – PI. Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management. Volume 13 – Número 04 – out/dez 2017
- [10] Roque, A.A.; Rocha, R.M.; Loiola, M.I.B. Uso e diversidade de plantas medicinais da Caatinga na comunidade rural de Laginhas, município de Caicó, Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil) Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.12, n.1, p.31-42, 2010.

Capítulo 16

Produtividade de sementes orgânicas de Crotalaria SP, no Sertão Paraibano

Elaine Gonçalves Rech

Raquel Maria da Conceição

Resumo: Crotalárias são utilizadas para a adubação verde e recuperação de áreas degradadas, porém há poucos estudos sobre as sementes destas espécies e trabalhos com sementes orgânicas inexistem. Conduziu-se este trabalho visando estudar o efeito da adubação orgânica, sobre os componentes do rendimento e na produtividade dessa cultura. O estudo foi conduzido na área experimental do Campus IV Universidade Estadual da Paraíba/Catolé do Rocha (Latitude: 06°20'38" S Longitude: 37° 44' 48" W), em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 2X4 com três repetições, sendo avaliados duas espécies (Sp1=Crotalaria spectabilis Roth e Sp2= Crotalaria juncea L.) e quatro doses, oito tratamentos (T1= Sp1 + Dose 0; T2= Sp 1 + Dose 1; T3= Sp 1 + Dose 2; T4= Sp 1 + Dose 3; T5= Sp 2 + Dose 0; T6= Sp 2 + Dose 1; T7= Sp 2 + Dose 2; T8= Sp 2 + Dose 3), Sendo: D0= sem aplicação de adubação; D1=25% composto+75% areia; D2=50% composto+50% areia; D3=75% composto+25% areia. A avaliação da produção e da produtividade das sementes foi realizada através das variáveis: Comprimento de Vagens (CV); Número de Sementes por Vagem (NSV); Número de Vagens por Planta (NVP); Peso de Sementes por vagem (PSV); Peso de Mil Sementes (PMS) e Rendimento de Sementes/Área. Conclui-se que: a adição de composto orgânico não teve efeito positivo sobre o comprimento das vagens, número de vagens por planta e de sementes por planta nem no rendimento de sementes por área. A dose D2 (50% areia+50% composto Orgânico) teve efeito positivo sobre peso de mil sementes.

Palavras-chave: produção, rendimento, adubo verde.

1. INTRODUÇÃO

As crotalárias são originárias da Índia e da África, com ampla adaptação às regiões tropicais do mundo, destacam-se entre as espécies da família das leguminosas que têm sido utilizadas para a adubação verde, sendo de ciclo anual, crescimento determinado, atingem de 1,5 a 3 metros de altura e produtividade de 40 a 60 toneladas de massa verde e 6 a 8 toneladas de massa seca por ciclo, fixa entre 180 e 300 kg ha⁻¹ de N (FORMENTINI et al., 2008). As plantas são arbustivas, de crescimento ereto e determinado, produzem fibras e celulose de alta qualidade, próprias para a indústria de papel e outros fins. Recomendada para adubação verde, em cultivo isolado, intercaladas a perenes, na reforma de canavial ou em rotação com culturas graníferas, é uma das espécies leguminosas de mais rápido crescimento inicial, atingindo, em estação normal de crescimento, 3,0 a 3,5 m de altura. É considerada má hospedeira de nematóides formadores de galhas e cistos.

Atualmente vem aumentando a preocupação com a rápida degradação dos solos agrícolas no Brasil, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde as elevadas temperaturas e umidade são mais propícias à decomposição da matéria orgânica do solo. E para obter novas técnicas de cultivos que proporcionam melhorias na qualidade do solo e sustentabilidade na exploração agrícola, se torna necessário novas pesquisas (RICCI, 2006).

A *Crotalaria juncea* L. e a *Crotalaria spectabilis* Roth são espécies de grande utilização na adubação verde, além disso, são eficientes no controle de nematóides (SARTORI, 2011).

Os principais entraves para sua disponibilidade são a dificuldade ao acesso e os altos custos das sementes de qualidade, aliado a situação financeira dos pequenos agricultores, juntamente com a quase ausência de assistência técnica. Tais entraves fazem da produção comunitária de sementes uma saída viável, tanto para as lavouras de subsistência, quanto para facilitar a comercialização dos excedentes (DIDONET, 2007).

A compostagem é uma técnica que pode ser utilizada para aumentar a disponibilidade e a qualidade dos fertilizantes orgânicos, essa prática tem aumentado muito nos últimos anos no mundo, no Brasil, a compostagem ainda é uma prática de as técnicas utilizadas, geralmente, reproduzem técnicas desenvolvidas em outros países.

Para a agricultura, a adubação orgânica e/ou química é indispensável para se obter boa produtividade. O uso de fertilizantes em áreas de produção de sementes é mais comum do que em lavouras para produção de grãos ou outros materiais de consumo, mesmo assim o número de experimentos relacionados especificamente a este aspecto é restrito, de modo que o emprego de fertilizantes é realizado com base nos resultados obtidos para as respectivas culturas de consumo alimentar e industrial. Ainda pouco se conhece a respeito da quantidade a utilizar, principalmente com relação ao adubo orgânico, que permita a obtenção de rendimentos satisfatórios na produção e na melhoria da qualidade de sementes (OLIVEIRA et al., 2000).

O solo, por ser um recurso natural não-renovável, necessita ser manejado de maneira sustentável para que possa atingir produtividade satisfatória sem perder sua qualidade. Independente do sistema agrícola, a exploração do solo promove inúmeras modificações nas suas propriedades, sobretudo no conteúdo de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes com reflexos sobre o funcionamento dos agroecossistemas. A agricultura, em geral, tem buscado formas de cultivo que apresentem menores custos de implantação, que causem menos danos possíveis ao meio ambiente, principalmente ao solo, objetivando um manejo conservacionista e que o uso de insumos, como fertilizantes e agrotóxicos, seja o menor possível (MARTINS, 1999). No atual momento da agricultura brasileira, em que os recursos empregados são bastante reduzidos, principalmente pelo pequeno produtor, é interessante que o mesmo utilize o máximo de insumos próprios. O uso de composto orgânico, em substituição ou associado à adubação química, tem sido muito difundido entre os agricultores que possuem este recurso em suas propriedades. Entre os benefícios estão: baixo custo, aproveitamento de resíduos, manutenção da produtividade, melhoria da estrutura e fertilidade dos solos e menor utilização de fertilizantes químicos solúveis.

A disponibilidade de nutrientes para as plantas influi na produção e na qualidade da semente, afetando a formação do embrião, dos órgãos de reserva, a composição química e, conseqüentemente, o metabolismo e o vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 1980).

Neste contexto, as sementes assumem papel fundamental, pois para a produção orgânica, segundo a normativa 007/99 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa) de maio de 1999, são vetados o uso de sementes produzidas com qualquer tipo de adubo químico, inseticidas químicos, agrotóxicos e outros insumos artificiais ou tóxicos, organismos geneticamente modificados (OGM)/transgênicos ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo.

No entanto, os alimentos orgânicos produzidos no Brasil são gerados a partir de sementes, na maioria, tratadas com defensivos. A prática é comum em todas as culturas, inclusive nas que são certificadas por entidades credenciadas no Ministério da Agricultura. A exceção são os produtos destinados aos Estados Unidos e à Europa, mercados onde o insumo orgânico é obrigatório. Isso é explicado, em parte, pela inexistência de produção de sementes orgânicas no país. Há apenas uma associação no ramo, a Bionatur, que tem uma produção de apenas seis toneladas por ano de sementes de hortaliças, a associação não tem escala nem tecnologia para atender as necessidades de mercado de quase um milhão de hectares plantados no país (BARROS e INACIO, 2010). Conforme os dados publicados pelo Censo Agropecuário do IBGE (2006), no Brasil existem apenas 52 propriedades agrícolas que produzem sementes orgânicas, no entanto somente oito delas possuem certificação de suas produções. Essa realidade demonstra a necessidade de maiores estudos com relação a este insumo, indispensável em qualquer sistema de produção.

Essa situação deverá mudar nos próximos anos, graças à regulamentação da lei de orgânicos, que criou padrões nacionais para a produção. No entanto a instrução normativa prevê que sementes convencionais continuem sendo utilizadas desde que produtores e certificadoras comprovem a indisponibilidade da variedade no mercado (BARROS e INACIO, 2010).

Devido à carência de informações quanto ao fator adubação orgânica para a cultura das *C. juncea* L. e *C. spectabilis* Roth, no que se refere à produção e produtividade das sementes, o presente projeto foi conduzido visando estudar o efeito da adubação orgânica, sobre os componentes do rendimento e na produtividade, bem como a potencial produção e utilização de sementes destas espécies pelos agricultores orgânicos no sertão da Paraíba.

2.METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na área experimental do Campus IV da Universidade Estadual da Paraíba, situado no município de Catolé do Rocha (Latitude: 06°20'38"S Longitude: 37° 44' 48" W), Sertão Paraíbano.

A compostagem foi realizada durante 90 dias, utilizando-se materiais orgânicos oriundos da produção de caprinos, bovinos e restos vegetais produzidos na própria Universidade Estadual da Paraíba (Campus IV), pelo método de pilhas revolvidas. Para o preparo da pilha dos compostos foi escolhida uma área plana, livre de ventos fortes, de fácil acesso para descarga dos materiais, além de uma boa disponibilidade de água para irrigação dos compostos. A umidade da pilha foi mantida em nível adequado para a máxima atividade microbiana nas diferentes etapas da compostagem, verificando por meio de testes práticos realizados in loco nos reviramentos: espremendo um punhado do composto com as mãos ou observar se existe ou não mofo branco, conforme recomendações feitas por SOUZA e RESENDE (2003). O composto maturado foi analisado a partir de uma amostra composta obtida de quatro pontos da pilha.

A semeadura foi realizada em 26 de fevereiro 2016, manualmente, em vasos com capacidade para volume de 1,5 litros, utilizando-se três sementes a uma profundidade de 1,0cm, sendo que quinze dias após a germinação procedeu-se o desbaste das plântulas deixando-se uma planta/vaso.

O sistema de irrigação utilizado foi manual, sendo as frequências das irrigações realizadas de modo a repor as perdas por evapotranspiração, e de acordo com o KC determinado para cada fase de desenvolvimento da planta.

A colheita das sementes ocorreu em agosto de 2016, cerca de 170 dias após a semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi completamente casualizado, em esquema fatorial 2X4 com três repetições, sendo avaliadas duas espécies de sementes de Crotalaria (*Sp1*= *C. spectabilis* Roth e *Sp2*= *C. juncea* L.) e quatro doses de composto orgânico, perfazendo um total de oito tratamentos:

| Tratamentos | |
|------------------|------------------|
| T1= Sp1 + Dose 0 | T5= Sp2 + Dose 0 |
| T2= Sp1 + Dose 1 | T6= Sp2 + Dose 1 |
| T3= Sp1 + Dose 2 | T7= Sp2 + Dose 2 |
| T4= Sp1 + Dose 3 | T8= Sp2 + Dose 3 |

Sendo: D0- o controle (sem aplicação de composto); D1=25% composto+75% areia -; D2=50% composto+50% areia; D3=75% composto+25% areia. A areia utilizada neste experimento foi lavada e esterilizada.

O controle fitossanitário foi realizado através do monitoramento, no entanto durante todo ciclo da cultura não foi observado nem a presença de pragas e nem a presença de doenças, as capinas manuais foram realizadas visando o controle das plantas daninhas e a colheita realizada manualmente, quando as vagens atingiram o ponto de maturação fisiológica.

Variáveis analisadas:

Comprimento de Vagens (CV) determinou-se utilizando-se 10 vagens por parcela, com auxílio de régua milimetrada, e os resultados expressos em cm.

Número de Sementes por Vagem (NSV) foi determinado tomando-se uma amostra de 25 vagens por parcela, que depois de debulhadas, anotou-se o número de sementes contidas em cada vagem. O NSV médio foi obtido dividindo-se o número total de sementes da amostra pelo número de vagens.

Número de Vagens por Planta (NVP) foi obtido pela soma de todas as vagens colhidas durante o experimento, em cada parcela, divididas pelo número de plantas existentes nestas.

Peso de Sementes por Fruto (PSF) as sementes das dos frutos de uma **amostra de 25 vagens por parcela**, foram pesadas e divididas pelo número de vagens da amostra para se obter essa variável e os resultados expressos em gramas.

O Rendimento de Sementes/Área foi determinado pelo cálculo dos componentes do rendimento da seguinte forma:

Número de vagens.planta⁻¹ x número de sementes.vagem = número de sementes.planta;

Número de sementes.planta x peso de mil sementes = Peso de sementes.planta;

Peso de sementes.planta x número de plantas.ha = Rendimento de sementes.ha.

Peso de Mil Sementes (PMS) - Esta avaliação foi realizada em oito repetições de cem sementes de acordo com as Regras para Análises de sementes (BRASIL, 2009).

Análise estatística - Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente por meio da análise de variância, utilizando o teste F, seguindo o modelo completamente casualizado em esquema fatorial. As médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para avaliação das doses de composto orgânico, procedeu-se a análise de regressão polinomial, optando-se pela regressão significativa, com maior coeficiente de ajuste (R²). A análise estatística foi efetuada pelo uso do software estatístico ASISTAT (SILVA, 2008).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na Tabela 1, são apresentadas as características químicas do composto utilizado no experimento. O composto foi confeccionado nas seguintes proporções: 50% de capins + 40% esterco caprino + 10% de esterco bovino, noventa dias antes da instalação do experimento.

Tabela 1. Características químicas do composto (confeccionado nas seguintes proporções: 50% de capins + 40% esterco caprino + 10% de esterco bovino) usado no experimento, Catolé do Rocha-PB, 2016.

| -----Macronutrientes g.kg ⁻¹ ----- | | | | | | -----Micronutrientes mg ⁻¹ ----- | | | |
|---|------|------|-------|------|------|---|----|------|--|
| N | P | K | Ca | Mg | Na | Zn | Cu | Fe | |
| 10,14 | 2,76 | 0,52 | 10,70 | 3,23 | 0,66 | 50 | 11 | 3150 | |

Laboratório de análise de solo, água e planta, Natal-RN. 2015.

As sementes de *C. spectabilis* Roth foram adquiridas através de doação da Empresa Sementes Pirai e as de *C. juncea* L adquiridas do banco de sementes de adubos verdes do Estado da Paraíba.

Logo após a chegada das sementes ao Campus IV da UEPB, as mesmas foram submetidas ao teste padrão de germinação no Laboratório de Ecofisiologia, já na primeira contagem do teste de germinação foi possível observar o alto vigor de ambas as espécies, tendo em vista que foi obtida germinação máxima, atingindo 100%, aos oito dias após a semeadura. De acordo com o resultado da germinação tornou-se desnecessária a análise estatística para essa variável.

LOPES et al (2005), estudando características agrônômicas e qualidade de sementes de crotalária (*C. juncea* L.) na maturação, observaram que o florescimento iniciou-se aos 37 dias após a semeadura, no presente estudo foi registrado o início do florescimento da mesma espécie aos 40 dias após a semeadura e para *C. spectabilis* Roth, aos 50 dias após a semeadura. A crotalária *juncea* tem seu florescimento induzido quando a duração do dia é menor que 12 horas, caracterizando esta espécie como planta de dias curtos, sendo que o menor número de horas de luz, associado a temperaturas mais amenas, favorece a indução do florescimento das plantas (CALEGARI et al., 1992)., fatores ambientais que não ocorreram durante o ciclo da cultura, na região.

Com relação à altura de plantas, para *C. spectabilis* Roth, as alturas variaram de 0,78 m a 0,10m e para *C. juncea* L. variaram de 1,67m a 0,87 m, em ambas as espécies a dose 1 (75% areia+25% composto) foi a que proporcionou as plantas com maiores alturas e a dose 4 (25% areia+75% composto) as plantas mais baixas. No entanto, na literatura, encontra-se medidas superiores as encontradas neste estudo, havendo referência para *Crotalaria spectabilis* Roth com variações de 1,0 a 1,5 m de altura, e com de desenvolvimento inicial lento, já a *C. juncea* L. pode atingir de 3,0 a 3,5 m de altura, sendo uma das espécies leguminosas de mais rápido crescimento inicial.

Para as variáveis Comprimento de vagens (CV), Número de Sementes por Vagem (NSV), Número de Sementes por Planta (NSP), Peso de Sementes por Planta, Peso de Mil Sementes (PMS) e produtividade (Kg/ha), observou-se que houve interação altamente significativa ($p < 0,01$) e para a variável Número de vagens por planta (NVP) ($p < 0,05$) foi significativa entre os fatores estudados. De modo geral a *C. juncea* L. apresentou resultados superiores a *C. spectabilis* Roth, conforme pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2. Dados médios em função das espécies (*C. spectabilis* Roth e *C. juncea* L.), para as variáveis Comprimento de vagem (CV(mm)), Número de Vagens por Planta (NVP), Número de Sementes por Vagem (NSV), Número de Sementes por Planta (NSP), Peso de Sementes por Planta (PSP(g)), Peso de Mil Sementes (PMS(g)), Produtividade (Kg/ha) em plantas de crotalária, Catolé do Rocha, 2016.

| Espécie | Variáveis | | | | | | | Kg/ha |
|-----------------------|-----------|---------|--------|--------|---------|--------|---------|-------|
| | CV | NVP | NSV | NSP | PSP | PMS | | |
| <i>C. spectabilis</i> | 8,62 b | 6,58 b | 0,73 b | 0,72 b | 17,33 b | 2,09 b | 8,05 b | |
| <i>C. juncea</i> | 15,01 a | 18,17 a | 1,29 a | 1,29 a | 33,06 a | 21,93a | 40,04 a | |

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a variável CV, foi possível notar que a *C. juncea* L. apresentou resultados superiores a *C. spectabilis* Roth (Tabela 2), sendo encontrado vagens mais compridas na proporção de 100% de areia (D0), seguido das proporções 75% areia+25% composto orgânico (D1) e 50% areia+50% composto orgânico (D3), as vagens de menor comprimento foram encontradas na proporção 25% areia+75% composto orgânico (D4), LOPES et al (2005) estudando as características agrônômicas e a qualidade das sementes de Crotalária, observaram nas coletas realizadas, que em média, 90% das vagens produzidas, apresentaram comprimento médio superior a 1,5 cm, sem alteração com o decorrer do período de maturação, fato observado no presente trabalho onde também foram encontrados valores superiores a 1,5 cm para a maioria dos tratamentos estudados (Tabela 3).

O número de vagens por planta (NVP) é definido geneticamente por espécie, podendo, no entanto, ser alterada com as variações ambientais (LOPES et al, 2005). EIRAS e COELHO (2012) estudando diferentes densidades de semeadura e de poda na produtividade de sementes de *Crotalaria juncea* L., observaram que quando realizada a poda, a crotalária produziu $7,2 \pm 0,8$ vagens pequenas, enquanto, nas plantas não podadas, obtiveram $5,1 \pm 0,4$ vagens pequenas. Para vagens grandes, não houve efeito de poda; em média foram encontradas $7,2 \pm 0,4$ vagens grandes por planta, resultados diferentes foram observados no

presente trabalho, pois quanto maior a dose menor foi o número de vagens, variando de 26,33 na D0 (100% areia), 19,50 na D1 (75% areia+25% composto orgânico), 3,67 na D2 (50% areia+50% composto orgânico) e 1,00 vagens por planta na D3 (25% areia+75% composto orgânico), valores mais elevados foram encontrados por QUEIROZ et al (2002) que registraram valores para o número de vagens por planta oscilando entre 20,9 e 31,3 no período avaliado.

QUEIROZ et al (2002) avaliando as características agromorfológicas na produção de sementes de crotalária (*Crotalaria juncea* L.) observaram que o número de sementes por vagem foi em média 4,5; no presente trabalho os valores encontrados foram inferiores para esta variável, sendo seu valor médio máximo de 2,06 na D0 (100% areia).

O Número de Sementes por Planta, na presente pesquisa, variou de 51,14 na D0 (100% areia) a 1,03 na D3 (75% composto orgânico + 25% de areia), foi possível notar que houve decréscimo no número de sementes a medida que as proporções do composto orgânico aumentavam.

Para Peso de Sementes por Planta (Tabela 3), nota-se que a dose que proporcionou as sementes mais pesadas foi a D1 (25% composto orgânico +75% areia), seguido da D0 (100% areia).

Analisando-se a variável Peso de Mil Sementes (Tabela 3) constata-se que a dose que proporcionou o melhor rendimento para essa variável foi a D2 (50% composto orgânico+50% areia) que atingiu 19,41g.

De acordo com BRAGA et al. (2005), a produção de sementes de *C. juncea* L. pode variar de 500 a 1000 kg ha⁻¹ e para *C. spectabilis* Roth na faixa de 600 a 800 kg/ha . Dessa forma, pôde-se verificar que os patamares obtidos na pesquisa foram inferiores ao determinado pelos autores, no presente estudo a produtividade média variou de 26,52 Kg/ha (Dose 2= 50% areia+50% composto) a 75,92 Kg/ha (Dose 0= 100% areia pura), no entanto TIMOSSI et al (2014) estudando a produção de sementes de *Crotalaria juncea* em diferentes épocas de semeadura no sudeste goiano, verificou que a produtividade de sementes variou de 458 a 22 kg ha⁻¹, quando semeadas no início e final da estação chuvosa respectivamente.

Tabela 3. Dados médios em função das doses para as variáveis Comprimento de vagem (CV(mm)), Número de Vagens por Planta (NVP), Número de Sementes por Vagem (NSV), Número de Sementes por Planta (NSP), Peso de Sementes por Planta (PSP(g)), Peso de Mil Sementes (PMS(g)), Produtividade (Kg/ha) em plantas de crotalária (*C. espectralis* Roth e *C. juncea* L.), Catolé do Rocha, 2016.

| Variáveis | | | | | | | |
|-----------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|---------|
| Doses | CV(cm) | NVP | NSV | NSP | PSP(g) | PMS(g) | Kg/Ha |
| Dose 0 | 2,74 a | 26,33 a | 2,06 a | 51,14a | 1,37 b | 17,67 b | 53,87 a |
| Dose 1 | 1,22 b | 19,50 a | 1,20 b | 45,01b | 1,72 a | 10,93 c | 29,46 b |
| Dose 2 | 0,76 c | 3,67 b | 0,79 c | 3,62c | 1,12 c | 19,41 a | 13,27 c |
| Dose 3 | 0,01 d | 1,00 b | 0,02 d | 1,02d | 1,00 d | 0,10 d | 0,01 d |
| CV% | 17 | 76,13 | 2,16 | 1,56 | 0,54 | 0,08 | 0,84 |

*Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade

4.CONCLUSÕES:

- A adição de composto orgânico não exerceu efeito positivo sobre o comprimento das vagens, número de vagens por planta, número de sementes por planta e o rendimento de sementes por área.
- A dose 2 (50% areia+50% composto Orgânico) teve efeito positivo sobre peso de mil sementes.

REFERENCIAS

- [1] Barros, B.; Inácio, A. Sementes tratadas com defensivos sustentam a produção de orgânicos <<http://agrolink.com.br>> acesso em:30 abril 2016.
- [2] Braga, N.R., Miranda, M.A.C. de, Wutke, E.B., Ambrosano, E.J., Bulisani, E.A. Crotalárias. Instituto Agronômico de Campinas, 2005. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Crotalaria/Crotalaria.htm>> acesso em: 26 de abril de 2016.
- [3] Brasil. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 64: Normas disciplinadoras para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Brasília, 2008.

- [4] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- [5] Calegari A., Moudardo A., Bulizani E.A., da Costa M.B., Miyasaka S., Amado T.J.C. Aspectos gerais da adubação verde. In: Costa M.B.B. (Coord.). Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: 1992. AS-PTA, p.1-55
- [6] Carvalho, N. M.; Nakagawa, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 224 p.
- [7] Didonet, A. G. Produção comunitária de sementes: Segurança alimentar, desenvolvimento sustentável e cidadania. Documentos Embrapa Arroz e Feijão 213 15 p. 2007. Disponível em: <www.cnpq.embrapa.br/paginas/serie_documentos/.../ct_29.pdf> acesso em: 30 maio 2016.
- [8] Eiras, P.P; Coelho, F.C. Avaliação de diferentes densidades de semeadura e da poda na produtividade de sementes de *Crotalaria juncea* L. Revista Ceres, Viçosa, v.59, n.5 Sept./Oct., 2012, p.668-676.
- [9] Formentini, E. A.; Lóss, F. R.; Bayerl, M. P.; Lovati, R. D.; Baptisti, E. Cartilha sobre adubação verde e compostagem. Vitória: Incaper, 2008, 27p.
- [10] Ibge (Rio de Janeiro, RJ). Censo agropecuário 2004/2005. Rio de Janeiro, 1998. 231 p. (Censo Agropecuário). 2006.
- [11] Lopes, H. M.; de Queiroz, O.A . Moreira, L. B., Revista Universidade Rural, Sér. Ci. Vida. Seropédica, RJ, EDUR, v. 25, n. 2, jul.-dez., 2005, p. 24-30.
- [12] Martins, S.R. Sustentabilidade na agricultura: dimensões econômicas, sociais e ambientais. Revista Científica Rural, Bagé, v.4, n.2, 1999, p.175-187.
- [13] Oliveira, A.P.D.; Alves, E.U.; Bruno, R.D.L.A.; Bruno, G.B. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivado com esterco bovino e adubo mineral. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.22, n.2, p.102- 108, 2000.
- [14] Queiroz A.O. de, Lopes H.M.; Moreira L.B.; Miyata OY (2002) Avaliação de características agromorfológicas na produção de sementes de crotalaria (*Crotalaria juncea* L.). Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida, v. 22: p. 131-135.2002.
- [15] Ricci, M.S.F.A Importância da Matéria Orgânica para o Cafeeiro. Revista Campo e Negócios, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpab.embrapa.br/publicacoes/artigos>>. Acesso em: 14 abril 2015.
- [16] Sartori, V. C. Cartilha para agricultores: adubação verde e compostagem estratégias de manejo do solo para conservação das águas. Caxias do Sul, RS Educus, 2011.
- [17] Silva, F. de A. S. E.; Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78, 2002.
- [18] Souza, J.L.; Resende, P. Manual de horticultura orgânica. Viçosa, Aprenda Fácil, 2003. 564p.
- [19] Timossi P. C., Teixeira I.R., Cava M.G., Goularte G. D, Marcos Vinícius Ribeiro Nascimento M.V.R. Gl. Sci Technol, Rio Verde, v. 07, n. 03, p.58 – 66, set/dez. 2014.

Capítulo 17

Caracterização Florístico-Fitossociológica do componente lenhoso em fragmento de caatinga no município de São Mamede-PB

Maílson Pereira de Souza

Felipe Silva de Medeiros

Wellington de Sousa Santos

Marília Gabriela Caldas Pinto

Sebastiana Renata Vilela Azevedo

Felipe Silva Amorim

Maria do Socorro de Caldas Pinto

Resumo: Estudos sobre a flora da Caatinga têm ganhado destaque nos últimos anos, esse aumento é atribuído às potencialidades e utilidade desse bioma à população da região Nordeste do Brasil. Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo florístico e fitossociológico um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. A pesquisa foi realizada na Fazenda Massapê, situada no município de São Mamede. Foi realizado inventário dos indivíduos arbustivos arbóreos vivos cuja Circunferência a Altura do Peito maior ou igual a seis centímetros ($CAP \geq 6$ cm). As variáveis medidas e registradas foram: CAP, altura total (HT) e nome popular de todos os indivíduos mensuráveis nas unidades amostrais. As espécies florestais foram identificadas in loco por meio da observação de seus aspectos dendrológicos. No levantamento realizado no fragmento de caatinga foram amostrados 304 indivíduos vivos, pertencentes a 9 famílias, 14 espécies e 14 gêneros (Tabela 1). Os valores apresentados para Densidade Total e Área Basal foram, respectivamente, 950 ind.ha⁻¹ e 6,33 m² ha⁻¹. As famílias mais ricas em número de espécies e indivíduos foram a Fabaceae e Heuphorbiaceae. As espécies que assumem maior importância na área de estudo sob os aspectos fitossociológicos foram *Pocianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Mimosa tenuiflora*, *Combretum leprosum*, *Jatropha molissima*, *Ximenia intermedia*.

Palavras-Chave: Heuphorbiaceae; semiárido nordestino; inventário florestal.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil compreende uma área de 1.554,744 km². Isso corresponde a 18,3% do território do país, onde o semiárido nordestino está inserido com uma área de 982.56,3 km², ou seja, 63,2% do nordestino. No semiárido nordestino dentre os biomas existentes predomina a Caatinga com uma área de 844.453 km² que se estende pelos estados do CE (100%), BA (54%), PB (92%), PE (83%), PI (63%), RN (95%), AL (48%), SE (49%), além de uma pequena parte do território de MG (2%) e do MA (1%) (IBGE, 2010). É considerado um bioma único pelas suas paisagens, relativa riqueza biológica e grande número de espécies endêmicas. Entretanto, apesar de ser um bioma com alta diversidade de espécies, é floristicamente pobre em comparação com florestas tropicais úmidas (MONTEIRO et al., 2015), além de ser um dos biomas brasileiros menos protegidos, com menos de 2% de área composta por unidade de conservação de proteção integral (TABARELLI et al., 2000).

O bioma apresenta particularidades como florística variada e fisionomia xerófila, a qual é subdividida em hipoxerófila e hiperxerófila, com alto grau de endemismo e elevada capacidade adaptativa, que se observa através da presença de características morfológicas, anatômicas e funcionais especializadas para a sobrevivência às adversidades, constituindo um dos tipos vegetacionais mais difíceis de ser definido, devido à sua heterogeneidade relacionada à fisionomia e à composição florística (GIULIETTI et al., 2003; PEREIRA JÚNIOR, ANDRADE, ARAÚJO, 2012; RODAL et al., 2013).

A vegetação da caatinga é marcada por longos períodos de estiagem e pelo tipo de solo. De acordo com Rodal et al. (2008), sua vasta cobertura vegetal está, em sua maioria, determinada pelo clima, relevo e embasamento geológico. Geralmente apresenta-se com uma forma que pode variar entre herbácea, arbustiva ou arbórea, podendo ser aberta ou densa, decídua, na época seca e verde na estação das chuvas, e geralmente com cactáceas e bromeliáceas (MOREIRA et al., 2007). E a distribuição espacial das espécies da região, tais como a dominância, densidade e frequência estão relacionadas com a pluviosidade, relevo e tipos de solo (DRUMOND et al., 2000).

Com relação ao meio ambiente, os maiores problemas relacionados ao semiárido são o elevado grau de degradação ambiental e o baixo conhecimento quantitativo de sua biodiversidade. Porém, nas últimas décadas levantamentos florísticos realizados na caatinga indicam que estas áreas apresentam um alto nível de biodiversidade e um grande número de espécies endêmicas (RAMALHO et al., 2009).

Os fragmentos florestais da Caatinga, historicamente, têm sido explorados para dar espaço às atividades agrícolas e pecuárias, porém, com o aumento populacional ocorrido nos últimos anos, indústrias ceramistas e gesseiras surgiram na região semiárida, as quais estão contribuindo de forma significativa para o aumento das áreas de exploração na região (SANTOS et al., 2017a). Com isso, os ecossistemas do bioma apresentam-se bastante alterados, pois ainda predomina na região a utilização de metodologias rudimentares no preparo do solo como o desmatamento seguido pela queimada, prejudicando a manutenção das populações da fauna silvestre, qualidade da água e o equilíbrio do clima e do solo. De acordo com o MMA (2002) aproximadamente 76% das matas originais já foram antropizadas.

Com base no exposto, os estudos fitossociológicos se tornam uma ferramenta imprescindível para a determinação das espécies florestais. Através desses estudos é possível determinar graus de hierarquização entre espécies e avaliar a carência de medidas voltadas para a preservação e conservação das unidades florestais (CHAVES et al., 2013; BULHÕES et al., 2015). Além disso, os estudos fitossociológicos fornecem dados para a realização de planos de manejo florestal sustentáveis, estudos de impactos ambientais, restauração florestal, projeto de recuperação de áreas degradadas, além de indicar o potencial do uso de determinada espécie, podendo ser para lenha, carvão, estacas, mourões, entre outras.

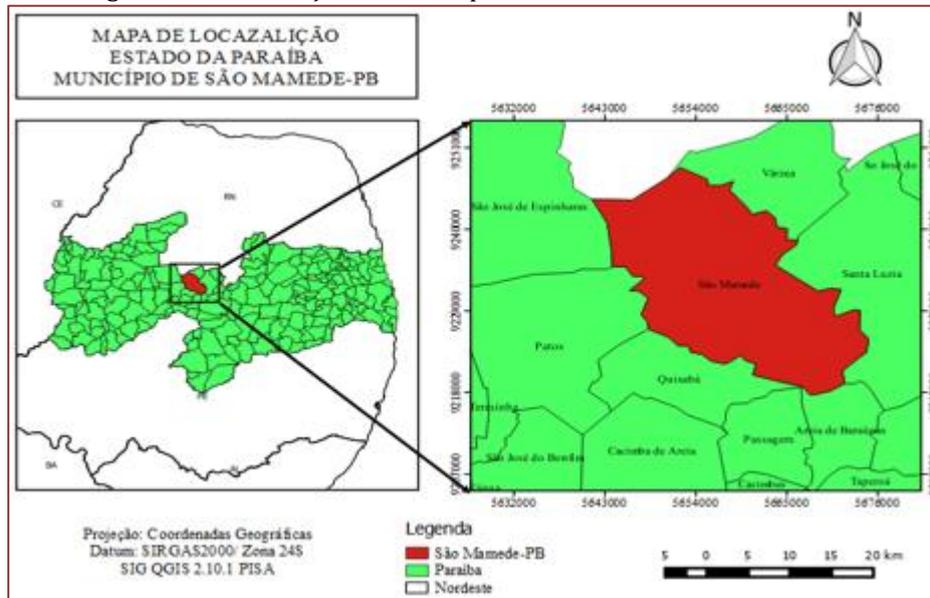
Neste contexto, este trabalho teve como objetivo realizar um estudo florístico e fitossociológico do componente florestal lenhoso em um fragmento de Caatinga localizado no município de São Mamede-PB.

2. METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em fragmento florestal de caatinga com área total de 50,0 ha que está localizada na Fazenda Massapê, situada no município de São Mamede, Estado da Paraíba, Mesorregião do Sertão e Microrregião Patos. Este município limita-se ao norte com Ipuera (RN) e Várzea, leste com Várzea e Santa Luzia, sul com Areia de Baraúnas, Passagem e Quixaba, e, oeste, com Patos e São José de Espinharas, conforme o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (BRASIL, 2005), localizado entre as coordenadas geográficas Longitudes 98210000 e 9251000 e Latitudes 564300 e 567600 SIRGAS 2000 (Figura 1).

Figura 01– Localização do município de São Mamede, Paraíba, Brasil



O clima da região é o Tropical Semiárido, com chuvas de verão, na qual o período chuvoso se inicia em novembro com término em abril, com uma precipitação média de 431,8 mm (BRASIL, 2005). Segundo a classificação de Köppen essa região apresenta clima Semiárido (Bs). Devido a baixa pluviosidade e a grande maioria dos autores classificam o clima da região como Bsh.

Quanto ao tipo de solo encontrado no município, nos Patamares Compridos e Baixas Vertentes do relevo suave ondulado ocorrem os Planossolos, mal drenados, fertilidade natural média e problemas de sais. Nos Topos e Altas vertentes, os Luvisolos, rasos e fertilidade natural alta¹ e as Elevações Residuais com os Neossolos, rasos pedregosos e fertilidade natural média. A vegetação é classificada como Caatinga hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia (BRASIL, 2005).

2.2 .COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

Para coleta dos dados foi adotado o sistema de Amostragem Aleatória Simples (SOARES et al., 2009), onde foram sorteadas e alocadas 8 unidades amostrais de 20 m x 20 m (400 m²), totalizando 3200 m² de área amostral.

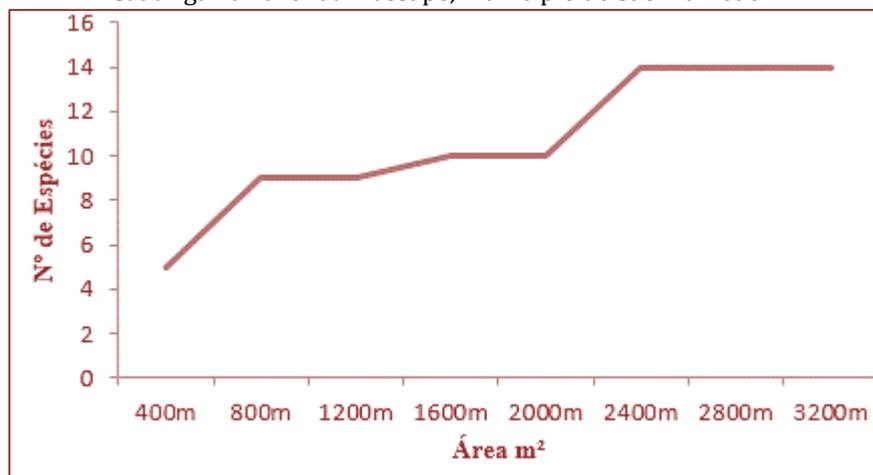
Nas unidades amostrais, foram inventariados todos os indivíduos florestais arbustivos arbóreos vivos que apresentaram Circunferência a Altura do Peito maior ou igual a seis centímetros (CAP ≥ 6 cm). As variáveis medidas e registradas foram: Circunferência a Altura do Peito (CAP), mensurada com fita métrica graduada em centímetros (precisão de 0,5 cm), altura total (HT), com auxílio de vara graduada em metros (precisão de 0,50 m) e nome popular de todos os indivíduos mensuráveis nas unidades amostrais. Para determinar o número ótimo de parcelas amostrais, foi utilizado o método de estabilização da curva do coletor.

As espécies florestais foram identificadas *in loco* por meio da observação de seus aspectos dendrológicos (formato da copa, folhagem, casca e caule), quando possível, por coleta de material botânico para herborização e posterior identificação e/ou confirmação dos nomes científicos por consultas à literatura especializada (LORENZI, 2002a, 2002b; SAMPAIO et al., 2005; GAMARRA- ROJAS et al., 2010; SIQUEIRA FILHO et al., 2009; FORZZA et al., 2010; SILVA et al., 2010; LIMA, 2012; MAIA, 2012) e especialistas. Para classificação das espécies foi adotado o sistema APG IV, sendo classificadas até o nível de família. Em posse dos dados foram avaliados os parâmetros fitossociológicos da estrutura horizontal das espécies amostradas (FELFILI e REZENDE, 2003), a diversidade florística de espécies através do Índice de Shannon-Weaver (H'), de dominância de Simpson (C) e equabilidade de Pielou (J').

3.RESULTADO E DISCUSSÃO

A suficiência amostral, demonstrada pela curva coletora (Figura 01) somente estabilizou a partir da sexta parcela amostrada, onde houve uma redução no número de novas espécies descobertas, ou seja, aos 2400 m², cujo 100% do número das espécies inventariadas já haviam sido registradas. A partir desse ponto houve uma estagnação no número de espécies, indicando ser satisfatória a amostragem realizada para a área em estudo, de modo a atingir o mínimo de parcelas a ser utilizadas para caracterização da composição florística do fragmento estudado.

Figura 03– Representação gráfica da suficiência amostral das espécies inventariadas em um fragmento de Caatinga na Fazenda Massapê, município de São Mamede-PB.



No levantamento realizado no fragmento de caatinga foram amostrados 304 indivíduos vivos, pertencentes a 9 famílias, 14 espécies e 14 gêneros (Tabela 01). Os valores apresentados para Densidade Total e Área Basal foram, respectivamente, 950 ind.ha⁻¹ e 6,33 m² ha⁻¹, sendo inferiores aos valores apresentados na maioria dos levantamentos aqui comparados, como os observados por Guedes et al. (2012); Alves et al. (2013). No entanto, apresentou uma superioridade em relação a alguns levantamentos, ganhando destaque sobre Calixto Junior e Drumond, (2014) e Ferraz et al. (2013).

As famílias que apresentaram maiores quantidades de espécies foram *Fabaceae* e *Euphorbiaceae*, cada uma com três espécies. Juntas estas duas famílias contabilizaram cerca de 40 % do total de espécies presentes no fragmento. Segundo Guedes et al., (2012); Ferraz et al., (2013); Calixto Junior e Drumond, (2014); Leite et al., (2015), essas duas famílias apresentam o maior número de espécies em diversos levantamentos florísticos com espécies lenhosas na caatinga, corroborando com os dados verificados neste estudo. Tratando de forma separada, os estudos florísticos e fitossociológicos realizados no estado da Paraíba em sua grande maioria, destacam as famílias *Fabaceae* e *Euphorbiaceae* como sendo as que apresentam maiores números de espécies. Essas informações ajudam a caracterizar de forma mais satisfatória a flora da caatinga existente nesse estado (SANTOS et al., 2017a; SANTOS et al., 2017b; PEREIRA JÚNIRO, ANDRADE, ARAÚJO, 2012; SABINO, CUNHA, SANTANA, 2016).

As espécies que detiveram o maior número de ocorrências consideradas dominantes na fisionomia foram: *Pocianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyriformium*, *Mimosa tenuiflora*, *Amburana cearensis*, totalizando 90 % da densidade total do fragmento estudado. Estas mesmas espécies obtiveram as maiores frequências relativas confirmando, assim, a predominância de ambas no fragmento (Tabela 2).

Tabela 01– Listagem das espécies inventariadas em fragmento de caatinga na Fazenda Massapê, município de São Mamede-PB.

| Família | Espécies | Nome popular | Hábito |
|-------------------------------|---|--------------|---------|
| <i>Olacaceae</i> | <i>Ximenia intermedia</i> | Ameixa | Arbusto |
| <i>Fabaceae</i> | <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan | Angico | Árvore |
| <i>Fabaceae</i> | <i>Pocianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz | Catingueira | Árvore |
| <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Cnidocolus quercifolius</i> Pohl | Favela | Árvore |
| <i>Burseraceae</i> | <i>Amburana cearensis</i> Allemão | Cumarú | Árvore |
| <i>Rhamnaceae</i> | <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart. | Juazeiro | Árvore |
| <i>Fabaceae</i> | <i>Mimosa tenuiflora</i> | Jurema P. | Árvore |
| <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Croton sonderianus</i> Muell. Arg. | Marmeleiro | Árvore |
| <i>Combretaceae</i> | <i>Combretum leprosum</i> | Mufumbo | Arbusto |
| <i>Bignoniaceae</i> | <i>Tabebuia impetiginosa</i> | Pau D'arco | Árvore |
| <i>Apocynaceae</i> | <i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart. | Pereiro | Árvore |
| <i>Euphorbiaceae</i> | <i>Jatropha molissima</i> (Pohl.) Baill | Pinhão B. | Arbusto |
| <i>Fabaceae/Caesapinoidea</i> | <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud. | Mororó | Arbusto |
| - | sp | | - |

Tabela 02– Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas em fragmento de caatinga na Fazenda Massapê, município de São Mamede-PB.

| Espécies | NI | DA | DR | FA | FR | DoA | DoR | IVI |
|--------------------------------|-----|-----|----------|------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Ximenia intermedia</i> | 3 | 9 | 0,986842 | 37,5 | 6,521739 | 0,016817 | 0,265488 | 7,77407 |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | 1 | 3 | 0,328947 | 12,5 | 2,173913 | 0,014324 | 0,226131 | 2,728992 |
| <i>Pocianella pyramidalis</i> | 131 | 409 | 43,09211 | 100 | 17,3913 | 2,914568 | 46,01213 | 106,4955 |
| <i>Cnidocolus quercifolius</i> | 1 | 3 | 0,328947 | 12,5 | 2,173913 | 0,076941 | 1,214671 | 3,717531 |
| <i>Amburana cearensis</i> | 5 | 16 | 1,644737 | 25 | 4,347826 | 0,142829 | 2,254835 | 8,247398 |
| <i>Ziziphus joazeiro</i> | 1 | 3 | 0,328947 | 12,5 | 2,173913 | 0,009077 | 0,143295 | 2,646155 |
| <i>Mimosa tenuiflora</i> | 36 | 113 | 11,84211 | 87,5 | 15,21739 | 1,129179 | 17,82629 | 44,88579 |
| <i>Croton sonderianus</i> | 3 | 9 | 0,986842 | 37,5 | 6,521739 | 0,020665 | 0,326242 | 7,834823 |
| <i>Bauhinia cheilantha</i> | 6 | 19 | 1,973684 | 25 | 4,347826 | 0,03668 | 0,579069 | 6,900579 |
| <i>Combretum leprosum</i> | 5 | 16 | 1,644737 | 50 | 8,695652 | 0,032925 | 0,519788 | 10,86018 |
| <i>Tabebuia impetiginosa</i> | 1 | 3 | 0,328947 | 12,5 | 2,173913 | 0,003009 | 0,047503 | 2,550364 |
| <i>Aspidosperma pyriforme</i> | 103 | 322 | 33,88158 | 100 | 17,3913 | 1,860559 | 29,37253 | 80,64542 |
| <i>Jatropha molissima</i> | 4 | 13 | 1,315789 | 37,5 | 6,521739 | 0,030594 | 0,482983 | 8,320511 |
| Sp | 4 | 13 | 1,315789 | 25 | 4,347826 | 0,04618 | 0,729038 | 6,392654 |
| Total Geral | 304 | 950 | 100 | 575 | 100 | 6,334348 | 100 | 100 |

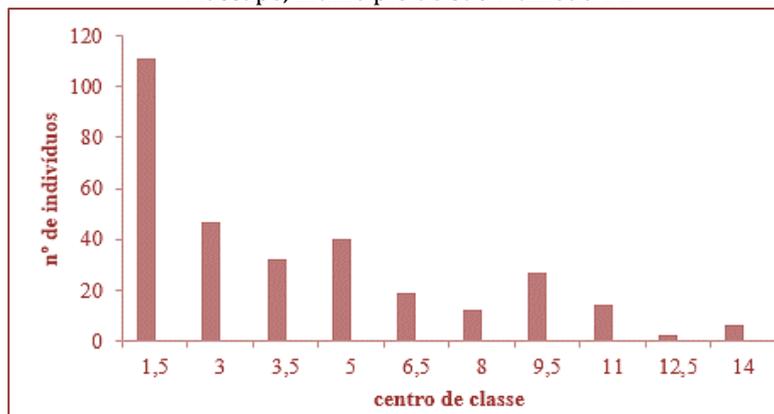
Pocianella pyramidalis foi à espécie de maior destaque, por apresentar maior número de indivíduos e, consequentemente, o maior valor de densidade relativa (43,09 %) e a maior frequência relativa (17,39%). Além disso, obteve o maior valor de dominância relativa, tornando-se, assim, a primeira espécie com maior IVI da população amostrada. É de suma importância ressaltar que o grande número de indivíduos dessa espécie na área se dá por conta que a mesma destaca-se em comunidades de sucessão secundárias, ou seja, em áreas que houve intervenção humana (agricultura e/ou pecuária). Outra justificativa pode estar relacionada à grande capacidade de rebrota que é uma resposta fisiológica da espécie em prol do distúrbio dessa espécie após sofrerem algum tipo de perturbação (ALVES et al., 2010; BESSA; MEDEIROS, 2011).

As espécies, *Pocianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyriforme*, *Mimosa tenuiflora*, *Combretum leprosum*, *Jatropha molissima*, *Ximenia intermedia* foram as que apresentaram os maiores IVIs, representando 86 % do IVI total (Tabela 02). O Índice de Valor de Importância constitui um parâmetro de integração dos aspectos parciais, de forma a combiná-los em uma única e simples expressão, somando-se, para cada espécie, os valores relativos da densidade, frequência e dominância, expondo dessa forma a importância ecológica relativa de cada espécie.

Em relação à estrutura vertical a que se analisa por meio da distribuição por classe de altura, constatou-se que as classes com os maiores números de indivíduos foram da primeira a quarta classe, totalizando 75% do número de indivíduos amostrados. A primeira classe foi a que deteve o maior número de indivíduos

(111), significando dizer que a floresta apresenta na sua maioria indivíduos de pequeno porte com altura que vai de 2-4 m. (Figura 4).

Figura 04– Número de indivíduos em classes de altura amostradas em fragmento de caatinga na Fazenda Massapê, município de São Mamede-PB.

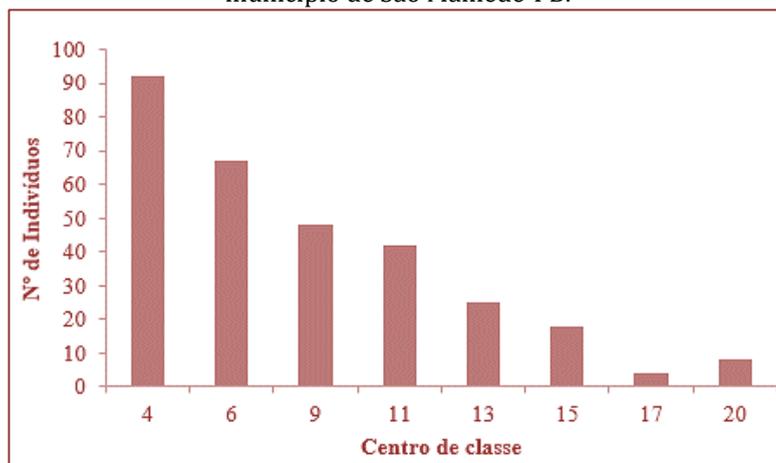


A altura média dos indivíduos inventariadas foi de 3,6 m e este valor foi semelhante aos verificados por Alves et al. (2013), que analisou a estrutura vegetacional em uma área de Caatinga no município de Bom Jesus, Piauí e obteve o valor de 3,44 m e inferior ao observado por Lima e Coelho (2015), que estudando a estrutura do componente arbusto-arbóreo de um remanescente de Caatinga no estado do Ceará obtiveram uma altura média de 5,2 m

Alves et al. (2013) ressaltam que o grau de perturbação verificado em algumas área de estudos pode ser um fator que influencia diretamente a baixa altura média das espécies nessas comunidades, então o valor na área de estudo e nos trabalhos citados, foi um fator predominante para a baixa altura média nessas comunidade.

Quanto à distribuição diamétrica Observa-se que 92 indivíduos concentram-se na primeira classe diamétrica correspondendo a 30% do total de indivíduos amostrados; na segunda classe cerca de 67 indivíduos estão presentes o que corresponde a 22% do número total e a terceira classe apresentou 48 e 15% do número total. A predominância de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro, apresentando padrão de J invertido, enfatiza o padrão normal para floresta inequidâneas (ALVES et al., 2013; LIMA; COELHO, 2015; GUEDES et al., 2012).

Figura 05– Número de indivíduos em classes de diâmetros em fragmento de caatinga na Fazenda Massapê, município de São Mamede-PB.



Quanto ao índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') observado para a área de estudo, este corresponde a 1,47 nats.ind⁻¹, valor semelhante aos verificados por Holanda et al. (2015), de 0,23 e 1,50

nats.ind⁻¹, os quais estudaram a estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação no município de Cajazeirinhas (PB) e por Dantas et al. (2010), que observaram um valor de 1,33 nats.ind⁻¹ em um fragmento de caatinga no município de Pombal. No entanto foi inferior ao levantamento feito por Ferraz et al., (2014), que analisaram a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de caatinga, no município de Floresta, Pernambuco, onde obtiveram 2,10 nats.ind⁻¹ e por Marangon et al., (2013) que analisaram a estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de Caatinga e constataram, 2.11 nats.ind⁻¹.

A partir de uma análise de comparação do presente trabalho com os demais realizados na região nordeste, observa-se, que a diversidade florística do componente florestal lenhoso da Caatinga é considerada baixa, sendo o índice de Shannon-Weaver considerado um bom indicador de riqueza de espécies numa área (DANTAS et al., 2010).

O valor calculado para o Índice de Dominância de Simpson (C) observado neste estudo foi de 0,31 sendo inferior a maior partes dos levantamentos aqui comparados, ganhando destaque, o encontrado por Marangon et al. (2013) de 0,84, 0,99 que foi observado por Leite et al. (2015).

O índice de equabilidade de Pielou (J') obtido foi de 0,55, o que há uma única ou poucas espécies que predominem sobre as outras, ou seja, quanto menor este valor, menor é a diversidade e maior é a dominância de uma ou poucas espécies. O valor encontrado neste estudo foi semelhante aos encontrados por Calixto Junior e Drumond (2015), que analisando e comparando dois fragmentos de Caatinga em Petrolina, PE, encontraram valores de 0,50 e 0,78. No entanto apresentou valor inferior ao observado por Guedes et al. (2012) de 0,82.

4.CONCLUSÃO

As famílias mais ricas em número de espécies e em número de indivíduos foi a *Fabaceae* e *Heuphorbiaceae*.

As espécies que assumem maior importância na área de estudo sob os aspectos fitossociológicos foram *Pocianella pyramidalis*, *Aspidosperma pyriformium*, *Mimosa tenuiflora*, *Combretum leprosum*, *Jatropha molissima*, *Ximena intermedia*.

A diversidade de espécies é considerada baixa se comparada com outros fragmentos florestais de caatinga já estudados.

REFERÊNCIAS

- [1] Aesa – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Mapa interativo.AESA, 2010. Disponível em:<<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportalsigaesaweb.html>>. Acessado em:20/10/2016.
- [2] Alves, L. S.; Holanda, A. C.; Wanderley, J. A. C.; Sousa, J. S.; Almeida, P. G. Regeneração natural em uma área de caatinga situada no Município de Pombal-PB – Brasil. Revista Verde, v.5, n.2, p. 152 – 168, 2010. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/286/286>>. Acessado em:20/10/2016.
- [3] Alves, A. R. et al. Análise da Estrutura Vegetacional em Umaárea DE Caatingano Município de Bom Jesus, Piauí. Revista Caatinga, Mossoró, v. 26, n. 4, p. 99-106, Out-Dez 2013. Disponível em <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>>. Acessado em 20/10/2016.
- [4] APG III. Anupdate of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. v.161p.105-121. 2009. Disponível em <http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/LAPG.pdf>. Acesso em 20 de junho de 2017.
- [5] Bessa, M. A. P.; Medeiros, J. F. Levantamento florístico e fitossociológico em fragmentos de Caatinga no Município de Taboleiro Grande-RN. Geotemas, v. 1, n. 2, p. 69 – 83, 2011. Disponível em:<<http://periodicos.uern.br/index.php/geotemas/article/viewFile/142/131>>. Acessado em 20/10/2016.
- [6] Brasil. Ministério de Minas e Energia. Serviço Geológico do Brasil. Projeto Cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Paraíba: diagnóstico do município de São Mamede Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 10 p.
- [7] Bulhões, A.A.; Chaves, A.D.C.G.; Almeida, R.R.P.; Ramos, I.A.N.; Silva, R.A.; Andrade, A.B.A.; Silva, F.T. Levantamento Florístico e Fitossociológico das Espécies Arbóreas do Bioma Caatinga realizado na Fazenda Várzea da Fé no Município de Pombal-PB. Intesa, v. 9, n. 1, p. 51 – 56, 2015.

- [8] Calixto Júnior, J. T.; Drumond, M. A. Estudo comparativo da estrutura fitossociológica de dois fragmentos de Caatinga em níveis diferentes de conservação. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 34, n. 80, p. 345-355, out-dez 2014. Disponível em <<https://www.embrapa.br/pfb>>. doi: 10.4336/2014.pfb.34.80.670. Acessado em: 20/10/2016.
- [9] Chaves, A.D.C.G.; Santos, R.M.S.; Santos, J.O.; Fernandes, A.A.; Maracajá, P.B. ACSA – Agropecuária Científica no Semiárido, v. 9, n. 2, p. 43 – 48, 2013.
- [10] Dantas, J. G.; Holanda, A. C.; Souto, L. S.; Japiassu, A.; Holanda, E. M. Estrutura do componente arbustivo/arbóreo de uma área de caatinga situada no município de Pombal-PB. *Revista Verde*, v.5, n.1, p.134 – 142, 2010. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/253/253>>. Acessado em: 20/10/2016.
- [11] Drumond, M. A.; Kill, L. H. P.; Lima, P. C. F.; Oliveira, M. C. de; Oliveira, V. R. de; Albuquerque, S. G. de; Nascimento, C. E. de S.; Cavalcanti, J. Estratégias para o Uso Sustentável da Biodiversidade da Caatinga. In: Avaliação e identificações de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade do bioma caatinga. Seminário “Biodiversidade da Caatinga”, Petrolina, Embrapa Semiárido, 2000.
- [12] Felfili, J. M.; Rezende, R. P. Conceitos e Métodos em Fitossociologia. Brasília: UnB, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 68 p. (Comunicações Técnicas Florestais).
- [13] Ferraz, R. C. et al. Levantamento Fitossociológico Em Área DE Caatinga NO Monumento Natural Grota do Angico , Sergipe, Brasil. *Caatinga*, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 89-98, Jul-Set 2013. Disponível em <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>>. Acessado em: 20/10/2016.
- [14] Ferraz, J. S. F.; Ferreira, R. L. C.; Silva, J. A. A.; Meunier, I. M. J.; Santos, M. V. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de caatinga, no município de floresta, Pernambuco. *Revista Árvore*, Viçosa, v.38, n.6, p.1055-1064, 2014. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000600010>>. Acessado em: 20/10/2016.
- [15] Forzza, R.C. (coord.) et al. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.
- [16] Holanda, A. C., Lima, F. T. D., Silva, B. M. Dourado, R. G., & Alves, A. R. Estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). *Revista Caatinga*, 28(4), 142 – 150, 2015.
- [17] Gamarra-Rojas, C. F. L. et al. (Eds.). Banco de Dados de Plantas do Nordeste. Checklist das Plantas do Nordeste (versão 1.5). Disponível em: <<http://www.cnip.org.br/bdnpn/>>. Acesso em: 30/09/2016.
- [18] Giuliatti, A. M.; Neta, A. L. D. B.; Castro, A. A. J. F.; Rojas, C. F. L.; Sampaio, E. V. S. B.; Virgílio, J. F.; Queiroz, L. P.; Figueiredo, M. A.; Rodal, M. J. N.; Barbosa, M. R. V.; Harley, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga, p. 48-90. In: Silva, J. M. C.; Tabarelli, M.; Fonseca, M.; Lins, T. L. V. (Orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 382 p, 2003. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/chm/_arquivos/parte1caa.pdf>. Acesso em: 30 de março de 2019.
- [19] Guedes, R. S.; Zanella, F. C. V.; Júnior, J. E. V. C.; Santana, G. M.; Silva, J. A. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 25, n. 2, p. 99-108, mar.- jun. 2012. Disponível em <<http://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema>>. Acessado em: 20/10/2016.
- [20] IBGE (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/> Acesso: 15/09/2016.
- [21] Leite, J.A.N.; Araújo, L.V.C.; Arriel, E.F.; Chaves, L.F.C.; Nóbrega, A.M.F. Análise quantitativa da vegetação lenhosa da Caatinga em Teixeira, PB. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 35, n. 82, p. 89-100, abr./jun. 2015. Disponível em <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/584/409>>. doi: 10.4336/2015.pfb.35.82.584. Acessado em 20/10/2016.
- [22] Lima, B. G. Caatinga: espécies lenhosas e herbáceas. Mossoró: Ed. UFRSA, 2012. 316 p.
- [23] Lima, B. G.; Coelho, M. F. B. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente de Caatinga no estado do Ceará, Brasil. *Cerne*, v. 21, n. 4, p. 665-672, Janeiro 2015. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cerne/v21n4/2317-6342-cerne-21-04-00665.pdf>>. doi : 10.1590/01047760201521041807. Acessado em 20/10/2016.
- [24] Lorenzi, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4 ed., v. 1., Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002a. 368 p.
- [25] . _____. 2 ed., v. 2., Nova Odessa, São Paulo: Instituto Plantarum, 2002b. 368 p.
- [26] Maia, G. N. Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades. 2. ed. Fortaleza, Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413 p.

- [27] Marangon, G. P. et al. Estrutura e Padrão Espacial da Vegetação Em Uma Área de Caatinga. Floresta, Curitiba, v. 43, n. 1, p. 83-92, jan-mar 2013. Disponível em <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/27807/20139>>. Acessado em 20/10/2016.
- [28] MMA. Ministério do Meio Ambiente. Levantamento da cobertura vegetal do uso do solos do Bioma Caatinga. 2002. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/geodados/brasil/vegetacao/vegetacao2002/caatinga/documentos/relatorio_final.pdf>. Acessado em: 15/09/2016.
- [29] Monteiro, E. R.; Mangolin, C. A.; Neves, A. F. das; Orasmo, G. R.; Silva, J. G. M. da; Machado, M. F. P. S. Genetic diversity and structure of populations in *Pilosocereus gounellei* (F.A.C.Weber ex K.Schum.) (Cactaceae) in the Caatinga biome as revealed by heterologous microsatellite primers. *Biochemical Systematics and Ecology*, Oxford, v. 58, n. 2, p. 7-12, 2015. DOI: 10.1016/j.bse.2014.10.006.
- [30] Moreira, A. R. P. et al., Composição Florística e análise Fitossociológica Arbustivo-arbóreo no município de Caraúbas-RN. *Revista Verde (Mossoró – RN - Brasil)*, v.2, n.1, p. 113-126, Janeiro/Julho de 2007. Disponível em: <<http://revista.gvaa.com.br>>. Acesso em 15/10/2016.
- [31] Pereira Júnior, L. R; Andrade, A. P; Araújo, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de Caatinga em Monteiro, PB. *Holos, Natal*, v. 6, p. 73-87, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/4815/481549280005/>>. Acesso em 31 de março de 2019.
- [32] Ramalho, C. I.; Andrade, A. P. de; Félix, L. P.; Lacerda, A. V. de; Maracajá, P. B. Flora arbóreo-arbustiva em áreas de Caatinga no Semi-Árido baiano, Brasil. *Revista Caatinga, Mossoró*, v. 22, n. 3, p. 182-190, 2009.
- [33] Rodal, M. J. N.; Costa, K. C. C.; Silva, A. C. B. e. Estrutura da vegetação caducifólia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. *Hoehnea, São Paulo*, v. 35, n. 2, p. 209-217, 2008. DOI: 10.1590/S2236-89062008000200004
- [34] Rodal, M. J. N.; Everardo, V. S. B. S; Figueiredo, M. S. Manual sobre métodos de estudos florístico e fitossociológicos – ecossistema caatinga. Sociedade botânica do Brasil, Brasília, 2013. 28 p. Disponível em: <<http://www.acszanzini.net/wpcontent/uploads/material/manuais/Manual%20DE%20fitossociologia.pdf>>. Acesso em 30 de março de 2019.
- [35] Sabino, F. G. S.; Cunha, M. C. L.; Santana, G. M. Estrutura da Vegetação em Dois Fragmentos de Caatinga Antropizada na Paraíba. *Floresta e Ambiente*, v. 14, n. 1, 2016. p. 26-37.
- [36] Sampaio, E. V. S. B. et al. (Eds.). Espécies da flora nordestina de importância econômica potencial. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 331 p.
- [37] Santos, W. S.; Souza, M. P.; Santos, W. S.; Medeiros, F. S.; Alves, A. R. Estudo fitossociológico em fragmento de caatinga em dois estágios de conservação, Patos, Paraíba. *Agropecuária Científica no Semiárido, Patos-PB*, v.13, n.4, p.315-321, 2017.
- [38] Santos, W. S.; Henriques, I. G. N.; Santos, W. S.; Ramos, G. G.; Vasconcelos, G. S.; Vasconcelo, A. D. M. Análise florística-fitossociológica e potencial madeireiro em área de caatinga submetida a manejo florestal. *Agropecuária Científica no Semiárido, Patos-PB*, v.13, n.3, p.203-211, 2017.
- [39] Santana, J.A.S. Estrutura Fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte. 2005. 206 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2005.
- [40] Silva, J. S. et al. Sinopse das espécies de *Croton* L. (Euphorbiaceae) no estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Botânica Brasileira*, v. 24, n. 2, 2010. p. 441-453.
- [41] Siqueira Filho, J. A. (Ed.) et al. Guia de Campo de Árvores da Caatinga. Petrolina: Editora e Gráfica Franciscana Ltda., 2009. 64 p.
- [42] Soares, C. P. B.; Paula Neto, F.; Souza, A. L. Dendrometria e Inventário Florestal. 1 ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 276 p. (segunda reimpressão).
- [43] Tabarelli, M. et al. Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na caatinga: análise preliminar. In: Silva, J.M.C.; Tabarelli, M. (Coord.) *Workshop Avaliação e Identificação de Ações Prioritárias Para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade do Bioma Caatinga*. Petrolina: 2000.

Capítulo 18

Sazonalidade na riqueza e diversidade de visitantes florais em uma área de caatinga e floresta ciliar no Semiárido Paraibano

Alexandre Flávio Anselmo

Cleomária Gonçalves da Silva

Francely Dantas de Sousa Medeiros

Telma Gomes Ribeiro Alves

Fernando César Vieira Zanella

Resumo: A região semiárida do Nordeste brasileiro apresenta uma forte sazonalidade. Para manter suas populações, os visitantes florais podem movimentar-se para as áreas mais favoráveis como estratégia de sobrevivência ao período seco. O objetivo deste estudo consistiu em estudar a variação sazonal da riqueza e abundância dos visitantes florais em área de caatinga e de floresta ciliar no semiárido paraibano. A guilda de visitantes florais foi estudada através de uma amostragem padronizada dos indivíduos em flores ou em voo, ao longo de seis transectos em cada fragmento, capturada mensalmente, por um único coletor com redes entomológicas, no período de fevereiro de 2011 a janeiro de 2012, durante um dia de cada mês, das 5h30 às 16h30, com uma hora de intervalo a cada hora de amostragem. A composição faunística foi representada por cinco grupos de animais, sendo um grupo de aves e quatro grupos de insetos. A riqueza e a abundância de visitantes florais foram maiores no período chuvoso, representados por 95% das espécies na caatinga e 90% para a floresta ciliar. Analisando as variações sazonais no número de espécies por táxon, Lepidoptera e Hymenoptera seguem padrão geral com maior riqueza e abundância de visitantes florais. A maior redução na riqueza e abundância de visitantes florais no período seco na Caatinga, possivelmente resulta da pouca disponibilidade de recursos florais e registro de maior abundância e diversidade próxima à floresta ciliar é interpretada como evidência de que funcionam como refúgios para os visitantes florais no período seco nessa região semiárida tropical.

Palavras-Chave: Abundância, Antófilos, Número De Espécies, Fenologia, Vegetação.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é o bioma que caracteriza o semiárido nordestino, sendo formada por um tipo particular de vegetação xerófila tropical, definida pela língua tupi guarani como “mata branca”, referindo-se ao aspecto da vegetação durante a estação seca, quando a maioria das árvores perde as folhas, e os troncos esbranquiçados e brilhantes dominam a paisagem (PRADO, 2003).

O clima é fortemente sazonal, de caráter semiárido quente, com altas temperaturas, apresentando tipicamente um período chuvoso, em que há uma grande oferta de alimento, determinada, em grande parte, pelo desenvolvimento e floração de espécies de plantas herbáceas e arbustivas e por um período seco no qual ervas e arbustos em desenvolvimento e com flores encontram-se somente nos leitos seco dos rios e próximo a corpos de águas (ZANELLA; MARTINS, 2003).

Nos ecossistemas que apresentam uma nítida distinção entre as estações seca e chuvosa, como os das regiões tropicais secas, as variáveis climáticas são conhecidas por serem bons preditores de comportamento da população (WOLDA, 1988), e tais condições climáticas sazonais podem exercer uma forte influência sobre a abundância e a atividade dos insetos (VASCONCELLOS et al., 2010). A variação espacial na abundância e diversidade de insetos na estação seca, em regiões tropicais, foi estudada na Costa Rica por Janzen e Schoener (1968), comparando uma área mais seca, uma área intermediária e uma de floresta ciliar, chegando à conclusão de que a área de floresta ciliar demonstrou a maior abundância e diversidade tanto para os insetos adultos, como para as formas imaturas.

De forma bem evidente, a Caatinga muda sazonalmente, apresentando um período de desenvolvimento e oferta de recursos abundantes, como folhas para folívoros, flores para visitantes florais, e outro com marcado déficit hídrico e escassez de recursos, mas em setores de vegetação sempre-verdes, sem déficit hídrico, mesmo no período seco, devem ser mais estáveis. Na caatinga, as informações envolvendo a sazonalidade dos insetos são escassas. Guedes (2010) estudou a variação sazonal de visitantes florais no semiárido paraibano, destacando a maior riqueza e abundância no período chuvoso. Alguns estudos enfocam grupos específicos, como a variação temporal e espacial das abelhas (ZANELLA, 2008); diversidade e análise faunística de Sphingidae (GUSMÃO; CREÃO-DUARTE, 2004; DUARTE JUNIOR; SCHLINDWEIN, 2005), a sazonalidade de coleópteros buprestídeos (IANNUZZI et al., 2006), besouros escarabeídeos (HERNÁNDEZ, 2007) e a diversidade de coleópteros (MESSIAS, 2011).

As espécies que ocorrem em ecossistemas fortemente sazonais como a caatinga podem apresentar basicamente duas estratégias para atravessar o período desfavorável: migrar no tempo, por meio de processos de dormência, ou migrar no espaço, deslocando-se para setores que apresentem recursos necessários à sobrevivência (BEGON et al., 2007). Messias (2011) destaca que, na região tropical semiárida do Nordeste do Brasil, o período desfavorável é longo e irregular, com escassez de água, folhas verdes e flores, havendo poucos registros dessas informações.

Desse modo, pode-se considerar que a maior abundância no período chuvoso representa um padrão geral de sazonalidade de insetos na caatinga, pelo menos nas áreas com vegetação xerófila. Assim, a diminuição na abundância durante o período seco, comumente observado em insetos na caatinga pode resultar da inatividade de adultos ativos ou de sua movimentação entre os diferentes habitats da região, em especial, os refúgios méxicos (ZANELLA, 2008).

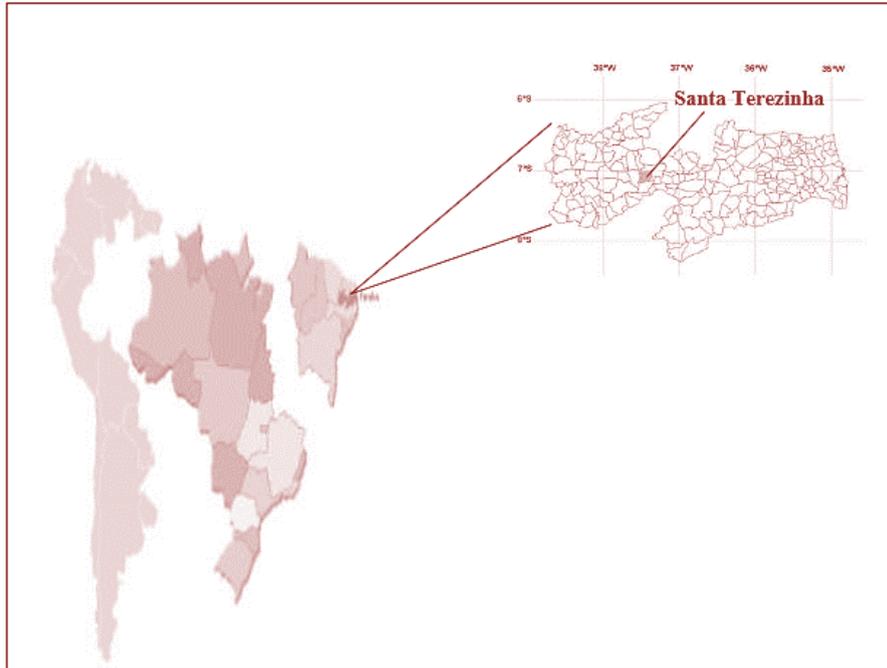
O objetivo deste trabalho consistiu em estudar a variação sazonal da riqueza e abundância dos visitantes florais em uma região semiárida do Nordeste do Brasil, buscando obter evidências de um possível papel de refúgio das áreas de vegetação sempre verde para os visitantes florais, especialmente durante o período seco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

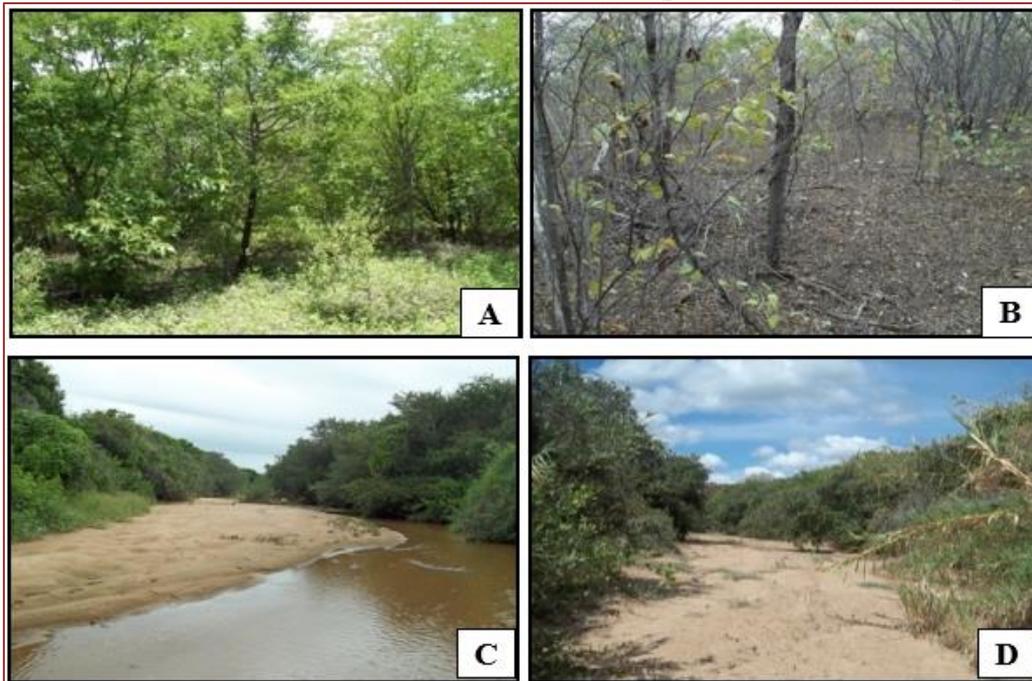
A pesquisa foi conduzida em área próxima a resquícios de floresta ciliar e em um remanescente de caatinga na Reserva Legal da Fazenda Tamanduá (07^o 01' S e 37^o 24' W), propriedade da Mocó Agropecuária Ltda., no município de Santa Terezinha, Paraíba (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo, município de Santa Terezinha, no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.



O município de Santa Terezinha está inserido na Mesorregião do Sertão Paraibano, na Microrregião de Patos, na Depressão Sertaneja Setentrional, com altitude próxima a 300 m. A região apresenta o tipo climático tropical semiárido (Bsh), segundo a classificação de Köppen, caracterizado por ser um clima quente e seco. A Reserva Legal da Fazenda Tamanduá possui aproximadamente 200 ha e, próximo, há uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN Tamanduá) com 325 hectares (Figura 2).

Figura 2. Aspecto da vegetação nos remanescentes de caatinga (A e B) e de floresta ciliar (C e D) na Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha, Paraíba, sendo A e C (período chuvoso), B e D (período seco).



Os dados referentes à precipitação pluviométrica foram obtidos a partir de uma mini-estação pluviométrica instalada na própria Fazenda Tamanduá, e os dados referentes à temperatura e à umidade relativa foram obtidos para a cidade de Patos na estação da Universidade Federal de Campina Grande, que fica a aproximadamente 20 km da área de estudos.

A precipitação no período de estudo, na Fazenda Tamanduá foi de 686,5 mm, sendo o mês de abril o mais chuvoso (224,2 mm). Os meses de setembro e dezembro foram os mais secos, nos quais não houve precipitação. A temperatura varia pouco ao longo do ano, a média anual foi de 27,08°C, com maior temperatura média mensal no mês de dezembro (29,41°C) e menor em julho (25,38°C). Em novembro, no período seco, ocorreram chuvas extemporâneas. A umidade relativa do ar chegou a um máximo, próximo a 70%, no final do período chuvoso, e decresceu no período seco até 45%.

Na análise da sazonalidade dos visitantes florais, considerou-se período chuvoso os meses de fevereiro a julho de 2011, sendo os demais meses tidos como período seco. Os meses de junho e julho foram considerados dentro do período chuvoso, apesar dos baixos índices pluviométricos, devido à extensão do desenvolvimento e florescimento de plantas herbáceas no início do período seco, em decorrência da disponibilidade de umidade do solo, conforme sugerido por Zanella e Martins (2003).

2.2 AMOSTRAGENS, CONSERVAÇÃO E TRIAGEM DOS VISITANTES FLORAIS

As coletas e observações de campo foram realizadas no período de fevereiro de 2011 a janeiro de 2012, sendo realizadas doze coletas no remanescente de caatinga e doze na floresta ciliar, perfazendo um total de 24 coletas. A amostragem de visitantes florais foi baseada no método de Sagakami et al. (1967), com algumas adaptações.

Nesse método, é coletado sistematicamente, por meio de uma rede entomológica, qualquer visitante floral que estiver visitando as flores ou em voo, procurando representar a abundância relativa das espécies, além do registro das plantas visitadas e de dados meteorológicos. As modificações foram feitas no esquema original de amostragem, de acordo com Guedes (2010), com os seguintes propósitos: 1) a coleta em horários distribuídos durante o dia para avaliar a atividade dos visitantes florais e 2) a coleta ou registro de todos os visitantes florais, para se avaliar a abundância relativa do conjunto dos componentes da guilda de grupos que utilizam recursos florais.

A amostragem dos visitantes florais foi efetuada por meio de coletas mensais, com intervalos de aproximadamente 30 dias, cada uma realizada em um único dia (com condições atmosféricas favoráveis) e com seis horas de duração para cada ambiente. Foram definidos seis transectos em um fragmento de caatinga e seis próximos aos resquícios de floresta ciliar existente na Fazenda Tamanduá (Figura 3), possuindo 200 m de comprimento e 4 m de largura, totalizando 4.800 m².

Figura 3. Imagem de satélite da Reserva Legal da Fazenda Tamanduá, localizada no município de Santa Terezinha – PB, destacando (em vermelho) os transectos nos dois fragmentos estudados.



Fonte: Google earth.com (modificado).

Cada transecto foi percorrido durante uma hora, a cada 30 dias aproximadamente, por apenas um coletor, com intervalos de tempo entre: 05:30 – 06:30; 07:30 – 08:30; 09:30 – 10:30; 11:30 – 12:30; 13:30 – 14:30; 15:30 – 16:30 h. Os transectos percorridos na área de caatinga foram aproximadamente os mesmos utilizados por Guedes (2010). Nos transectos próximos à floresta ciliar, os visitantes florais foram registrados nos ramos baixos das árvores, na vegetação arbustiva e herbácea secundária do entorno e do leito do rio, quando o acesso foi possível.

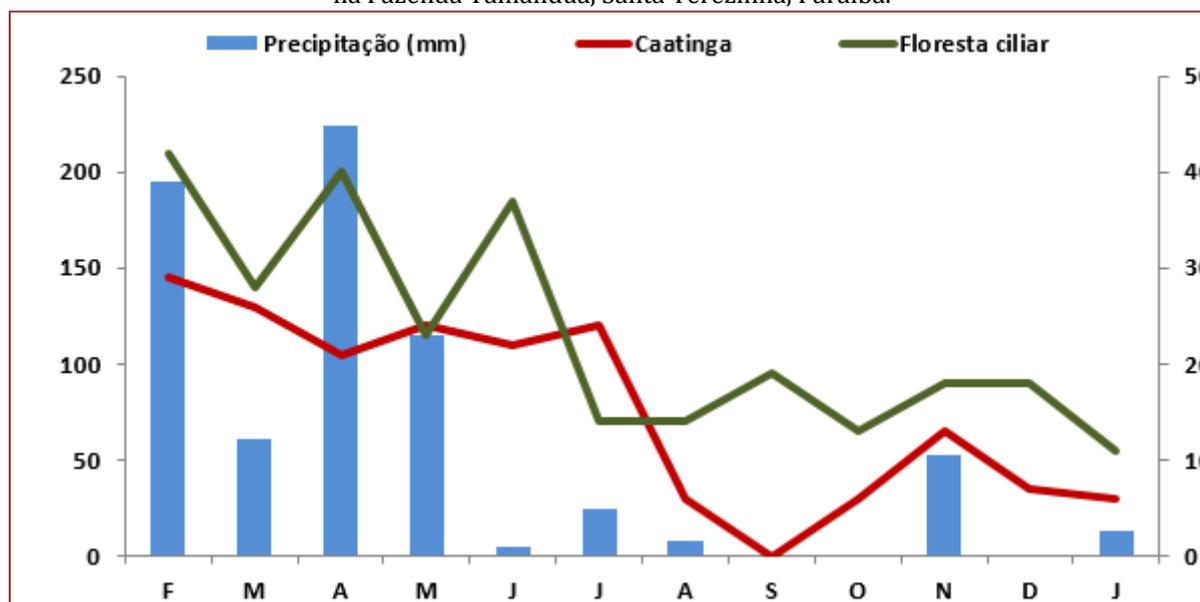
A cada dia de coleta, os transectos foram percorridos por uma hora, alternadamente, sendo inspecionadas as plantas floridas e capturando-se ou registrando-se os visitantes florais. Nos intervalos, foi realizada a coleta de material botânico para confecção das exsicatas e a organização dos insetos capturados. Os visitantes florais foram capturados (individualmente ou em grupo) durante a visita às flores ou em voo por uma rede entomológica de cabo curto (aproximadamente 1,3 m), o que limita a captura dos visitantes em árvores altas. Alguns registros foram feitos visualmente, quando não foi possível coletar o indivíduo.

Os insetos foram montados em alfinetes, etiquetados e separados por morfoespécies, reconhecidas as ordens ou grupos taxonômicos maiores. Os espécimes de visitantes florais foram depositados no Laboratório de Ecologia e Biogeografia de Insetos da Caatinga (LEBIC), da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus Patos* – PB.

3.RESULTADOS

Foram coletados visitantes florais ao longo de todo o período estudado, com exceção do mês de setembro na caatinga (Figura 4). Em novembro, ocorreram chuvas extemporâneas chegando a 53 mm, com um aparentemente associado aumento no número de visitantes florais em novembro na caatinga e um pequeno aumento em dezembro na floresta ciliar.

Figura 4. Distribuição mensal do número de espécies de visitantes florais amostrados e a precipitação pluviométrica durante o período de estudo (fev/2011 a jan/2012), em área de caatinga e de floresta ciliar, na Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha, Paraíba.



O número de indivíduos registrados decresceu após o início do período seco, de forma mais acentuada na Caatinga, atingindo níveis mínimos em agosto e setembro (Figura 5). Se compararmos a riqueza em espécies e a abundância de visitantes florais entre o período seco e o chuvoso, observamos uma grande diferença na caatinga, enquanto que, na floresta ciliar, esses valores são semelhantes, especialmente para o número de indivíduos (Tabela 1).

No período chuvoso, foram amostrados 95% das espécies na caatinga e 90% para a floresta ciliar. Em relação à abundância dos visitantes florais, 89,35% dos indivíduos foram amostrados no período chuvoso

na caatinga, destacando-se o mês de maio, com 453 indivíduos. Para a floresta ciliar, 58% dos indivíduos (1.922) foram amostrados no período chuvoso (Tabela 01 e Figura 5).

Figura 5. Variação do número de indivíduos de visitantes florais amostrados e a precipitação pluviométrica durante o período de estudo (fev/2011 a jan/2012), em área de caatinga e de floresta ciliar, na Fazenda Tamanduá, Santa Terezinha, Paraíba.

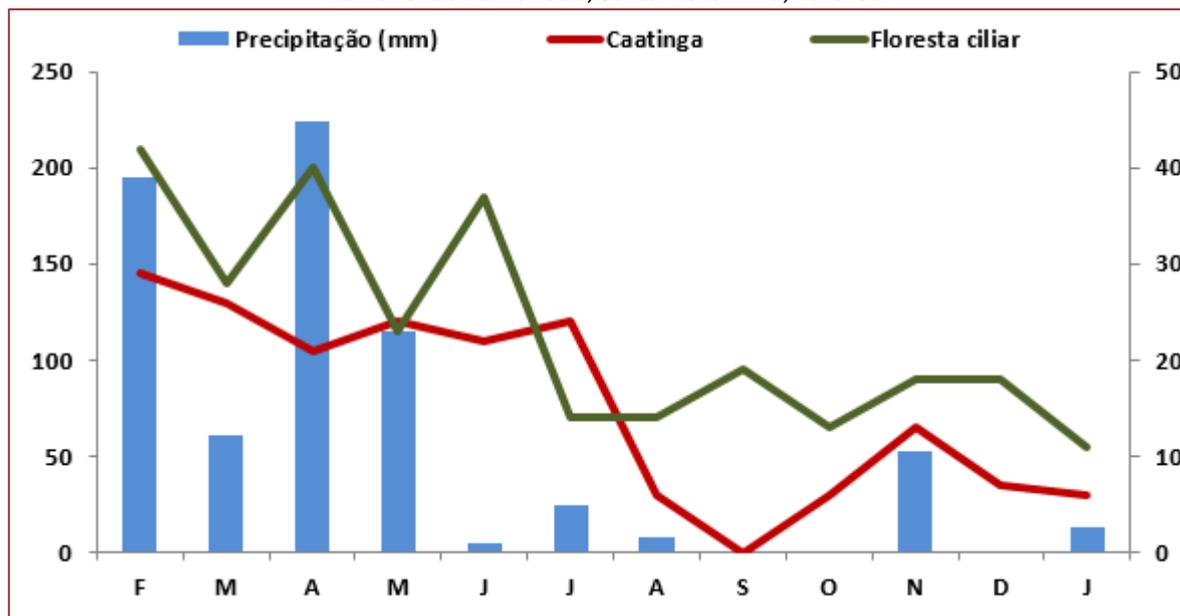


Tabela 1. Variação sazonal dos visitantes florais no período chuvoso (fev-jul) e período seco (ago-jan), em área de caatinga e de floresta ciliar, Santa Terezinha, Paraíba, Brasil.

| | Caatinga | | Floresta ciliar | |
|-----------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | Nº de espécies | Nº de Indivíduos | Nº de Espécies | Nº de Indivíduos |
| Período chuvoso | 62 | 1.275 | 90 | 1.922 |
| Período seco | 19 | 152 | 37 | 1.371 |
| Total | 65 | 1.427 | 100 | 3.293 |

Os visitantes florais foram amostrados em todo período de estudo, no entanto há uma diminuição considerável na riqueza e na abundância do número de visitantes florais no período seco, possivelmente resultado da escassez de recursos florais para os visitantes. De forma semelhante, Aguiar e Martins (1997) constataram um decréscimo do número de abelhas em atividade na estação seca, associando à falta de recursos florais.

Vasconcellos et al. (2010), em um estudo sobre a sazonalidade de insetos da caatinga, coletados mensalmente utilizando armadilhas Malaise e guarda-chuva entomológico, destacam que entre as doze ordens mais abundantes, dez apresentaram os seus maiores picos

durante a estação chuvosa, sendo a precipitação e a umidade relativa os principais preditores dos padrões de abundância e/ou atividade dos insetos na caatinga.

Em relação ao número de espécies, este foi claramente maior de fevereiro a julho, decrescendo depois fortemente até um novo patamar com a intensificação da seca (Figura 05). Em relação ao número de indivíduos, esse padrão não é tão claramente percebido, há um pico na caatinga no final do período chuvoso, enquanto, na floresta ciliar, esse pico é retardado para o início do período seco, concomitantemente com um decréscimo acentuado na Caatinga. Na floresta ciliar, o mês de março foi marcado por uma redução no número de espécies e indivíduos de visitantes florais amostrados porque a vegetação do entorno do rio foi retirada e a área foi utilizada para o cultivo agrícola de melão e melancia, interferindo na coleta dos dados.

É interessante destacar que o número de indivíduos para a floresta ciliar, após o início do período seco, demorou mais para decrescer, uma vez que a área deve apresentar uma maior capacidade de reserva hídrica no solo e maior disponibilidade de plantas floridas, e contrariamente, a paisagem da caatinga muda drasticamente, e a maior parte das plantas perdem as folhas, e a vegetação adquire um aspecto esbranquiçado.

Os padrões registrados permitem inferir o papel de refúgio das florestas ciliares, sendo possível que esteja restrito a poucas espécies e que muitas atravessem o período seco sem adultos ativos, ou com outras estratégias. Somente estudos de biologia de cada espécie podem esclarecer esses aspectos específicos. Dessa forma, a estação seca configura-se como um período desfavorável à sobrevivência de muitos visitantes florais, e as áreas que apresentam um maior potencial hídrico, com recursos disponíveis para os visitantes e vegetação sempre verde, caracterizam-se como ambientes de refúgios para atravessarem o período seco.

4. CONCLUSÃO

A variação sazonal na riqueza e abundância de visitantes florais permite inferir que o período chuvoso nos fragmentos estudados garantiu uma maior representatividade na diversidade biológica dos antófilos. Entretanto, com a característica de um clima fortemente sazonal, a Caatinga é marcada por um período de seca extensivo que foi responsável pela redução do número de indivíduos visitantes florais na área. Esse fator está intimamente relacionado à questão de sobrevivência das espécies no período de escassez de recursos disponíveis, onde as mesmas migram para as áreas com mais umidade e recursos alimentícios

que garantam a sua sobrevivência. Desse modo, as áreas de florestas ciliares corroboram a teoria de refúgios de tais visitantes florais das regiões semiáridas.

REFERÊNCIAS

- [1] Aguiar, C. M. L.; Martins, C.F. Abundância relativa, diversidade e fenologia de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) na caatinga, São João do Cariri, Paraíba, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, n. 83, p. 151-163, 1997.
- [2] Begon, M; Townsend, C.R.; Harper, J.L. *Ecologia de indivíduos a ecossistemas*. 4 ed. Aritmed Editora S/A: Porto Alegre, 2007.
- [3] Duarte Junior, J. A.; Schindwein, C. The highly seasonal hawkmoth fauna (Lepidoptera Sphingidae) of the Caatinga of Northeast Brazil: a case study in the state of Rio Grande do Norte. *Journal of the Lepidopterists' Society*, n. 59, v. 4, p. 212-218, 2005.
- [4] Guedes, R.S. Caracterização fitossociológica da vegetação lenhosa e diversidade, abundância e variação sazonal de visitantes florais em um fragmento de caatinga no semiárido paraibano. 2010. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB.
- [5] Gusmão, M. A. B.; Creão-Duarte, J.A. Diversidade e análise faunística de Sphingidae (Lepidoptera) em área de brejo e Caatinga no Estado da Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, n. 21, p. 491-498, 2004.
- [6] Hernández, M. I. M. Besouros escarabeíneos (Coleoptera: Scarabaeidae) da caatinga paraibana, Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, n. 11, p. 356-364, 2007.
- [7] Janzen, D. H. & T.W. Schoener. Differences in insect abundance and diversity between wetter and drier sites during a tropical dry season. *Ecology*, n. 49, p. 96-110, 1968.
- [8] Messias, K.D.S.V. Diversidade e sazonalidade de Coleoptera em vegetação de caatinga e floresta ciliar no semiárido paraibano. 2011. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB.
- [9] Prado, D. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M; SILVA, J.M.C. (Eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPE, Recife, 822p, 2003.
- [10] Sakagami, S.F.; Laroca, S.; Moure, J.S. Wild bee biocoenotics in São José dos Pinhais (PR), South Brazil. Preliminary report, *Journal of the Faculty of Science Hokkaido University, Series IV, Zool*, n. 16, p. 253-291, 1967.
- [11] Vasconcellos, A., Andrezza, R., Almeida, A. M.; Araújo, H. F. P.; Oliveira, E. S.; Oliveira, U. Seasonality of insects in the semi-arid Caatinga of northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia*, n. 54, v. 3, p. 471-476, 2010.
- [12] Wolda, H. Insect seasonality: Why? *Annual Review of Ecology and Systematics*, n. 19, p. 1-18, 1988.
- [13] Zanella, F. C. V.; Martins, C. F. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação, p. 75-134. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. (Eds.). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPE, Recife, 822p, 2003.
- [14] Zanella, F.C.V. Dinâmica Temporal e Espacial de Abelhas Solitárias no Semi-Árido do Nordeste do Brasil. *Anais do VIII Encontro sobre Abelhas, Ribeirão Preto*, p. 284-291, 2008.

Capítulo 19

Influência do armazenamento na composição do extrato de própolis verde

Maria Verônica Lins

Hugo Vieira

Jaina Geovana Figueiredo Lima Santos

Kilson Pinheiro Lopes

Oswaldo Soares da Silva

Resumo: Estudos mais recentes afirmam que própolis se refere a um produto apícola resinoso, formado por substâncias coletadas de plantas produzidos por abelhas. Nem todas as espécies de abelhas produzem própolis da mesma forma, colônias de *Apis dorsata*, por exemplo, utiliza própolis para reforçar a colmeia, já *Apis serena*, não a utiliza para nenhuma finalidade, sendo *Apis mellifera* L., a que mais usa a própolis para as mais diversas funções dentro da colmeia. Quando comparada a outros produtos de origem medicinal, a composição da própolis é muito mais variável, de tal modo que as amostras de uma mesma localidade possuem composições totalmente distintas. O objetivo geral dessa pesquisa foi avaliar a influência do armazenamento a frio da própolis verde colhida na região curimataú oriental, no semiárido brasileiro Estado da Paraíba, sob temperatura controlada. Foram analisadas 20 amostras de própolis; divididas em dois grupos A e B com 10 amostras cada. As amostras do grupo A foram submetidas ao armazenamento a frio há 10°C, por um período de 12 meses; as amostras do grupo B foram colhidas e imediatamente submetidas às análises, em temperatura ambiente. Foi possível concluir que as características físico-químicas para os extratos das própolis, verde, permaneceu com suas características preservadas mantendo excelente qualidade em função do armazenamento, por um período de 12 meses, conclui-se que a própolis verde da região do curimataú paraibano submetida ao armazenamento a frio a 10°C, e no armazenamento em condição de campo apresentaram as mesmas qualidades físico química.

Palavras-chave: qualidade, semiárido, caatinga, apicultura.

1. INTRODUÇÃO

A própolis do Brasil foi classificada em 12 tipos diferentes, segundo seu perfil químico obtido pelas técnicas de espectrofotometria de absorção na região UV - Visível, Cromatografia de Camada Delgada Analítica (CCDA) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLA), além da avaliação das atividades antimicrobiana e antioxidante (PARK *et al.*, 2005).

Estudos mais recentes afirmam que própolis se refere a um produto apícola resinoso, formado por substâncias coletadas de plantas produzidas por abelhas. Nem todas as espécies de abelhas produzem própolis da mesma forma, colônias de *Apis dorsata*, por exemplo, utiliza própolis para reforçar a colmeia, já *Apis cerana*, não utiliza para nenhuma finalidade, sendo *Apis mellifera* L., a que mais usa a própolis para as mais diversas funções dentro da colmeia. Quando comparada a outros produtos de origem medicinal, a composição da própolis é muito mais variável, de tal modo que as amostras de uma mesma localidade possuem composições totalmente distintas. A própolis apresenta em proporções variáveis, resinas, cera das abelhas, substâncias voláteis, pólen e outros constituintes minoritários como minerais e vitaminas (WIECKIEWICZ *et al.*, 2013).

Certos componentes químicos da própolis têm origem botânica cujo pólen não foi totalmente incorporado à amostra, ou mesmo outros fatores das próprias abelhas, influenciando no perfil químico (TEIXEIRA *et al.*, 2003).

Parte dos seus constituintes também se origina de fonte animal como a cera de abelha e outros obtidos de plantas como resinas, mucilagem, goma, látex, fragmento de folhas e gemas foliares, a atividade biológica da própolis é atribuída a esta substância derivada de plantas. Os diversos aspectos químicos da própolis que têm ações eficientes e importantes para humanidade, entre eles os flavonoides e os ácidos fenólicos que apresentam atividade antioxidante, antifúngica, antibacteriana, são relevantes componentes químicos aplicados nas mais variadas áreas do conhecimento, ainda pouco estudado. De certa forma, o papel das abelhas em colher todo esse material, unir, misturar, transportar até a colmeia configura um novo produto como a própolis (SALATINO *et al.*, 2015).

Diante do exposto, foi desenvolvida uma investigação acerca da avaliação da influência do armazenamento das própolis a frio frente às analisadas em temperatura ambiente, colhidas na mesorregião do agreste paraibano, com o objetivo de utilizá-lo para fins de composição com outros extratos de origem vegetal.

Avaliar a influência do armazenamento a frio da própolis verde sob temperatura controlada em 10°C durante 12 meses.

2. METODOLOGIA

Para essa pesquisa foi utilizada própolis verde produzida por abelhas (*Apis mellifera* L.) colhida na região do curimataú oriental paraibano.

Figura 1 - Localização em coordenadas da região do curimataú oriental paraibano.



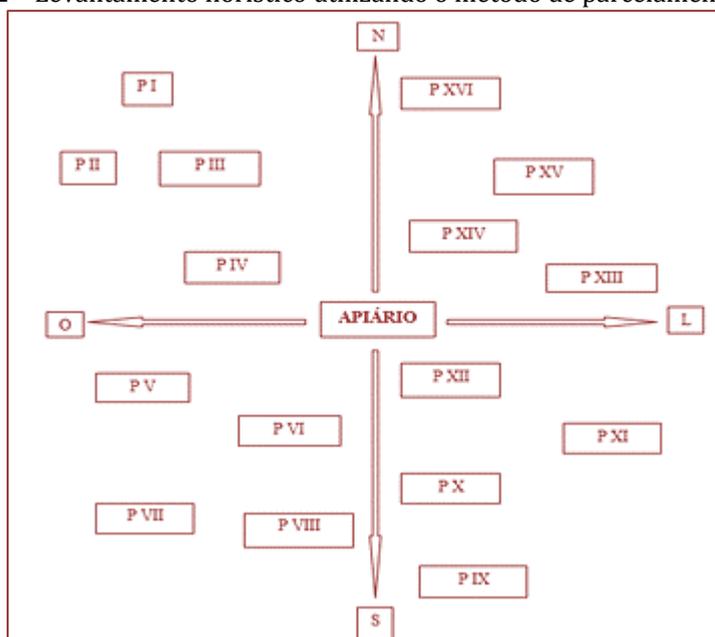
Fonte: Via satélite Google Earth (2017).

Na Figura 1 está representado o mapa com as coordenadas do marco zero do curimataú oriental paraibano: *Latitude: 6°32'27.78"S – Longitude: 35°39'34.93"O*. Para captação das imagens foi utilizado um aplicativo GPS Data, enviadas para Google Earth.

2.1 REGISTRO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES NO ENTORNO DO APIÁRIO ESTUDADO

Foi realizado um levantamento florístico para o registro dos indivíduos no entorno dos apiários no curimataú orientado, isolou-se a área em 1 km para Norte, Sul, Leste e Oeste. Em seguida foi aplicado o método de parcelamento aleatório sendo cada parcela com dimensão de 10x20 m totalizando 16 parcelas. Conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Levantamento florístico utilizando o método de parcelamento aleatório.



P: Parcela

Fonte: Própria autoria (2017).

Em seguida foi realizada a marcação dos indivíduos com etiquetas plásticas devidamente enumeradas em ordem crescente. Após a contagem dos números de indivíduos foram aplicadas as equações para o cálculo dos parâmetros: densidade total, densidade relativa e frequência. (RODAL *et al.*, 2013).

$$\text{Densidade Total (DT)} / DT = (N.U) / A$$

$$\text{Densidade Relativa (Drt)} / Drt = (Nt/N) \times 100$$

$$\text{Frequência (Frt)} / Fat = (nAt/NAT) \times 100$$

Foram utilizadas 20 amostras de própolis produzidas por abelhas (*Apis mellifera* L.), colhidas na região do curimataú oriental da Paraíba. As amostras foram divididas em dois grupos **A** e **B**.

Grupo A – Foram 10 amostras de própolis verde armazenada a temperatura constante de 10º em BDO por um período de 12 meses. Janeiro de 2016 a janeiro de 2017

Grupo B – Foram 10 amostras de própolis verde armazenada em condição ambiente com temperatura média de entre 30 a 38ºC, janeiro de 2016 a janeiro de 2017.

2.2 AMOSTRAS DE PRÓPOLIS VERDE

Foram colhidas no período de janeiro de 2016 a janeiro de 2017, 20 amostras de própolis verde, no curimataú oriental, microrregião pertencente à mesorregião do agreste paraibano, na cidade do Riachão, assentamento Baixio, a partir da 16:00h, com temperatura média de 32ºC. As amostras foram doadas pela

Associação dos Apicultores do Riachão. O apiário está localizado nas seguintes coordenadas geográficas: *Latitude: 6°33'41.62"S – Longitude: 35°40'45.54" O* oriental paraibano. Após a realização da coleta das própolis, as mesmas foram devidamente acondicionadas em recipientes de vidro, com capacidade para 50 g, cada amostra apresentou peso médio de 12 g.

2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA PRÓPOLIS

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com metodologia recomendada pelo dispositivo legal no Brasil (normativa nº 03 de 19 de janeiro de 2001) para indicar a qualidade da própolis, foram preconizadas pela *Official Methods of Analysis of* (AOAC, 1995).

$$\text{Umidade / (\%)} \text{Umidade} = \left[\left(\frac{PC+PA-PF}{PA} \right) \right] \times 100$$

$$\text{Teor de cera / \% Cera} = \left[\left(\frac{P_4-P_3}{P_1} \right) \right] \times 100$$

$$\text{Teor de cinzas / (\%)} \text{Cr} = \left[\left(\frac{W_3-W_1}{W_2-W_1} \right) \right] \times 100$$

As leituras de medição do potencial hidrogeniônico foram realizadas em peagâmetro

2.4 PROCESSOS DE PREPARAÇÃO PARA EXTRATOS DE PRÓPOLIS

No processo de preparação para os extratos etanólicos/ ou aquoso das própolis foram utilizados 20% das amostras das própolis *in natura* (100 mL) e 80% do álcool cereal, na proporção matemática de 20% do soluto/80% de solvente. Misturada e triturada em um liquidificador convencional, a mistura foi mantida em agitação periódica de 12h por 7 dias, em temperatura ambiente. Em seguida foi centrifugada (calibragem de 8,800 g e força G igual a 7,690 g), com temperatura de 20°C por 20 minutos. Também foi realizada a filtragem do sobrenadante em papel de filtro e em seguida posto para refrigerar à 4°C. Após o descanso de 3h, o material foi submetido à nova filtragem e levado para armazenamento sob condições ambiente de temperatura e luz. Para o extrato no meio aquoso foi substituído o álcool cereal por água destilada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 REGISTRO DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES NAS REGIÕES ESTUDADAS

Quadro 1 - Principais espécies que compõe a flora apícola do entorno do apiário do curimataú oriental.

| NOME POPULAR | NOME CIENTÍFICO | FAMÍLIA BOTÂNICA | PERÍODO DE FLORAÇÃO | Nº DE TAXON | Drt (%) | Fr _t (%) |
|---------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|-------------|---------|---------------------|
| Marmeleiro | <i>Croton sonderianus</i> | <i>Rosaceae</i> | fev/mar | 430 | 25.7639 | 10.4297 |
| Jurema branca | <i>Piptadenia stipulacea</i> | <i>Fabaceae</i> | mar/jun | 259 | 15.5182 | 5.2148 |
| Maniçoba | <i>Manihot pseudoglaziovii</i> | <i>Euphorbiaceae</i> | set/out | 252 | 15.0988 | 4.1718 |
| Jurema preta | <i>Mimosa tenuiflora</i> | <i>Fabaceae</i> | set/jan | 190 | 11.3840 | 4.1718 |
| Catingueira | <i>Caesalpinia pyramidalis</i> | <i>Caesalpinoideae</i> | fev/mar | 143 | 8.5680 | 8.3437 |
| Mororo | <i>Bauhinia aromatica</i> | <i>Fabaceae</i> | set/nov | 101 | 6.0515 | 7.3007 |
| Angico | <i>Anadenanthera colubrina</i> | <i>Mimosoideae</i> | dez | 80 | 4.7932 | 7.1756 |

(continuação ...)

Quadro 1 - Principais espécies que compõe a flora apícola do entorno do apiário do curimataú oriental.

| NOME POPULAR | NOME CIENTÍFICO | FAMÍLIA BOTÂNICA | PERÍODO DE FLORAÇÃO | Nº DE TAXON | Drt (%) | Frnt (%) |
|--------------|------------------------------------|------------------|---------------------|-------------|---------|----------|
| Aroeira | <i>Schinus terebinthifolius</i> | Anacardiaceae | fev/abr | 56 | 3.3553 | 8.3437 |
| Cajueiro | <i>Anacardium occidentale</i> | Anacardiaceae | ago/nov | 26 | 1.5578 | 5.2148 |
| Pinhão manso | <i>Jatropha curcas</i> | Euphorbiaceae | mar/abr | 25 | 1.4979 | 4.1718 |
| Juazeiro | <i>Caesalpinia ferrea</i> | Fabaceae | out | 20 | 1.1983 | 6.2578 |
| Juazeiro | <i>Ziziphus juazeiro</i> | Rhamnaceae | out | 19 | 1.1384 | 3.1289 |
| Feijão bravo | <i>Caparis flexuosa L.</i> | Caparaceae | set | 12 | 0.7189 | - |
| Umbuzeiro | <i>Spondias tuberosa</i> | Anacardiáceas | jan | 11 | 0.6590 | 4.1718 |
| Leucena | <i>Leucaena leucocephala</i> | Mimosaceae | jan/out | 10 | 0.5991 | 1.0429 |
| Ipê roxo | Tabebuia avellanadae | Bignoniaceae | ago | 9 | 0.5392 | 5.2148 |
| Velame | <i>Cardiopermum halicacabum L.</i> | Sapindaceae | jan/dez | 5 | 0.2995 | 2.0859 |
| Pereiro | <i>Aspidosperma pyriforme</i> | Fabaceae | fev | 5 | 0.2995 | 2.0859 |
| Mangueira | <i>Mangifera indica</i> | Anacardiaceae | dez | 5 | 0.2995 | 1.0429 |
| Umbu cajá | - | - | - | 4 | 0,2396 | 4.1718 |
| Faveleira | <i>Cnidocolus phyllacantus</i> | Euphorbiaceae | set/out | 3 | 0.1797 | 1.0429 |
| Sucupira | <i>Bowdichia virgiliodes</i> | Fabacea | ago | 2 | 0.1198 | 1.0429 |
| Mata fome | <i>Pithecellobium dulce</i> | Fabaceae | Set/out | 2 | 0.1198 | 1.0429 |
| 23 | 23 | 10 | - | 1.669 | 99.9989 | 99.9987 |

Fonte: Própria autoria (2017). Drt - Densidade Relativa / Frnt - Frequência Relativa

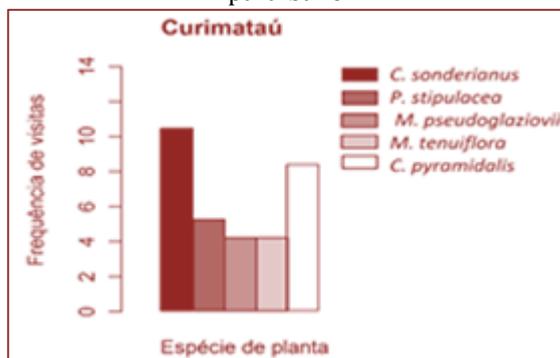
Com base nas espécies identificadas foi possível observar que na distância de 200 e 400 m ocorre a mesma frequência de vegetação que em 1000 m, as repetições das 23 espécies em proporções semelhantes e na forma como estão dispostas na natureza configura ainda que há uma característica similar da composição da vegetação regional com DAI- Densidade absoluta de 5.215 indivíduos/hectare, e que as plantas oferecem às abelhas o pólen, néctar e resina, entre outras substâncias que compõe a própolis.

As plantas identificadas, com princípios medicinais são utilizadas pela comunidade local, algumas já com comprovação científica. Observa-se ainda que a um grande número de espécies diferentes, misturadas em uma mesma área, ocorrendo uma interação mútua com uma diversidade complexa, cada espécie apresenta seu comportamento e suas particularidades.

A exemplo da aroeira que em trabalhos já realizados foi encontrado um alto teor de fenóis, em média 302,72 mg para 100 g do extrato, com o passar dos anos estudos mostraram evidências que o consumo de compostos fenólicos traz benefícios ao organismo, este fato está diretamente relacionado ao seu poder antioxidante presente na planta (PAULA *et al.*, 2016).

Foram 23 espécies identificadas no raio de 1 km, com uma densidade total de 1.669 indivíduos/hectare em 16 parcelas, centenas delas repetidas, que contribuíram para alta complexidade da composição da própolis verde nesta região, podendo-se afirmar que o teor de fenóis nas plantas está diretamente relacionado ao índice de fenóis encontrado na composição da própolis. Destacamos ainda a interação das abelhas com a perpetuação destas espécies na região, que lhe permitem tirar da polinização a manutenção do ecossistema. O apiário do município do Riachão está localizado em uma área da associação dos apicultores, com 80 colmeias, fica em uma reserva legal com aproximadamente 6 hectares.

Figura 3 - Valores das em cinco espécies mais frequentes na área de estudo do curimataú oriental paraibano.



Fonte: Própria autoria (2017).

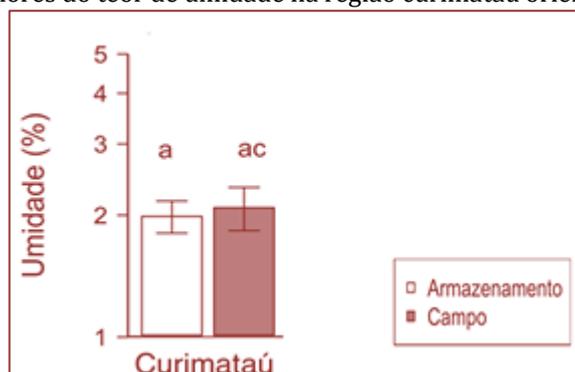
As cinco plantas mais frequentes registradas nas 16 parcelas do curimataú oriental paraibano preferencialmente visitadas pela abelhas (*Apis mellifera* L.) foram marmeleiro, jurema branca, maniçoba, jurema preta e catingueira.

Os valores médios encontrados, por meio desse estudo, versam sobre a qualidade de extratos de própolis verde, em função da região, curimataú oriental do Estado da Paraíba.

3.2. UMIDADE

Na Figura 4 estão ilustrados os resultados obtidos para as análises do percentual de umidade nas amostras procedentes da região estudada no Estado da Paraíba: curimataú oriental, para as condições proposta de armazenamento com temperatura controlada e armazenamento em condição ambiente.

Figura 4 - Valores do teor de umidade na região curimataú oriental paraibano.



Fonte: Própria autoria (2017).

Na Figura 4 estão dispostos os resultados obtidos para as análises do percentual de umidade nas amostras procedentes da região estudada no Estado da Paraíba: curimataú oriental para as variáveis de armazenamento com temperatura controlada a 10° e armazenamento sob condição ambiente com temperatura entre 30 e 38°C

Quanto aos resultados obtidos para o teor de umidade em virtude das variáveis da vegetação da caatinga em campo e armazenamento em extratos em meio aquoso e etílico, respectivamente, foi possível observar que a própolis verde do curimataú oriental que, apresentou média com um valor de 2,015%. Com média anual para umidade relativa do ar oscilando entre 55 e 60%, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014).

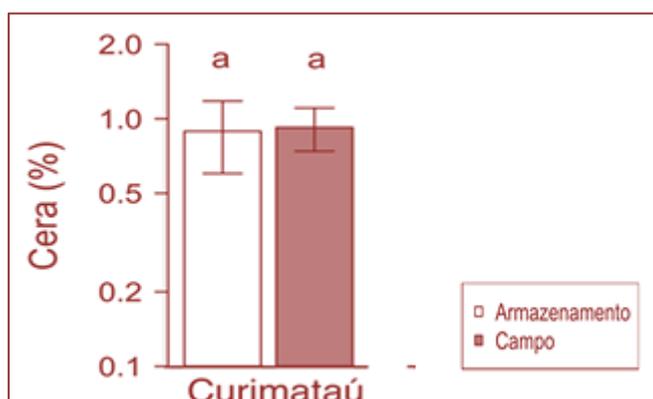
Para este parâmetro, em virtude da qualidade da própolis e das condições do extrato os níveis de umidade permaneceram com características de qualidade para os extratos da região estudada, à luz da instrução

normativa nº 3 de 19 de janeiro de 2001 do Ministério do Abastecimento e da Agricultura sugere um máximo de 8%, sendo assim todas as amostras das própolis verde está em conformidade com a lei vigente (MAPA, 2001).

3.3 TEOR DE CERA

Na Figura 5 estão ilustrados os resultados obtidos para as análises do percentual de cera nas amostras procedente da região estudada no Estado da Paraíba: curimataú oriental.

Figura 5 - Valores do teor de cera na região do curimataú oriental paraibano em função da condição de armazenamento com temperatura controlada e condição ambiente.



Fonte: Própria autoria (2017).

Para o parâmetro teor de cera não houve diferença significativa entre as amostras da região sob condição de armazenamento e campo, dos extratos de própolis relacionados ao local onde foram devidamente colhidos.

Os valores encontrados variaram de 0,903% para o extrato da própolis verde do curimataú oriental.

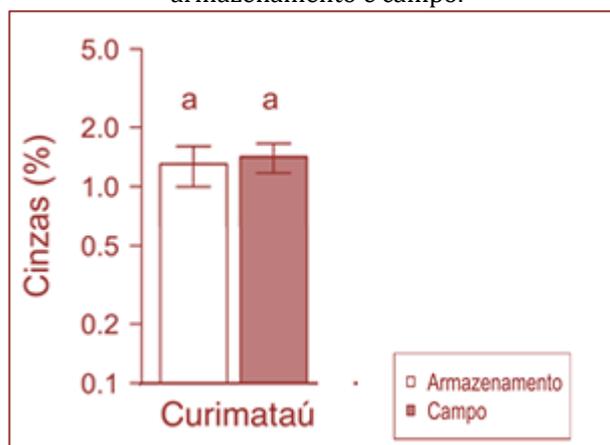
A consistência da própolis está relacionada com o teor de cera em sua composição, sua característica elástica ou quebradiça sugere a quantidade de cera podendo variar entre as amostras de acordo com a região mesmo não apresentadas diferenças significativas.

De acordo com Mapa (2001) a composição da cera em estudos já realizados com própolis tem relação direta com a vegetação da região de colheita, sua consistência à temperatura ambiente indica a razão entre os teores de resina e cera em sua composição. Estando de acordo com a Legislação Brasileira vigente.

3.4 TEOR DE CINZAS

Na Figura 6 estão ilustrados os resultados obtidos para as análises do percentual de cinzas nas amostras procedente da região estudada no Estado da Paraíba: curimataú oriental no semiárido brasileiro.

Figura 6 - Valores do teor de cinzas na região curimataú orienta paraibano para a condição de armazenamento e campo.



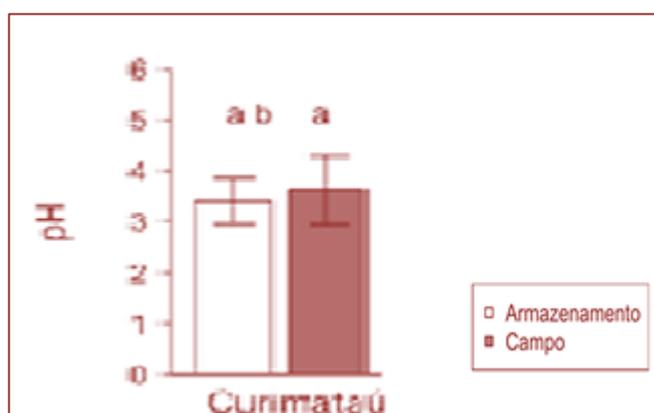
Fonte: Própria autoria (2017).

Para os parâmetros analisados em função da condição de armazenamento controlado com temperatura de 10°C e, condição de armazenamento em ambiente/ou de campo, para o teor de cinzas foi de 1,361%, esse parâmetro é indicativo da quantidade de resíduos inorgânicos não voláteis presentes na própolis, esse aspecto tem um limite máximo de 5% estabelecido pela instrução normativa nº 3 de 19 de janeiro de 2001 do Ministério do Abastecimento e da Agricultura, que esse extrato atender a lei vigente.

É importante analisar o teor de cinzas proporciona o conhecimento da qualidade da própolis para que não ocorra alteração no produto, quando este é produzido e meio aquoso ou etílico os teores de cinzas não foram diferentes em seu resultados.

3.5 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Na Figura 7 estão ilustrados os valores obtidos para o índice de pH para a região estudada no Estado da Paraíba: curimataú oriental em função da condição de armazenamento e campo. Para os parâmetros analisados em função da condição de armazenamento controlado com temperatura de 10°C e, condição de armazenamento em ambiente/ou de campo, para o teor de cinzas foi de 1,361%, esse parâmetro é indicativo da quantidade de resíduos inorgânicos não voláteis presentes na própolis, esse aspecto tem um limite máximo de 5% estabelecido pela instrução normativa nº 3 de 19 de janeiro de 2001 do Ministério do Abastecimento e da Agricultura, que esse extrato atender a lei vigente.



Fonte: Própria autoria (2017).

Os valores para o índice de pH analisados nas amostras dos extratos da própolis verde apresentaram variação quando submetidos ao armazenamento e na condição de campo, embora este parâmetro não esteja regulamentado ou sugerido pela legislação vigente no Brasil, sua determinação é importante devido a presença de substâncias orgânicas nas amostras de própolis.

Conforme os dados dispostos pode-se verificar que para a condição de armazenamento houve uma diferença significativa comparado aos valores de pH obtidos para as amostras da mesma região os extratos em condição ambiente, Foi possível observar que houve diferença significativa entre os resultados para os extratos das própolis verde submetidas ao armazenamento.

Kawakita *et al.* (2015) descreve em seu trabalho que, com relação ao pH, em estudos realizados com extratos de própolis observou que não houve diferença entre as temperaturas utilizadas e tipo de armazenamento ao longo do tempo estudado, de até 12 meses. Por outro lado, destacou que o valor de pH para o extrato de própolis, mantido em temperatura ambiente, apresentou variação significativa a partir do sexto mês. Esses dados sugerem que o pH pode ser influenciado pela temperatura de armazenamento do extrato de própolis, o autor também salientou que o pH do extrato alcoólico de própolis tende a ser ligeiramente ácido, variando de 3,0 a 5,7 e, segundo as observações o valor de maior porcentagem de pH encontra-se em torno de 5,0.

4.CONCLUSÕES

Conclui-se que o extrato da própolis verde manteve sua qualidade inalterada para a condição de armazenamento por um período de 12 meses janeiro de 2016 a janeiro de 2017, em temperatura constante de 10°C, e em armazenamento em condição de campo por 12 meses janeiro de 2016 a janeiro de 2017.

Foi registrado por amostragem na área de estudo do curimataú oriental, 1.669 indivíduos e encontrados 23 espécies, classificadas em 10 famílias botânicas descritas em lista florísticas e vernacular, as cinco mais frequentes, *Cronton sonderianus*, *Piptadenia stipulacea*, *Manihot pseodoglaziovii*, *Mimosa tenuiflora*, *Caesapinia pyramidalis*.

Outras considerações: A própolis verde, produzida pelas abelhas *Apis mellifera* L.

Tem sua característica intrínseca a localização geográfica onde o apiário estar instalado, imprimindo em sua composição química característica original a população botânica ali existente. Seu sabor, cor, consistência da própolis orgânica do semiárido, no curimataú oriental paraibano. Apresenta propriedades com grande potencial para os fármacos sugerindo que seu extrato seja experimentado para prevenir doenças consideradas importantes e graves para a sociedade, por apresentar em sua composição constituintes químicos do grupo dos anti-inflamatórios, antioxidante, antibacteriano sendo necessário o aprofundamento em detalhes da pesquisa dos seus extratos para com sua aplicação em pacientes acometidos de doenças graves seja possível uma avaliação mais completa e conclusiva da ou das ações dos fármacos na prevenção de doenças graves, seus resultados deverão promover uma melhor qualidade de vida aos pacientes e para toda a sociedade brasileira.

REFERÊNCIAS

- [1] Aoac. Official Methods of Analysis of the association of Analytical Chemists, Arlington, 16 th, cap. 4.1.03, 1995.
- [2] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/panorama>>. Acesso em 26 de janeiro de 2018.
- [3] Kawakita, O.; Souza, E. A.; Uehara, D. U.; Orsi, R. O. Avaliação da vida útil do extrato hidroalcoólico de própolis mantido sob diferentes temperaturas de armazenamento, v.3, jan/abr, 2015.
- [4] Ministério da Agricultura. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de própolis. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 19 jan., Brasília, 2001.
- [5] Ministerio da Agricutlra. Regulamento de Identidade e Qualidade de Extrato de Própolis. Diário Oficial da união, 23 de jan, seção 1, p. 24-27, Brasília, 2001.
- [6] Park, Y. K; Alencar, S. M.; Aguiar, C. L, J. Composição química de *Bacharis dracunculifolia*, fonte botânica das própolis dos estados de São Paulo e Minas Gerais. Ciência Rural, v. 35, p. 909-915, 2005.

- [7] Paula, O. M. M.; Mende, N. S.; Arantes, M. B. S. Quantificação do teor de fenólicos totais de aroeira (*Schinus terebinthifolius raddi*) através de duas metodologias distintas. *Food the that sustains life*, p. 24-26, Gramado, RS, 2016.
- [8] Rodal, M. J. N.; Sampaio, E. V. S.; Figueiredo, M. A. Manual sobre métodos de estudos florístico e fitossociológico. Brasília, 2013.
- [9] Salatino, A.; Teixeira, E. W.; Negri, G. Origin and chemical variation of Brazilian própolis, *eCAM*, v. 2, p. 33-38, 2015.
- [10] Teixeira, E. W. Indicadores da origem botânica da própolis: importância e perspectivas. *Boletim de Indústria Animal*, v. 60, n. 1, p. 83-106, Nova Odessa, 2003.
- [11] Wieckiewicz, M.; Miernik M.; Morawie, C.B. Does propolis help to maintain oral health. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, v.1, p. 8, 2013.

Capítulo 20

Processamento mínimo em mangas tratadas com ácido ascórbicos para avaliação da vida útil pós colheita

Jéssica Felipe do Nascimento

Halley Dayane dos Santos Ribeiro

Kerolayne Santos Leite

Ithyara Dheylyle Machado de Medeiros

Elaine Costa Almeida Barbosa

Resumo: O cultivo da manga destaca-se na região semiárida, sendo uma cultura considerada como importante devido que o fruto apresenta alta expressão econômica e ser muito apreciado comercialmente. O estudo tem como objetivo avaliar o fruto da manga (*Mangifera indica* L.), em processamento mínimo tratados com diversos níveis de titulação de ácido ascórbico, como também avaliar os fatores físicos, odor, textura, sabor e fatores físico-químicos, sólidos solúveis e acidez titulável, para observar como o fruto se comporta, em relação a duração da vida útil pós colheita. Para isso foram utilizadas mangas do tipo rosa (*Mangifera indica* L.), em diferentes estágios de maturação cultivadas em pomar comercial no município de Campina Grande-PB. Os frutos foram colhidos e conduzidos a Universidade Federal da Paraíba para o laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, em seguida as mangas foram cortadas em cubos, previamente sanificadas para proceder com a aplicação dos tratamentos ácido ascórbico nas concentrações de 0,0%; 0,5%; 1% e 1,5%. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F ($p \leq 0,05$), regressão polinomial e as médias comparadas pelo teste de ($p \leq 0,05$). Os resultados obtidos demonstram que as mangas utilizadas apresentaram diferentes respostas aos níveis de ácido ascórbicos utilizados, as análises estatísticas demonstram que a perda de massa obteve resultado não significativo quando comparado com as outras variáveis, no entanto as avaliações realizadas de perda de massa no período de armazenamento apresentaram respostas de efeito significativo. As mangas minimamente processadas sofreram influência de características físicas durante o período de avaliações, indicando desvios no padrão de qualidade gerando apenas médias para comparação, justificado pela contaminação no momento da armazenagem limitando a vida útil pós colheita do fruto.

Palavras-Chave: *Mangifera indica* L; ácido ascórbico; semiárido.

1. INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L.), originária da Índia é considerada uma das frutas tropicais mais importantes e com grande expressão econômica no Brasil, é muito apreciada comercialmente por apresentar características atraentes como sabor, aroma e coloração (MENDES; RIBEIRO e ALMEIDA, 2015). No Brasil existe aproximadamente quinhentas variedades de manga que são consumidas principalmente na forma fresca (ALBUQUERQUE; SANTOS e NETO, 2016).

Na região semiárida o cultivo da manga destaca-se pela expansão de área cultivada, volume, qualidade de produção e altos rendimentos atingidos, neste sentido os plantios comerciais nesta região visam atender as demandas de mercado externo (EMBRAPA, 2010). No entanto a ausência e deficiência de técnicas modernas e adequadas no manuseio, transporte e estocagem de frutas, associadas à alta perecibilidade, acarreta perda significativas na produção (OLIVEIRA, 2016).

O consumo do mercado mundial de suprimento de frutas frescas é tendência e tem crescido significativamente, destacando-se utilização de produtos minimamente processados, que inclui diversas operações para manter o frescor, a qualidade nutricional e sensorial do produto, para possibilitar ao consumidor a compra de alimentos que sejam práticos e seguros (JACXSENS et al; 2010). As tecnologias de processamento mínimo são modernas e visam desacelerar os fenômenos de senescência, buscando técnicas que permitam conservar durante um longo período de armazenamento (LINS et al; 2015).

No caso de frutas e hortaliças minimamente processados, ocorrem vários tipos de reações chamadas de oxidativas que causam escurecimento, descoloração de pigmentos endógenos, perdas ou mudanças do sabor ou do odor, mudanças na textura, e perda nutricional. Neste contexto o uso do ácido ascórbico e seus vários sais neutros podem ser utilizados como forma de ampliar a vida útil de alimentos minimamente processados, uma vez que estes atuam como principais antioxidantes usados em frutos, hortaliças e sucos, para prevenir que ocorra escurecimento e outras reações oxidativas, além de ser totalmente seguro para o consumo humano e em certos casos pode aumentar o teor de vitamina C de frutos e hortaliças (KLUGE et al, 2014).

Diante deste panorama o estudo teve como objetivo avaliar o fruto da manga (*Mangifera indica* L.), em processamento mínimo tratados com diversos níveis de titulação de ácido ascórbico, como também fatores físicos como odor, textura, sabor e fatores físico-químicos como sólidos solúveis e acidez titulável, para observar como o fruto se comporta, em relação a duração da vida útil pós colheita.

2. METODOLOGIA

Foram utilizadas mangas do tipo rosa (*Mangifera indica* L.), em diferentes estágios de maturação cultivadas em pomar comercial no município de Campina Grande-PB, situado na latitude 07 graus 13' 50", longitude 35 graus 33".

Os frutos foram colhidos e conduzidos a Universidade Federal da Paraíba para o laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita, do Centro de Ciências Agrárias, ao chegar no laboratório foram escolhidas as mangas com aparência uniforme e feito o descarte das danificadas, em seguida as mangas foram cortadas em cubos, previamente sanificadas utilizando cloro ativo na proporção de (0,4 mL/ 1L) durante 1 minuto. Após esse procedimento realizou-se a aplicação nos frutos por imersão dos tratamentos com ácido ascórbico nas concentrações de 0,0%; 0,5%; 1% e 1,5% e realizada a centrifugação do material em escurredores de plásticos, em seguida as amostras foram pesadas e colocadas em bandejas de polietileno expandido, embaladas com filme de PVC (policloreto de vinila) e mantidas sob condições acondicionadas em atmosfera modificada com temperatura em torno de 12 a 14°C por um período de 12 dias com avaliações de perda de massa (pesagem) e a questionários voltados a intenções de compras e aspectos físicos dos frutos realizados em intervalos de 2 dias.

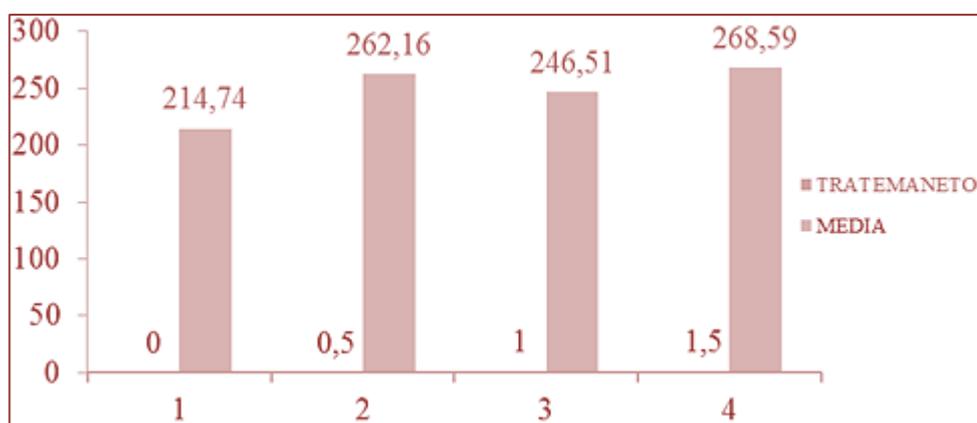
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo Teste F ($p \leq 0,05$). Para o fator período de armazenamento (dias), foi aplicada análise de regressão polinomial até segundo grau as médias dos tratamentos nos dias. As características que não apresentam ajustes significativos aos modelos com base na significância de seus coeficientes apenas foram apresentadas as médias, comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mangas utilizadas obtiveram diferentes respostas quando submetidas as concentrações de ácido ascórbico, no tratamento 1 no qual não foi utilizado o ácido a média foi de 214,74 considerada baixa quando comparada aos demais tratamentos, o que ocorreu de forma diferente para os tratamentos 2 e 4 com níveis de ácido ascórbico de 0,5% e 1,5%, uma vez que estes apresentaram boa resposta com média acima de 260,00 sendo recomendado a utilização do ácido nesses níveis (Figura 1).

As amostras com maior teor de ácido ascórbico comparada as demais, podem estar relacionadas ao modo de preparação na produção da embalagem (maturação, condições de processamento e armazenamento), que podem favorecer as propriedades presente na polpa. (CECCHI, 2003).

Figura 1: Medidas dos diferentes níveis de Ácido Ascórbico aplicado em manga.



Na tabela 1 foram realizadas as análises estatísticas em que a perda de massa obteve resultado não significativo quando comparado com as outras variáveis de tratamento. Peroni (2002) afirma que a perda de massa pode representar sério prejuízo econômico, pois, normalmente, o fruto é vendido por unidade de massa. A avaliação da vida útil para comercialização foi baseada na aparência, na qual se avaliou aspectos como coloração e o desenvolvimento visual de micro-organismos, sendo este o fator limitante para o descarte das amostras e tornando-se inviável para consumo.

Na tabela 2 foi possível observar as médias das avaliações realizadas na perda de massa houve efeito significativo do período de armazenamento e dos diferentes tratamentos. De acordo com Doll Hojo (2005), as condições de armazenamento determinadas pela umidade relativa e temperatura, intervêm no metabolismo da fruta, diminuindo ou favorecendo a perda de água. Os resultados obtidos no referido trabalho apresentam semelhança em relação àqueles observados por Cocozza (2004).

A avaliação interna, escurecimento interno, aparência geral, intenção de compra e coloração não foram significativos, no qual o período de armazenamento o fruto teve rápida degradação em todos os níveis utilizados de ácido ascórbico, podendo ser justificado por uma contaminação cruzada ou pelo fato em que as mangas utilizadas estavam em diferentes graus de maturação não sendo recomendado para o processo de conservação de frutos.

Tabela 1- Correlação entre as variáveis entre os tratamentos em manga com ácido ascórbico.

| CORRELAÇÃO | | |
|------------|----------------|---------------|
| Variáveis | COEF. CORR (r) | Significativo |
| PM x AV | - 0.1470 | NS |
| PM x ES | - 0.1852 | NS |
| PM x AP | 0.1193 | NS |
| PM x IC | 0.0801 | NS |
| PM x COL | - 0.1171 | NS |
| AV x ES | 0.7684 | ** |
| AV x AP | - 0.8634 | ** |
| AV x IC | - 0.9467 | ** |
| AV x COL | - 0.9267 | ** |
| ES x AP | - 0.8548 | ** |
| ES x IC | - 0.6698 | ** |
| ES x COL | 0.7076 | ** |
| AP x IC | 0.8798 | ** |
| AP x COL | 0.8176 | ** |
| IC x COL | - 0.9232 | ** |

Legenda: AP= aparência geral AV=avaliação interna COL= coloração ES= escurecimento interno IC= intenção de compra PM= perda de massa

Fonte: Elaboração dos autores, 2017

Tabela 2 :Média das avaliações realizadas pelo teste de tukey

| Variáveis | Teste de tukey | |
|-----------------------|----------------|----------------------|
| | Fc | Fc>Pr |
| Perda de massa | 0,456 | 0,367* |
| Avaliação interna | 0,522 | 0,6688 ^{ns} |
| Escurecimento interno | 1,178 | 0,3247 ^{ns} |
| Aparência geral | 0,240 | 0,8680 ^{ns} |
| Intenção de compra | 0,100 | 0,9600 ^{ns} |
| Coloração | 0,283 | 0,8380 ^{ns} |

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$) **ns** (não significativo) ($p \geq .05$)

Fonte: Elaboração dos autores

Galotta e Boaventura (2005) relataram em seu trabalho que a combinação de antocianinas com ácido ascórbico em presença do oxigênio causa perda de coloração, perda de propriedades funcionais e valor nutricional devido à degradação e polimerização de antocianinas monoméricas. Talvez seja uma das justificativas para o aceleração da degradação da fruta.

4.CONCLUSÕES

As mangas minimamente processadas sofreram influência de características físicas durante o período de avaliações, indicando desvios no padrão de qualidade gerando apenas médias para comparação, justificado pela contaminação no momento da armazenagem limitando a vida útil pós colheita do fruto.

REFERÊNCIAS

- [1] Oliveira, B. G.; Costa, H. B.; Ventura, J. A.; Kondratyuk, T. P.; Barroso, M. E. S.; Chemical profile of mango (*Mangifera indica* L.) using electrospray ionisation mass spectrometry (ESI-MS). Food Chemistry, v.204, p.37-45, 2016.
- [2] Jacxsens, L.; Luning, P.A.; Van Der Vorsr, J.G.A.J. et al. Simulation modelling and risk assessment as tools to identify the impact of climate change on microbiological food safety and case study of fresh produce supply chain. Food Research International, v. 43, 1925-1935, 2010.

- [3] Cecchi, H.M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos, 2ª Ed. Rev., Campinas - SP, Editora da UNICAMP, p. 202, 2003.
- [4] Cocozza, F. del M.; Pereira, M. E. C.; Alves, R. E. et al. Respiration rate and chemical characteristics of cold stored. *Acta Horticulturae*, Amsterdam, v. 645, p. 645-650, 2004.
- [5] Galotta, A. L. Q. A.; Boaventura, M. A. D. Constituintes químicos da raiz e do talo da folha do açai (*Euterpe precatoria* Mart., Arecaceae). *Quim. Nova*, v. 28, n. 4, p. 1-4, 2005.
- [6] Peroni, K. M. C. Influência do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão 'Amarelo' minimamente processado. 2002. 86f Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2002.
- [7] Kluge, R. A.; Geerdink, G. M.; Uliana, J. V.; Tezotto, S. A. D. G.; Zorzeto, T. Q.; Sasaki, F. F. C.;
- [8] Mello, ; S. C. Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n. 2, p. 801-802, 2016.
- [9] Mendes, M. L. M.; Ribeiro, A. P. L.; Almeida, E. C. Efeito da acidificação nas propriedades físico-químicas e funcionais do amido de sementes de manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins. *Rev. Ceres*, v. 62, n. 3, p. 225-232, 2015.
- [10] Lins, A. D. F. Lisbôa, C. G. C.; Moraes, M. S.; Sampaio, A. C. F. D.; Quirino, J. G. Análise microbiológica de frutas minimamente processadas servidas em uma Unidade de Alimentação e Nutrição. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 4, p. 22-25, 2015.
- [11] Albuquerque, E.; Santos, D. C.; Neto, J. J. B.; Crioarmazenagem de sementes de manga (*Mangifera indica* L.). *Revista a barriguda*, v. 6, n. 1, p. 01-10, 2016.
- [12] Embrapa. O cultivo da manga no Brasil e no Semiárido nordestino A importância econômica e social da mangueira no Submédio do Vale do São Francisco, 2010.

Capítulo 21

*Caracterização físico-química de pão francês enriquecido com farinha de gergelim *Sesamum Indicum L.**

Roberta de Oliveira Sousa Wanderley

Paulo Alves Wanderley

Wellita Azevedo silva

Anna Catarina Costa de Paiva

Janine Patrícia Melo Oliveira

Altevir Paula de Medeiros

Resumo O pão francês é o produto de panificação mais consumido no Brasil, e composto basicamente de farinha de trigo, água, fermento biológico e sal, outros ingredientes podem ser adicionados em pequenas quantidades a fim de melhorar as características da massa durante o processamento e a qualidade do produto final. O presente trabalho teve por objetivo estudar as propriedades físico-químicas do pão francês enriquecido com farinha de gergelim em três diferentes proporções: Para o estudo foram submetidas as determinações de tamanho, peso, pH, umidade, atividade de água (A_w) e teor de cinzas, com relação aos parâmetros físico-químicos avaliados, todos possuíram pequena diferença entre os três tipos de formulações aplicadas, os valores de pH obtiveram diferença significativa. A atividade de água (A_w) nos pães variou entre 0,45 e 0,55. Na umidade dos pães foi verificada variação de 25,78% a 29,77% nas médias. Com a incorporação de farinha de gergelim, observou-se uma variação entre os teores de cinzas, variou de 2,39 a 2,97. A utilização da farinha de gergelim em pão francês alterou benéficamente a composição química com destaque para o aumento nos teores de cinzas, sendo possível classificar o pão enriquecido como fonte de minerais, segundo a legislação brasileira.

Palavras-Chave: Qualidade; Valor nutricional; Composição química; Análises;

1. INTRODUÇÃO

Em decurso das mudanças no estilo de vida e, conseqüentemente, no padrão alimentar da população em geral, suplementos de vitaminas e minerais, e alimentos enriquecidos tornam-se veículos práticos de micronutrientes para a população. O aumento da expectativa de vida e a preocupação com uma vida saudável passaram a ser prioridades para um número cada vez maior de pessoas, que está se dispondo a investir tempo e recursos a fim de ter uma vida mais longa e saudável. Como resultado, o consumo de alimentos enriquecidos com finalidades diversas, tais como retardar o envelhecimento, combater o estresse, prevenir doenças e melhorar a saúde vem ganhando cada vez mais espaço na dieta da população atual (ABE-MATSUMOTO et al., 2015).

Nos últimos anos, o Brasil tem experimentado uma rápida transição nutricional que consiste no declínio da desnutrição e no aumento de sobrepeso e alguns estudos tem adicionado em alimentos convencionais e de alta aceitação produtos com propriedades funcionais, agregando valor e levando saúde a população (SILVA ET AL 2014). Na elaboração de pães, é importante a utilização de ingredientes que tornem a massa firme e elástica, sem perder a maciez, pois dessa maneira ela poderá ser moldada para receber o formato desejado (COLRI, 2016).

A farinha desengordurada de gergelim (FDG), um subproduto da extração de óleo, geralmente é usada na alimentação animal; contém proteínas, lipídeos, sais minerais, fibras e compostos antioxidantes (MOHDALY et al., 2011), o que demonstra o seu potencial para consumo humano. A utilização de farinhas mistas na indústria da panificação tem como objetivo a substituição parcial da farinha de trigo, visando a melhoria da qualidade nutricional dos produtos elaborados, assim como o suprimento das necessidades dos consumidores por produtos diversificados diante o exposto esta pesquisa teve o objetivo de elaborar um pão tipo francês enriquecido com farinha de gergelim em três diferentes concentrações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Formulação e elaboração dos pães francês enriquecidos com farinha de gergelim.

A farinha de gergelim foi incorporada aos ingredientes do pão francês tradicional, em substituição a farinha de trigo nas proporções de 10%, 15% e 20% (tabela 1).

Tabela 1: Dosagem dos Ingredientes

| Formulações | Farinha de Gergelim (g) | Farinha de Trigo (g) | Açúcar (g) | Aditivo (g) | Água (mL) | Fermento (g) | Sal (g) |
|-------------|-------------------------|----------------------|------------|-------------|-----------|--------------|---------|
| 10% | 100 | 900 | 10 | 10 | 550 | 30 | 20 |
| 15% | 150 | 850 | 10 | 10 | 550 | 30 | 20 |
| 20% | 200 | 800 | 10 | 10 | 550 | 30 | 20 |

As proporções de ingredientes e técnicas utilizadas para o preparo dos pães foram baseadas em dados da literatura (Silva, 2003).

Para o processamento dos pães, inicialmente acrescentou os ingredientes sólidos e em seguida a água homogeneizando, sob agitação constante em batedeira do tipo industrial na velocidade máxima do equipamento por 3 minutos promovendo a homogeneização, sob agitação constante na velocidade máxima por 5 minutos e na sequência a farinha de gergelim foi acrescentada lentamente, evitando a formação de grumos que possivelmente pudesse ser formados durante o processo, até a obtenção de uma massa homogênea. Esta foi levada ao cilindro em seguida moldadas manualmente em formato arredondado com peso de aproximadamente 50 g e colocadas em bandejas de aço inox para a fermentação.

A massa então foi direcionada para torneamento em forno elétrico pré-aquecido na temperatura de 180 °C por 22 minutos, até aparecimento de crosta dourada. Posteriormente, os pães foram resfriados a temperatura ambiente e acondicionados em embalagens de polietileno, armazenados em local seco e arejado a temperatura ambiente para posterior caracterização físico-química.

Caracterização físico-química de pão francês enriquecidos com farinha de gergelim.

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Físico-Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, IFPB. Campus Sousa PB, em junho de 2016.

Foram selecionadas aleatoriamente cinco amostras de pães e separadas em três lotes contendo em cada lote cinco amostras diferenciadas por formulação de farinha de gergelim adicionada, para a realização das análises físicas do diâmetro longitudinal (cm) determinados com o auxílio de um paquímetro e pesagens da massa dos pães inteiros (g) determinadas por meio de balança analítica.

Sendo em seguida realizada a maceração das amostras em triplicata para a realização dos testes de pH, Umidade, Cinzas e atividade de água.

pH: foi determinado pelo método potencio métrico, através de medidor calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, de acordo com metodologia descrita por IAL (2008);

Umidade: determinado pelo método de secagem das amostras até peso constante, em estufa a 105 °C.

Cinzas: determinado pelo método de incineração completa da amostra até obtenção das cinzas em forno mufla a 550°C por 6 horas (IAL, 2008);

Atividade: de Água realizada através de medição de leitura em aparelho apropriado segundo técnicas descritas por (IAL, 2008).

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas algumas dificuldades ao longo do desenvolvimento do trabalho proposto e principalmente durante a discussão dos resultados obtidos na análise físico-química, devido à escassa bibliografia existente sobre a aplicabilidade farinha de gergelim em pães mesmo que em proporções diferentes.

Os resultados referentes as medições do tamanho e peso dos pães encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: avaliações biométricas do pão francês enriquecido com farinha de gergelim

| Parâmetros avaliados | Formulações | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 10% | 15% | 20% |
| Peso (g) | 19,18 ± 0,62 a | 21,74 ± 0,42 b | 27,37 ± 2,49 c |
| Tamanho (cm) | 9,2 ± 0,57 a | 9,2 ± 0,57 a | 9,2 ± 0,44 a |

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Fonte: O autor

Conforme os resultados expressos na Tabela 2, observa-se que não houve diferença entre o tamanho dos pães nas três formulações aplicadas, porém houve diferença significativa nos valores de peso dos pães. Os pães com menor peso foram aqueles enriquecidos com 10% de farinha de gergelim, média de 19,18g, seguidos dos pães com 15% de farinha com peso médio de 21,74g e por último, com maior peso, encontram-se os pães com 20% de farinha de gergelim, em média de 27,37g. Esse aumento deve-se a maior quantidade de farinha de gergelim adicionada. O tamanho médio dos pães em todas as formulações foram 9,2 cm demonstrando que a adição da farinha de gergelim não alterou o crescimento dos pães, mantendo os mesmos sob pesos semelhantes.

Na Tabela 3 os resultados obtidos são em relação às análises químicas realizadas: pH, atividade de água (Aw), umidade e cinzas.

Tabela 3: avaliações químicas do pão francês enriquecido com farinha de gergelim

| Parâmetros avaliados | Formulações | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 10% | 15% | 20% |
| pH | 5,29 ± 0,05 a | 5,44 ± 0,06 b | 5,51 ± 0,08 c |
| Aw | 0,45 ± 0,02 a | 0,48 ± 0,02 a | 0,55 ± 0,05 a |
| Umidade | 25,78 ± 1,33 a | 28,72 ± 0,54 a | 29,77 ± 0,27 b |
| Cinzas | 2,39 ± 0,04a | 2,92 ± 0,06 a | 2,97 ± 0,01 a |

Fonte: O autor

Com relação aos parâmetros físico-químicos avaliados, todos possuíram pequena diferença entre os três tipos de formulações aplicadas, os valores de pH obtiveram diferença significativa. A medida que aumentou a adição de farinha de gergelim nos pães aumentou também o valor do pH. Os pães com 10% de farinha de gergelim tiveram pH médio igual a 5,29, os com 15% atingiram 5,44 e os pães com 20% tiveram pH médio de 5,51. Farias (2012) consideram pH 5,3 a 6,2 como adequados para pães enriquecidos sendo, portanto favoráveis a estes resultados os pães elaborados com farinha de gergelim.

A atividade de água (A_w) nos pães variou entre 0,45 e 0,55, foi verificado que quanto maior a substituição de farinha de gergelim maior a atividade de água observada, Essa variação dos valores pode ser justificada por uma série de fatores como: concentração ou proporção de ingredientes utilizados na receita padrão, o que pode determinar maior ou menor concentração de compostos. Na umidade dos pães foi verificada variação de 25,78% a 29,77% nas médias. A umidade aumentou proporcionalmente com o aumento das concentrações de farinha de gergelim adicionada. Os valores de umidade foram abaixo de 30%, caracterizando-os como pães de umidade semelhante ao teor de umidade comumente observado no pão francês que se situa em torno de 30% (FERREIRA et al., 2011)

Com a incorporação de farinha de gergelim, observou-se uma variação entre os teores de cinzas, variou de 2,39 a 2,97. Tais diferenças são atribuídas à combinação dos minerais presentes na farinha de trigo e na farinha de gergelim. O pão tipo francês elaborado com 100% de farinha de trigo possui em torno de 1,8 g de cinzas em 100g de pão e pães enriquecido tendem a ter um valor maior de cinzas. (TACO, 2011)

4.CONCLUSÃO

A utilização da farinha de gergelim em pão francês alterou a composição química com destaque para o aumento nos teores de cinzas, sendo possível classificar o pão enriquecido como fonte de minerais, segundo a legislação brasileira.

Pode-se concluir que todas as fontes avaliadas podem ser empregadas para a produção de pães, sem prejuízo às características do produto final.

REFERÊNCIAS

- [1] Abe-Matsumoto, Lucile T.; Sampaio, Geni R.; Bastos, Deborah H. M. *Suplementos vitamínicos e/ou minerais: regulamentação, consumo e implicações à saúde*. Caderno de Saúde Pública, Rio de Janeiro, 31(7):1371-1380, jul, 2015.
- [2] Dunford E, Webster J, Woodward M, Sebastien C, Yuan WL, Jenner K, et al. The variability of reported salt levels in fast foods across six countries: opportunities for salt reduction. *CMAJ*. 2012;184(9):1023-1028.
- [3] Farias, F.R.G. Avaliação de qualidade do pão tipo francês por métodos instrumentais e sensoriais. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.
- [4] Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos. 4 ed., 1ª ed. Digital, São Paulo 2008. 1020p.
- [5] Maria Heloiza de Souza Couri & Maria de Lourdes Reis Giada, Pão sem glúten adicionado de farinha do mesocarpo de babaçu (*Orbignya phalerata*): avaliação física, química e sensorial. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 63, n.3, p. 297-304, mai/jun, 2016
- [6] Mohdaly, Smetanska, I.; Ramadan, M. F.; Sarhan, M. ; Mahmoud, . Antioxidant potential of sesame (*Sesamum indicum*) cake extract In stabilization of sunflower and soybean oils *Industrial Crops and Products*, Amsterdam, v. 34, p. 952-959, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.02.018>
- [7] Silva MEMP, Yonamine GH, Mitsuiki L. Desenvolvimento e avaliação do pão francês caseiro sem sal. *Braz. J. Food Technol.* 2003;6(2):229-36.
- [8] Silva, Milena. Nascimento.; SILVA, Fabíola. Diniz.; Neta, Zélia. Maia.; Silva, Everton Vieira ; Oliveira, Cybelle. Pereira. Elaboração e aceitação sensorial de pão francês aditivado com farinhas de linhaça e da casca do maracujá *Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável – Dezembro, 2014. VOL. 4. No. 1*
- [9] Universidade Estadual de Campinas - Unicamp. Tabela brasileira de composição de alimentos - *TACO*. 4. ed. rev. e ampl. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p. Disponível em: <<http://www.unicamp.br/nepa/taco/tabela.php?ativo=tabela>>. Acesso em: 19 abril. 2018.

Capítulo 22

Perspectiva de produção de alimento no Semiárido Cearense em sistema agroflorestal

Pedro Sávio Souza Nunes da Silva

Josimeire Alves Pereira Antônio

Joerlânio de Alencar Maria

Sandrineide de Negreiros Brisa do

Svadeshi Cabral de Melo Denise

Aline Casimiro Bezerra

Resumo: Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) oferecem uma produção diversificada e contínua ao longo do ano, sem degradar o solo tornando-se um modelo agrícola promissor aliando produção agrícola e conservação ambiental. A agricultura no distrito Itaguá - Campos Sales é desenvolvida de forma convencional, com a prática da brocagem. A região enfrenta, um desgaste de solo com redução de produtividade, reduzindo a renda do produtor rural e intensificando a degradação ambiental. O objetivo desse trabalho é apresentar aos produtores rurais do Itaguá, uma alternativa de produção de alimentos sustentável, que alie recuperação do solo e da biodiversidade, proporcionando segurança alimentar e melhoria de qualidade de vida à comunidade através da implantação de um SAF na região. O trabalho iniciou com uma formação para produtores rurais da região sobre o modelo de produção agroflorestal e visita a uma área de agrofloresta implantada. Apenas um produtor rural, de um grupo de 22, aceitou implantar uma área de SAF na sua propriedade. A modalidade escolhida foi a agrossilvicultural. Foram introduzidas 120 mudas entre frutíferas e espécies nativas da caatinga numa área de 12.000m² com espaçamentos de 10 m a leste, oeste, norte e sul entre as mudas. Área foi implantada fora do período chuvoso, e, para suprir a demanda de água das espécies foi proposto irrigação por gotejamento utilizando garrafas pet como reservatório de água, abastecido duas vezes por semana. Durante as visitas à área após a implantação observou-se o bom desenvolvimento das mudas devido ao gotejamento constante. Aliado à implantação da agrofloresta são oferecidas aos produtores da comunidade, independente de quem aderiu ao projeto, formações sobre modelos de produção sustentáveis dentre outros temas, como forma de oferecer à comunidade uma nova forma de convivência com a terra e com o semiárido.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais, agrossilvicultural, Itaguá.

1. INTRODUÇÃO

A urgente necessidade de combater a miséria rural e regenerar a base de recursos das pequenas propriedades tem estimulado diversas organizações a buscar ativamente novas estratégias de desenvolvimento e manejo de recursos na agricultura (ALTIERI, 2001).

Historicamente, o nordeste foi colonizado pela interiorização da atividade pecuária extensiva, necessitando para isso, a devastação das riquezas naturais da flora e, conseqüente perda da fauna silvestre.

Além da pecuária, a agricultura adotada teve como base o pacote tecnológico da agricultura convencional: uso intenso da mecanização, de pesticidas de amplo espectro e persistentes no ambiente, extração dos nutrientes do solo pelas culturas adensadas levando ao esgotamento das propriedades químicas e biológicas do solo. Entre outros aspectos, esse fato tem motivado cada vez mais o desmatamento da vegetação natural, tornando-se eminente a necessidade de diferentes práticas de conservação e de recuperação da biodiversidade dos diferentes biomas, aumentando a capacidade produtiva dos solos (FIGUEREDO et al., 2008).

Ferramentas sustentáveis para uso da terra estão presentes no modo de fazer agricultura dos povos originários como os Incas e Ameríndios. Estes últimos se utilizavam do extrativismo de produtos da floresta e cultivavam alimentos obedecendo à dinâmica produtiva do bioma local.

Mais recentemente, esse modo de produzir alimento inspirou uma técnica intitulada “Sistema Agroflorestal - SAF”, que dentre as alternativas viáveis de uso da terra, apresentam vantagens por oferecer uma produção diversificada e contínua ao longo do ano sem degradar o solo, tornando-se um modelo agrícola promissor na aliança entre produção agrícola e conservação ambiental (AYRES; RIBEIRO, 2010).

Isso deve-se à estratégia de mesclar espécies nativas com espécies de interesse econômico na mesma área de cultivo. As espécies nativas são apropriadas para otimizar os recursos naturais por serem adaptadas, através do processo de coevolução, às condições edafoclimáticas originárias da região. Nesse sentido, o desenvolvimento de microclima e recuperação do solo podem acontecer com mais eficácia e estabilidade, fato de suma importância para regiões semiáridas, onde a irregularidade do regime pluviométrico constitui o maior fator limitante à produção de alimento, fazendo das espécies nativas fortes aliadas à geração de renda e segurança alimentar através da atividade agrícola de base ecológica.

Ao considerar essa premissa, a diversidade, característica dos SAFs, provoca estabilidade biológica e econômica, e por isso sua relação com a restauração ambiental, através do estabelecimento de sucessão secundária atrelada à biodiversidade e à relação planta-animal (MORAES et al, 2013), a qual promove ambiência favorável para o fazer-produzir da mulher/do homem do campo, contribuindo para permanência das gerações na zona rural associada ao bem viver.

Preocupados com a contínua degradação dos recursos naturais e perda da fertilidade do solo no entorno do Parque Natural Municipal Boqueirão, distrito Itaguá, Campos Sales, Ceará, um grupo de estudantes e professores propuseram aos produtores rurais do local uma alternativa de produção de alimentos de modo sustentável que alie recuperação do solo e da biodiversidade, além de proporcionar segurança alimentar e melhoria de renda e qualidade de vida da comunidade através da implantação de um SAF na região.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O distrito do Itaguá situa-se no município de Campos Sales, e este, na porção sudoeste do Ceará (COLARES & FEITOSA, 1998). Inserido no bioma Caatinga, de clima semiárido quente (BSh) caracterizado pela baixa umidade e pouca pluviosidade, possui temperatura média anual de 25.0°C e pluviosidade média anual de 597 mm, segundo a classificação de Köppen.

É uma região tipicamente rural cuja principal atividade econômica é a agropecuária, desenvolvida por pequenos produtores rurais. A produtividade local é baseada principalmente no cultivo de milho, feijão e outras leguminosas, além da criação de animais em pequena escala. A atividade agrícola local é desenvolvida de forma convencional, com a retirada da mata nativa para as áreas de plantio e a brocagem (uso do fogo para o preparo da terra), único modo de produção que conhecem e que é passado de geração em geração.

Devido ao tempo de uso da terra dessa forma, a região enfrenta, um desgaste intenso do solo tornando-o cada vez menos produtivo, reduzindo ainda mais a renda do produtor rural e intensificando a degradação ambiental.

3. A GRATIFICANTE EXPERIÊNCIA

A experiência aqui relatada foi parte de um projeto de Extensão desenvolvido pela Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Regional do Cariri – URCA intitulado “Ação integrada para a promoção de uma agricultura sustentável no entorno do Parque Natural Municipal Boqueirão, distrito Itaguá, Campos Sales, Ceará.”

O trabalho iniciou com a formação para produtores rurais da região sobre o modelo de produção em agrofloresta: o que é, como se implanta e maneja um SAF. Temas relacionados à agricultura sustentável compôs a formação juntamente com visita de campo à área de agrofloresta, propriedade do agricultor José Raimundo de Matos (conhecido como Zé Artur).

Nos primeiros contatos com os produtores da região para falar e divulgar o modelo de sistemas agroflorestais, que propõe um modo de produção sem uso de agrotóxico e sem queimadas para o preparo do solo (brocagem), observou-se um grande impacto e descrença por parte da maioria dos convidados a participar da implantação, visto que difere muito do modo tradicional de praticar agricultura com o qual estão habituados.

A visita à área de agrofloresta em Nova Olinda permitiu aos agricultores observar a mudança na fertilidade do solo, a diversidade de produção, a menor dependência de água do sistema, a qualidade da produção e ouvir o relato da experiência do proprietário da área, Sr. José Artur, que aderiu ao modelo há mais de 25 anos.

Apesar da formação e de terem conhecido na prática um modelo agroflorestal, o impacto causado pela novidade não foi suficiente para superar a descrença dos produtores. Muitos produtores mostraram-se bastante impressionados, porém achavam que essa modalidade não se aplicava à sua realidade na região do Itaguá.

Apenas um produtor, dos vinte e dois que participaram da formação, se dispôs a implantar uma área de SAF em sua propriedade. De acordo Silva, Drumond e Bakke (2014), Sr. Zé Artur, proprietário da área de agrofloresta visitada em Nova Olinda, no seu trabalho pioneiro no campo de agrofloresta na região do Cariri, também sofreu descrença dos seus amigos e colegas agricultores no início da implantação do SAF, e só conseguiu adesão de alguns produtores depois que os trabalhos começaram dar os primeiros resultados favoráveis, como está descrito a seguir nas suas declarações

colhidas pelos autores:

“Logo quando veio as mudanças a gente num acredita, mais ai a gente toca a associação e com essa associação esse povo chegaram em 1995 ai pra gente trabaí sem a queima, no que eles falaram na queima, eles saltaram fora, o grupo todim. É porque que a gente vem de avô, de pai, trabaiano, queimando, entendeu? E o grupo disse que num dava certo. “

Mesmo diante do desânimo da maioria dos agricultores, a equipe não se rendeu! O otimismo de ver o sertão reflorestado depositou-se esperança do único agricultor a apostar no novo, que há muito se perdera, mas que vem como resgate da dignidade e valorização da cultura de seus ancestrais.

Pensou-se, então numa área-modelo, que foi escolhida para a implantação do SAF, outrora usada no cultivo de milho e feijão e que apresentava terra desgastada onde diagnosticou-se traços de plantas primárias e solo tipicamente arenoso.

Solos arenosos apresentam boa drenagem de água, dificultando a permanência desta na porção inicial do perfil do solo onde se encontram diversas formas de vida indispensáveis à ciclagem da matéria orgânica e que têm vida-dependente da umidade no solo.

Para atender ao desafio de recuperação da fertilidade do solo, o modelo de SAF escolhido foi o agrossilvicultural, caracterizado pelo plantio agrícola associado ao manejo da mata nativa.

Neste caso, optou-se pela produção de fruteiras, tendo em vista os serviços ambientais prestados pelas árvores em médio e longo prazo, aliado ao incremento da biodiversidade tanto de produtos alimentícios, como da composição florestal do espaço. Desse modo, foram introduzidas 120 mudas dentre as quais continham espécies nativas da caatinga e frutíferas, numa área de 12.000m².

Devido à implantação do SAF ter sido realizada fora do período chuvoso, foi necessário propor uma forma de suprir a demanda de água das mudas até que iniciasse o próximo inverno. Assim, Instalou-se uma irrigação por gotejamento utilizando garrafas pet como reservatório de água, abastecido duas vezes por semana. Para superar a nutrição pobre do solo desgastado foi proposta adubação utilizando adubo bovino retirado das pequenas propriedades no entorno, depois de curtido foi aplicado nas plantas.

No plantio das mudas, em algumas frutíferas com maior demanda de água, foram introduzidas fibras de coco que, de acordo com Knapik, (2005), é um substrato com alta porosidade e boa capacidade de retenção de água, facilitando assim o estabelecimento da muda no solo.

Após a prévia avaliação do tamanho da área, considerando a quantidade das mudas estabelecidas para o local, definiu-se uma distância ideal de 10 metros a leste e oeste e 10 metros a norte e a sul de cada muda. Esse espaçamento proporcionou às plantas um melhor suporte às adversidades climáticas promovendo ainda o equilíbrio nutricional evitando competição entre elas já que o solo está pobre em minerais.

Atentou-se, inclusive, para a diversificação na distribuição das mudas, havendo uma alternância de plantas nativas com frutíferas, obedecendo suas necessidades de luz e suporte, no caso das trepadeiras, como o maracujá.

No decorrer das visitas, foi possível observar o crescimento saudável das frutíferas nas quais utilizou-se o material vegetal, em especial o maracujá, mostrando resultados consideráveis.

Inicialmente, as plantas nativas apresentaram perda da folhagem, como método adaptativo de sobrevivência, porém posteriormente, devido ao gotejamento constante, emitiram brotos e seguraram suas folhas.

Foi observada a predação de algumas mudas devido principalmente a roedores e gafanhotos, já que é uma área em desequilíbrio ambiental. Apesar disso, as mudas apresentam um bom desenvolvimento até quando o projeto foi acompanhado.

Paralelas às visitas à área e manutenção do sistema de gotejamento, foram oferecidas também formações constantes aos produtores que se envolveram na proposta bem como os que não aderiram, sobre modos de produção sustentáveis, manejo e fertilidade do solo, dentre outros temas como forma de oferecer à comunidade formas alternativas de lidar com a terra e conviver com o semiárido.

4. CONCLUSÃO

A falta de conhecimento dos produtores rurais sobre alternativas sustentáveis de produção agrícola e uso da terra provocaram descrença por parte deles em qualquer prática que exija mudança no modo tradicional de produção ao qual estão acostumados e reproduzem de geração em geração, tais como brocagem e uso de agrotóxicos.

É necessário portanto, que se ofereça a essas comunidades com mais frequência o acesso à informações sobre novas formas ecologicamente viáveis de produção, bem como oferecer possibilidades concretas a esses produtores de uma mudança de paradigma associado ao fortalecimento de consciência e assim torná-los, gradativamente, agentes transformadores da sua realidade.

REFERÊNCIAS

- [1] Altieri, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 3ª Ed. Porto Alegre: Editora Universidade-UFRGS, 2001.
- [2] Ayres, E. C. B.; Ribeiro, A. E. M. Inovações agroecológicas no Nordeste de Minas Gerais: o caso dos sistemas agroflorestais na agricultura familiar do alto Jequitinhonha. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 12, n. 3, p. 344-354, 2010.
- [3] Colares, J.Q.S; Feitosa, F.A.C. Diagnóstico do Município de Campos Sales. Programa de Recenseamento de fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará.
- [4] Ministério de Minas e Energia, República Federativa do Brasil. Fortaleza, 1998.
- [5] Figueiredo, M. V. B.; Burity, H. L.; Stanford, N. P.; Santos, C. E. R. S.
- [6] Microrganismo e Agrobiodiversidade: O Novo Desafio Para a Agricultura. Guaíba: Agrolivros, 568 p. 2008.

- [7] Knapik, J.G. Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de *Mimosa scabrella* Benth e *Prunus sellowii* Koehne. 2005. 163f.
- [8] Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências Agrárias-UFPR, Curitiba., 2005.
- [9] Moraes, L. F. D.; Assumpção, J. M.; Pereira, T. S.; Luchiari, C. Manual Técnico para a Restauração de Áreas Degradadas no Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013.
- [10] Silva, T.T.; Drumond, M. A.; Bakke, I. A. Agrofloresta no Semiárido Cearense: uma experiência de sucesso no município de Nova Olinda. In: Congresso Internacional Da Realidade Semiárida, 2.; Simpósio Alagoano sobre Ecossistemas Do Semiárido, 3., 2014, Delmiro Gouveia. Anais... Delmiro Gouveia: UFLA, Campus do Sertão, 2014.
- [11] Valeri, S. V. Manejo e Recuperação Florestal: Legislação, uso da Água e Sistemas Agroflorestais. Funep, Jaboticabal, 2003, p.111-113.

Capítulo 23

o telhado verde no clima semiárido: Um estudo de viabilidade para construções em Pau dos Ferros

Renê Alexssandro Brito de Sá

Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues

Resumo: O aumento de construções nos centros urbanos afetam as condições ambientais e problemáticas associadas, a exemplo das ilhas de calor. Uma alternativa para redução desse impacto é a adoção de tetos verdes. O presente trabalho apresenta uma análise de viabilidade da utilização do telhado verde como alternativa para substituir os telhados convencionas, compostos por telha fibrocimento e telhas cerâmicas. O telhado verde, sistema construtivo onde se tem a possibilidade da aplicação de vegetações com a finalidade da utilização do projeto em cima de lajes a partir da disposição de camadas de impermeabilização e drenagem capazes de sustentar o substrato e a vegetação. Além do benefício da estética do edifício, a aplicação do telhado verde proporciona melhorias para a sociedade e para o meio ambiente, já que o mesmo funciona como isolante térmico ocasionando melhores condições de conforto nos ambientes construídos. Além do aumento das áreas verde nas grandes cidades diminuído os efeitos das ilhas de calor e o melhoramento da qualidade do ar.

Palavras-chave: telhado verde, sistema construtivo, vegetação.

1. INTRODUÇÃO

A partir da evolução no setor da construção civil, novas tecnologias evidenciam o desenvolvimento das cidades (BASSO, 2013, p. 17). BIANCHINI E HEWAGE (2012, apud SEV, 2009) admitem que esse setor é um dos principais contribuintes para os problemas ambientais com a utilização de matérias não renováveis. No entanto a construção civil é necessária para o desenvolvimento, desse modo a esse modo a exigência da busca de minimizar os efeitos provocados ao meio ambiente.

A partir do conceito de construção sustentável, "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído" (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017), tem-se a necessidade da busca por novos métodos construtivos inseridos nesse contexto. Os desafios encontrados para amenizar os efeitos desse setor são diversos, todavia estão em busca da redução e otimização de materiais e energia, reduzindo assim resíduos, melhorando a qualidade do ambiente construído e preservando o meio ambiente.

O telhado verde vem sendo implantado como alternativa de amenizar os danos causados pela construção civil, um bom exemplo é a redução da oscilação da temperatura, por meio da evapotranspiração. Um outro exemplo é dado por LOUZADA (2016), ao citar que os telhados verdes são apresentados como uma maneira sustentável e eficiente de auxiliar na drenagem pluvial urbana, o que possibilita a diminuição do lançamento de águas nas vias urbanas, problemas estes causados devido ao aumento da população associado ao desequilíbrio social, econômico e ambiental.

Apesar dos benefícios amplos gerados no âmbito social (aperfeiçoamento de mão de obra) e ambiental (diminuição da poluição sonora, e um aumento dos ambientes verdes nos centros urbanos), quanto há utilização desse recurso, medidas devem ser tomadas para uma boa eficiência do telhado verde. As principais são: adequar a estrutura a partir do dimensionamento e cálculos estruturais, apesar do sistema ser considerado leve, há uma sobrecarga sobre a estrutura; e utilizar impermeabilização da laje e sistema de drenagem adequado para a situação. A cidade de Pau dos Ferros - RN, localizada no Alto Oeste Potiguar, marcada pelo clima semiárido que é tem como principais características à baixa umidade, o pouco volume pluviométrico anual e elevadas temperaturas durante boa parte do ano.

Devido a intensificação do período de seca, pelo qual a mesma passa, tem-se necessidade de resolver problemas como o abastecimento de água, que inclusive é o que mais preocupa no atual cenário. Há também a necessidade de desenvolver métodos capazes de amenizar os efeitos provocados, por exemplo, pelas altas temperaturas. Do ponto de vista da adequação ao clima, o telhado verde é um método sustentável que visa o controle de trocas térmicas entre o meio externo e interno de edificações, influenciando no conforto térmico.

Mas é necessário promover estudos e levantamentos de dados capazes de determinar a viabilidade de sua utilização no contexto em que se encontra Pau dos Ferros, tendo em vista a integração com o clima semiárido.

2. OBJETIVOS

O estudo desenvolvido tem como propósito verificar a viabilidade da implementação de tetos verdes na cidade de Pau dos Ferros em relação aos custos comparados a telhados convencionais.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico abordará os temas: telhados convencionais, que utilizam telhas fibrocimento ou telhas cerâmicas, e os telhados verdes. Sobre os telhados verdes, serão abordados composição e métodos construtivos e aplicações.

3.1 OS TELHADOS CONVENCIONAIS

Serão considerados nesse trabalho como telhados convencionais aqueles nos quais são utilizados em larga escala na construção civil em Pau dos Ferros. Assim, inclui-se no grupo telhados compostos por telhas de fibrocimento ou cerâmica.

Ambos os materiais de construções: a telha de fibrocimento e a telha cerâmica necessitam de conhecimentos de normas regulamentadoras de acordo com a ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE

NORMAS TÉCNICAS) para a execução em edificações. Para as telhas de fibrocimento a NBR 7.196 e para as telhas cerâmicas a NBR 8.039, normas que regularizam a execução dos telhados de fibrocimento e telhas cerâmicas respectivamente.

As telhas de fibrocimento podem ser consideradas uma boa opção quanto a utilização para coberturas de edificações por vários motivos, devido a variação de tamanhos, modelos, espessuras, por serem leves, resistentes e de baixo custo de implantação, além de outras tantas características benéficas.

De acordo com SILVA (2011), a cobertura, por ser a principal elemento de exposição ao processo de trocas energéticas entre o interior e o exterior em uma construção, está sujeita a reações do clima que sofrem danos na estrutura mais do que qualquer outra parte da edificação. De acordo com BUENO (1994, p. 18) “Em função da absorção da radiação solar a temperatura das telhas se eleva, aumentando o fluxo de calos para o forro, e causando desconforto aos usuários pelo aquecimento do ar interior.”

A telha cerâmica está muito presente nas mais diversas edificações pela sua disponibilidade e fácil acesso quando ao custo-benefício. Entre as diversas características que apresentam, as principais são variações de formas, redução da transferência de calor provocados pela porosidade que influencia na facilidade de transferir calor para dentro do ambiente, resistência ao fogo, difusão de calor, entre outras. Sendo utilizadas com maior eficiência em edificações residenciais.

Devido ao método e custo de implantação, assim como também a disponibilidade de adquirir no comércio da construção civil, esses dois exemplos de telhados são bastante utilizados nas edificações de Pau dos Ferros.

3.2 O TELHADO VERDE

A utilização de telhados verdes vem sendo aprimorada e utilizada em grandes obras da construção civil, pode ser encontrada atualmente em diversos países (Itália, China, Suíça, Estados Unidos da América, entre outros). Na Califórnia – EUA, encontra-se um dos mais impactantes projetos utilizando telhado verde, edificação essa que chega a quase 90 mil m² de cobertura vegetal é a atual sede do FACEBOOK (Figura 1).

Figura 1: Sede do Facebook, Califórnia – EUA



Fonte: Revista Time (2015).

Devido ao baixo desempenho térmico por coberturas convencionais que causa desconforto no ambiente interno das construções, o telhado verde vem como alternativa para contornar essa problemática (BASSO, 2013). Conforme MINKE (2004, apud LOUZADA, 2016, p. 1) em climas frios, os telhados verdes tendem a dificultar as perdas de calor do interior das edificações e em climas quentes mantem o interior da edificação com temperaturas mais amenas, já que dificulta e atrasa a entrada do calor externo.

Segundo BASSO (apud DEL BARRIO, 1998, p. 18), “o emprego da vegetação é capaz de amenizar o clima reduzindo a temperatura além de proteger o edifício da radiação solar, reduzindo os gastos com utilização

de equipamentos necessários para climatização”. Rodnei Corsini (2011) ainda ressalta que nos casos dos grandes centros urbanos, quando utilizadas em larga escala, contribui para melhorar a qualidade do ar e minimizar o efeito das ilhas de calor. Além de trazer um benefício estético para as construções.

3.3 MÉTODO CONSTRUTIVO DO TELHADO VERDE

Quanto ao método construtivo, o telhado verde pode ser instalado em lajes ou até mesmo sobre telhados convencionais, sendo constituído por camadas de impermeabilização e de drenagem. Esses elementos receberão o solo e a vegetação adequada de acordo com o clima, sendo importante a utilização de vegetação locais mais resistentes a escassez de chuva e de pequeno porte, diminuindo a necessidade de manutenção.

Um projeto típico é mostrado na Figura 2. Sobre a estrutura do telhado principal (geralmente concreto), uma manta ou tela asfáltica é colocada como uma membrana impermeável, seguida de uma manta de geotêxtil como barreira do telhado. Em seguida, uma camada de argila expandida ou cascalho mantém a parte inferior do sistema bem drenada, evitando a podridão das raízes e facilitando o fluxo de água. Uma nova manta de geotêxtil evita que a camada de solo se misture com a camada de argila expandida. Finalmente, as camadas de solo e a vegetação são posicionadas (NEGREIROS et al, 2017).

Figura 2: Camadas de um telhado verde típico.



Fonte: NEGREIROS et al, 2017, p.2117.

3.4 A VEGETAÇÃO

A vegetação principal elemento que compõe os telhados verdes, portanto é de suma importância a escolha da vegetação adequada para o telhado. A escolha da vegetação deve considerar: o objetivo da utilização do telhado, o clima onde será inserido, a estrutura da edificação, os esforços e a manutenção do telhado (SILVA, 2011, p. 26). Assim, deve-se dar preferência para plantas regionais que são adaptadas com o clima.

Nos telhados verdes, pode-se fazer uso de várias espécies de plantas. LOUZADA (2016,

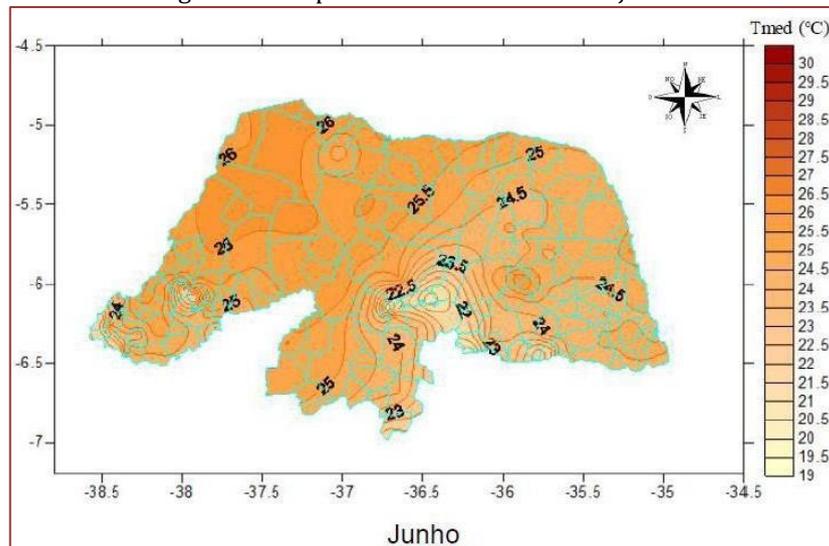
p. 16) ressalta que os principais tipos de vegetação encontrados são gramíneas e as popularmente chamadas de suculentas (ex: as bromélias), que possuem uma certa tolerância a extremos climáticos (calor e frio, umidade e seca), podendo também ser utilizado hortícolas.

É importante na escolha da vegetação considerar o tipo de telhado que irá ser utilizado (extensivo ou intensivo) ambos apresentam características diferentes. “Para o telhado verde extensivo tem como principal característica o cultivo de plantas rasteiras de pequeno porte, já o intensivo a vegetação varia desde pequenas plantas a árvores frutíferas” (SILVA, 2011).

3.5 O CLIMA

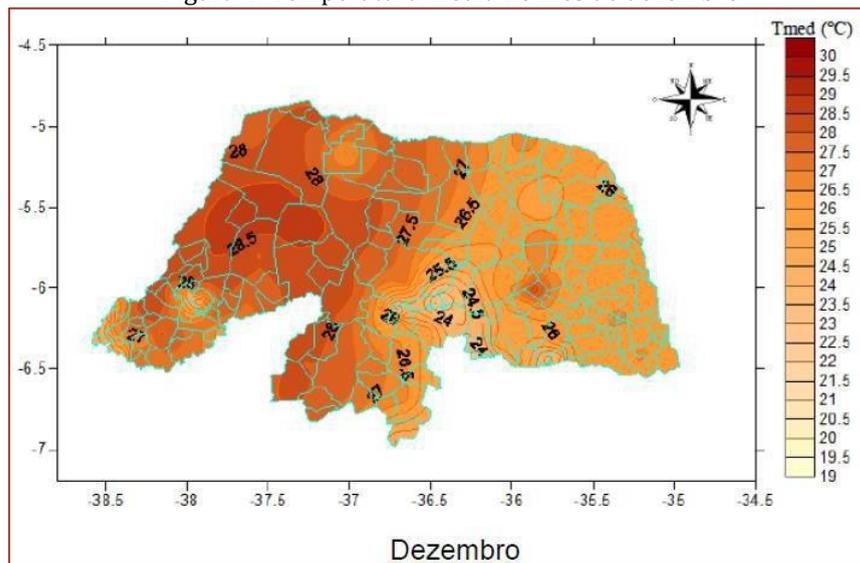
A Cidade de Pau dos Ferros – RN está inserida no clima semiárido, caracterizado pelos seus altos índices de insolação. Esse é um dos motivos para o agravamento da seca ascendente nessa região, assim como os baixos índices pluviométricos. Pode-se observar a variação de temperaturas nos meses de junho e dezembro na figura 3 e figura 4.

Figura 3: Temperatura média no mês de junho.



Fonte: SILVA, 2009

Figura 4: Temperatura média no mês de dezembro.



Fonte: SILVA, 2009

O que é perceptível que na microrregião a qual Pau dos Ferros está inserida ocorre significativa variação de temperaturas durante o ano, e consecutivamente a elevação de temperaturas se apresenta durante a estiagem das chuvas, “tendo em vista que as concentrações de chuvas estão restringidas em sua maioria ao primeiro semestre do ano” (COSTA, 2016, p. 01).

As características apresentadas podem influenciar diretamente na utilização do telhado verde, devendo precaver no projeto essas questões climas.

4.METODOLOGIA

Para construção desse trabalho será utilizado como modelo de telhado verde o referente a figura 2. A implantação do telhado verde compreende de várias etapas. Após definir o tipo de estrutura base do telhado, a laje de concreto, é necessário a obtenção dos materiais que irão constituir as camadas de filtragem e drenagem. Para isso foi feito uma pesquisa da disponibilidade e o baixo custo disponibilidade e custo de obtenção na cidade de Pau dos Ferros, levando em conta a fácil aquisição. Além do substrato (solo

adubado) e a vegetação adequada para o clima, onde se é essencial o estudo da viabilidade das espécies a serem utilizadas, necessários para a finalidade da construção.

5.RESULTADOS

Para a discussão acerca da implantação do telhado verde como maneira viável de substituir os telhados convencionais na cidade de Pau dos Ferros, iniciou-se a pesquisa investigando a disponibilidade e os preços de materiais necessários dos três tipos construtivos. Na tabela 02 que se encontra no apêndice A, apresenta dados obtidos em relação aos materiais, como preços e disponibilidades.

De acordo com a análise da tabela 02, pode-se perceber que de início apresenta-se dificuldades com a disponibilidade do geotêxtil (Bidim) utilizado na camada de proteção para as raízes e drenagem da água proveniente da chuva e possíveis abastecimento com finalidade de regar a vegetação ali presente. Como esse material não foi encontrado, houve a necessidade de utilizar materiais que possam substituí-lo. Vale ressaltar que tornaria inviável a obtenção em grandes centros urbanos, como: Mossoró – RN situada à 153km ou à capital Potiguar, Natal, à 389 km, o que dificultaria a obtenção do material, tornando-se um ponto negativo na escolha do telhado verde.

Durante a busca pela vegetação, houve bastante dificuldade em encontrá-las nos viveiros de plantas para ornamentação e jardins. Esses estabelecimentos não disponibilizam plantas locais para venda, eles optam por plantas de diferentes biomas o que pode torná-las insustentáveis ou invasivas à região, prejudicando a flora nativa do semiárido. A dificuldade encontrada na utilização das vegetações disponíveis para venda no viveiro diz respeito, de acordo com a proprietária, ao alto consumo de água, já que devido à crise hídrica deve-se optar por plantas que tenha um consumo baixo de água, sem contar com o considerável período de manutenção, como a poda, e à pouca resistividade ao sol de algumas espécies. Sem contar que tem alto custo de aquisição.

No mesmo viveiro tem duas espécies de suculentas disponíveis, que como já falado no referencial teórico desse trabalho, são mais apropriadas ao clima quente e seco apresentando boas características em relação ao consumo de água e a resistência à radiação solar. Assim, pode-se considerar esse grupo mais viável para utilização nos tetos verdes.

As duas suculentas disponíveis no viveiro são a bromélia (Figura 5) e a agave (Figura 6), onde ambas apresentam folhas longas e grossas as quais são utilizadas para armazenamento de água para períodos de estiagem. A seguir imagens de ambas as espécies.

Figura 5: bromélia disponível no viveiro.



Fonte: Elaborada pelo auto (2018).

Figura 6: Agave disponível no viveiro.



Fonte: Elaborada pelo auto (2018).

Em relação ao custo de aquisição de ambas as espécies, apresentam custo elevado, da ordem de 30,00 reais por muda da Agave (considerando a mais barata) e 70,00 reais a muda da bromélia. O que leva ainda a uma preferência por vegetações locais, visto que as espécies mencionadas acima não são espécies nativas da região, que tenham como características resistência a radiação solar, consumo baixo de água, pequeno porte e que possa baratear os custos da construção do telhado verde tornando mais viável a sua utilização.

5.1 TELHADO CONVENCIONAL VS TELHADO VERDE

De modo a fazer uma comparação entre os custos de construção dos dois métodos de telhados analisados neste trabalho, o telhado convencional utilizando a telha cerâmica tipo colonial e o telhado verde, faz necessário a simulação de dois orçamentos básicos de cada método separadamente onde será apresentado no apêndice B nas tabelas 03 e 04.

Em ambas os orçamentos apresentados nas tabelas, não levou em conta o custo da mão de obra necessária para o desenvolvimento dos métodos construtivos apresentados devido ao não conhecimento do tempo necessário para realizar tão atividade.

Pode-se notar que as diferenças de custo entre os modelos de telhados são bastante divergentes, onde tem-se que o custo do telhado verde se apresenta três vezes mais caro em relação ao telhado convencional. Tal resultado pode ser verificado devido a utilização da vegetação e a terra adubada (comercializada) disponíveis no viveiro, onde se tiver a utilização da vegetação local que possa ser retirada diretamente da natureza (zonas rurais da cidade) e utilização de terra também obtida em localidades rurais próximas a cidade, onde teria uma queda no custo da construção do telhado verde para um valor de 7.875,57 reais, o que tornaria viável a utilização do telhado verde em Pau dos Ferros quando comparado ao custo em relação ao telhado de cerâmica.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivos analisar a viabilidade da substituição de telhados convencionais por um telhado verde composto de vegetação como potencial de melhorias para o conforto de construções civis na cidade de Pau dos Ferros – RN.

Com base nos resultados obtidos, pode-se destacar algumas considerações: Primeiramente, a disponibilidade de materiais não é um ponto negativo podendo torna viável o desenvolvimento do projeto do telhado verde, visto que a maioria é encontrada no comércio da cidade e aqueles indisponíveis podem

ser substituídos por materiais comuns. Sobre a vegetação, apesar da dificuldade de trabalhar com plantas nativas, a cidade proporciona venda de espécies que possam ser utilizadas de maneira sustentável e viável quanto as características das espécies. Visto o custo da vegetação isso poderá dificultar a aquisição da mesma partindo para uma decisão do cliente se estará disposto a pagar. No entanto, vislumbra-se que futuros trabalhos possam identificar vegetações que possam ser extraídas da vegetação local e trabalhadas para que possam ser comercializadas com baixo custo.

Em relação às análises dos questionários realizados com os profissionais, percebe-se, de maneira análoga, a complementação das informações relacionadas às pesquisas quanto ao clima, custos e manutenção. Pode-se notar que a opinião em relação ao custo do telhado verde é algo a se preocupar, portanto é necessário a adaptação do telhado verde a cidade de Pau dos Ferros, visto que o telhado verde pode ser aplicado a diferentes tipos de climas a partir de análises para sua viabilidade.

Em relação ao dimensionamento da estrutura da edificação e uma aprofundada análise de quantitativos vem a ser objetivos de trabalhos futuros realizados com base fundamentada no presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7196: Telhas de fibrocimento – Execução de coberturas e fechamentos laterais – procedimentos. Rio de Janeiro, 1983.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8039: Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa. Rio de Janeiro, 1983.
- [3] Basso, Anelise. Cobertura verde como sistema de reaproveitamento de água da chuva e águas servidas. 2013. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.
- [4] Bueno, André Duarte. Transferência de calor e umidade em telhas: simulação e análise experimental. 1994. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Florianópolis, 1994.
- [5] Corsini, Rodnei. Telhado verde: Cobertura de edificações com vegetação requer sistema preparado para receber as plantas. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 06 fev. 2018.
- [6] Costa, Isis S. Gameleira, Simone T. SÁ, Renê A. B. Barbosa, Antônio C. L.
- [7] Tecnologia social de convivência no semiárido e o uso de cisternas de placa no município de Pau dos Ferros-RN. In: 1ª Semana das Engenharias Química, Ambiental e Sanitária do Oeste Potiguar, 2016, Pau dos Ferros. Livro de resumos da I SEQAS. Pau dos Ferros, 2016, p.76-79.
- [8] Louzada, Thiago de Souza. Emprego de geossintéticos na construção de telhados verdes: análise da capacidade de retenção de água. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
- [9] Ministério Do Meio Ambiente, Construção Sustentável. Disponível em: < www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel >. Acesso em 06 de dezembro de 2017.
- [10] Negreiros, B; Edwards, R; Pedrini, A; Rodrigues, C. Thermal performance simulation of green roof on social housing in hot and dry climate in Brazil. In: PLEA Proceedings. Edinburgh, 2017.
- [11] Revista Time (2015). Nova sede do Facebook na Califórnia. Disponível em <<http://time.com/3763880/facebook-campus-grass-roof/>>, acesso em 13/03/2018.
- [12] Silva, Neusiane da Costa. Telhado Verde: Sistema Construtivo de Maior Eficiência e Menor Impacto Ambiental. 2011. 60 p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- [13] Silva, B. C. O. D. Estudo teórico-bioclimático da potencialidade de desenvolvimento do aedes aegypti no estado do Rio Grande do Norte. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente/PRODEMA, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa Pro – Reitoria de Pós-Graduação, Natal.

APÊNDICE A

Tabela 1: Custos e disponibilidade de materiais de construção

| CUSTOS E DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE PAU DOS FERROS | | | |
|--|--------------------------|---------------------------------------|--|
| MATERIAL | OBSERVAÇÃO | DISPONIBILIDADE | PREÇO UNITÁRIO (R\$) |
| Manta ou tela asfáltica | Manta sintética | Disponível na ACONSTRUTORA. | 74,94 reais a unidade (10mx1m) |
| Manta geotêxtil | Mais conhecida por Bidim | Não se encontra disponível na cidade. | - |
| Argila expandida ou cascalho | Usar o cascalho | Viveiro Jardins e construções | 25,00 reais (saco com 10kg) |
| Solo adubado | | Viveiro Jardins e Construções | Terra orgânica: 25,00 reais (saco com 20kg) |
| Vegetação - BROMÉLIA | | Viveiro Jardins e Construções | 70,00 reais por muda |
| Vegetação - AGAVE | | Viveiro Jardins e Construções | 30,00 reais por muda |
| Laje (concreto e estrutura de ferro) | | De acordo com o SINAPI | 52,81 (m ²) |
| Telha de fibrocimento | | Menor preço no Deposito São Miguel | 20,00 reais a unidade (2,44m de comprimento) |
| Telha cerâmica | | Menor preço no Deposito São Miguel | 360,00 reais (de segunda) e 380 reais (de primeira), unidade: (milheiro) |
| Madeira | | | |
| Ripa de madeira aparelhada | | Preço retirado da tabela do SINAPI | 1,73 reais (unidade de 1,5x5 cm) |
| Caibro de madeira aparelhada | | Preço retirado da tabela do SINAPI | 5,35 reais (unidade de 6x8 cm) |

Fonte: Elaborada pelo autor

APÊNDICE B

Tabela 2: simulação dos custos do telhado convencional utilizando telha cerâmica

| COBERTURA CONVENCIONAL: TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA, TIPO COLO | | | |
|--|----------------------------------|--------------------------------|---|
| MATERIAL | OBSERVAÇÃO | CUSTO | CUSTO EM UMA ÁREA DE 120 m ² |
| COBERTURA CONVENCIONAL: | | | |
| cobertura com telhas cerâmicas tipo colonial | uso do preço da tabela do SINAPI | 23,71 reais por m ² | 2845,2 reais |
| laje de concreto | | 52,81 reais por m ² | 6337,2 reais |
| | | | TOTAL: 9.182,4 reais |

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 3: simulação de custos para o telhado verde

| COBERTURA VEGETAL | | | |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|
| MATERIAL | OBSERVAÇÃO | CUSTO UNITÁRIO | CUSTO EM UMA ÁREA DE 120 m ² |
| manta asfáltica | | 74,94 reais (10mx1m) | 749,4 reais |
| terra adubada | | 25,00 reais (20kg) | 6.000,00 reais |
| laje de concreto | | 52,81 reais por m ² | 6.337,2 reais |
| vegetação: espécie Agave | 4 plantas pro m ² | 30,00 reais a muda | 14.400,00 reais |
| camada filtrante | | | |
| brita 0 | camada de 2,5 m de altura | 82,99 reais por m ³ | 248,97 reais |
| areia grossa | camada de 2,5 m de altura | 60,00 reais por m ³ | 180,00 reais |
| areia media | camada de 2,5 m de altura | 60,00 reais por m ³ | 180,00 reais |
| areia fina | camada de 2,5 m de altura | 60,00 reais por m ³ | 180,00 reais |
| | | | TOTAL: 28.275,57 |

Fonte: Elaborada pelo autor

Capítulo 24

Utilização de aparelho topográfico rudimentar para adoção de práticas conservacionistas

José Ludemario da Silva Medeiros

Tássio Jordan Rodrigues Dantas da Silva

Maíla Falcão Dourado

Gabriella Moreira Campos

Iuri Souza de Jesus

Jussara Silva Dantas

Resumo: O solo é um recurso natural fundamental para a sustentação de todas as vidas no planeta Terra. Tal recurso, é passivo de degradação, principalmente pelas atividades antrópicas realizadas de maneira inadequada. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi determinar a declividade de uma área dentro da Universidade Federal de Campina Grande campus Pombal – PB, por meio de um instrumento topográfico de fácil manuseio que possa ser utilizado por agricultores e pequenos proprietários de terras para a implementação e escolhas das melhores práticas conservacionistas. A metodologia adotada neste trabalho, baseia-se em estudos semelhantes na área de conservação do solo. Para a realização do levantamento topográfico, foi necessário dividir a área em duas glebas conforme as características ambientais. De acordo com os resultados, a gleba 1 obteve um declive percentual de 8%, classificando-se em um relevo suave ondulado. Entretanto, gleba 2 apresentou uma declividade menor com cerca de 5% enquadrando-se em um relevo suave.

1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural básico fundamental para a sustentação de toda vida no planeta. Desde da antiguidade o homem vem utilizando esse recurso em diversas atividades no seu dia-a-dia, como agricultura, pecuária, construção civil e entre outras. Entretanto, ao longo dos séculos esse recurso natural tem sofrido cada vez mais agressões, seja por ação da natureza ou humana, o que leva a sua degradação.

Uma das principais causas da degradação do solo é o processo de erosão. Segundo Veloso (2016), erosão é considerada o agente geológico modificador da superfície terrestre, sob a ação de agentes erosivos desgasta e transporta o material particulado de solo de um local para outro. Já de acordo com Amorim et al. (2001), a erosão é o processo de desprendimento e transporte das partículas de minerais por meio do escoamento superficial, causando danos ao setor agrícola e assoreamento aos rios.

Diante disso, de acordo com Silveira et al., (2006), as áreas que possuem o maior potencial erosivo são determinadas através da declividade do terreno, quanto maior for o ângulo da declividade, maior será a concentração do fluxo do escoamento de massas de água e consequentemente maior vai ser a sua capacidade de desprendimento e transporte de partículas deste solo. Além de deixar o solo pobre de nutrientes, a enxurrada pode causar sérios danos ao meio ambiente, como assoreamento e poluição de rios.

A declividade, ou inclinação do solo, influencia muito na concentração, dispersão e velocidade da enxurrada e, em consequência, no maior ou menos arrastamento superficial das partículas de solo. Nos terrenos planos, ou apenas levemente inclinados, a água escoar em velocidade baixa e, além de possuir menos energia, tem mais tempo para se infiltrar; nos terrenos muito inclinados, a resistência ao escoamento das águas é menor e, por isso, elas atingem maiores velocidades (LEPSCH, 2010).

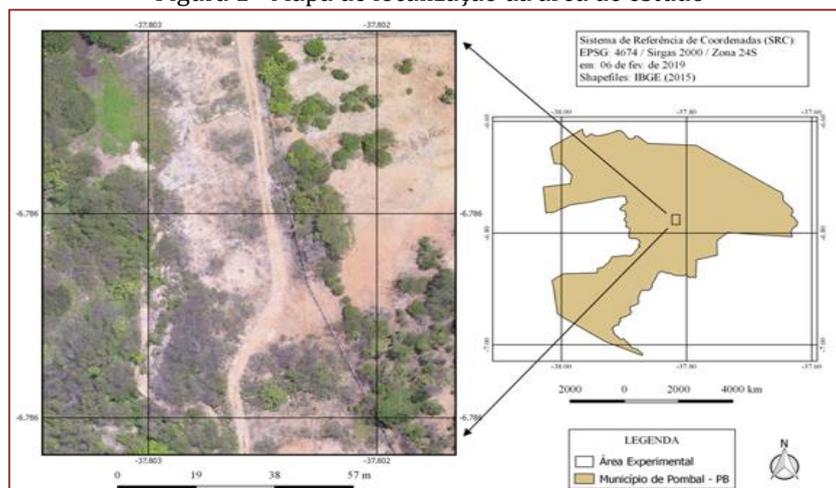
Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo determinar a declividade de uma área dentro da Universidade Federal de Campina Grande campus Pombal – PB, por meio de um instrumento topográfico de fácil manuseio que possa ser utilizado por agricultores e pequenos proprietários de terras para a implementação e escolhas das melhores práticas conservacionistas e de manejo do solo mais adequadas, de acordo com o grau de inclinação do terreno.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo encontra-se situada na região oeste do estado da Paraíba, na Mesorregião do sertão Paraibano e na Microrregião de Sousa - PB (IBGE, 2010), mais precisamente, na Universidade Federal de Campina Grande, Câmpus Pombal, com coordenadas geográficas 06°46'12" S e 37°48'07" W, conforme ilustrado na Figura 1

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Autoria própria (2019).

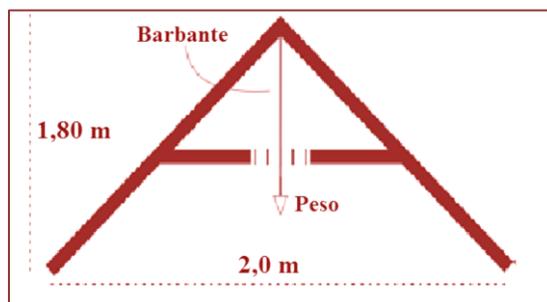
2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A caracterização da área de estudo foi realizada por pesquisas bibliográficas para a fundamentação e descrição dos componentes ambientais, e completada por visitas em campo *in loco*.

2.3 CUSTOMIZAÇÃO DO APARELHO TOPOGRÁFICO

A customização do aparelho topográfico iniciou-se por pesquisas bibliográficas e trabalhos técnico-científicos, para fundamentação teórica, de autores que realizaram trabalhos anteriores semelhantes ao do estudo, onde realizou-se a customização de aparelhos/equipamentos para obterem o valor da declividade de uma determinada área. Para tal, fez-se a escolha do equipamento topográfico economicamente mais barato e de fácil manuseio em campo e que possa ser utilizado por agricultores. Diante disto, foi realizada a escolha por um aparelho rudimentar, o aparato A, popularmente conhecido como “Pé-de-galinha”. Para a confecção do aparelho utilizou-se materiais de alvenaria, tais, como: três ripas de madeira (duas com 2,10 m de comprimento e a outra com 1,20 m de comprimento), parafusos, barbante de náilon e um peso quaisquer, de massa aproximadamente, 500 g. De modo que o equipamento possua o formato representativo da letra “A”, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 –Representação do aparato A



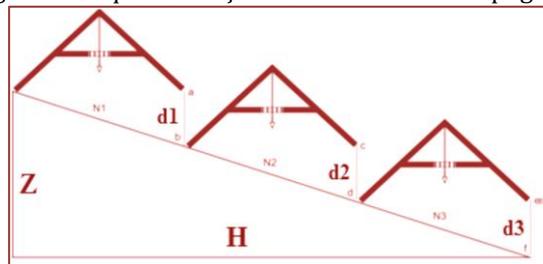
Fonte: (SEIXAS, 1984) adaptado por Medeiros e Silva, 2017.

2.4 DETERMINAÇÃO DA DECLIVIDADE DA ÁREA DE ESTUDO

2.4.1 OBTENÇÃO DOS DADOS DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

No levantamento topográfico utilizou o equipamento confeccionado, “Pé-de-galinha”. A partir daí, foram feitas observações do ponto de maior cota em cada gleba, onde foi centralizado e nivelado o equipamento e se iniciou um seguimento de reta em direção ao ponto de menor cota, medindo-se, com régua graduada sequencialmente a diferença de nível entre as extremidades do aparelho em cada ponto, como ilustrado na Figura 3. O nivelamento e a centralização do equipamento são realizados em cada ponto (estação) de modo que o barbante sempre esteja equidistante das extremidades do aparelho, ou seja, centralizado. Assim, com o somatório das diferenças de alturas (d) e o comprimento de cada ponto (N) tem-se respectivamente a diferença de nível total do terreno (Z) e seu comprimento de rampa (H).

Figura 3 -esquematização do levantamento topográfico



Fonte: (SEIXAS, 1984) adaptado por Medeiros e Silva, 2017.

2.4.2 CÁLCULO DA DECLIVIDADE

A declividade do terreno foi calculada de acordo com Oliveira et. al. (2010), sendo que o declive da área em porcentagem (D) é igual a divisão entre a diferença de nível total (Z) e a distância horizontal (H), multiplicado por 100, como expresso pela Equação 01.

Equação 1 – Cálculo para obtenção da declividade da área de estudo

$$D = (Z/H) * 100$$

Fonte: Oliveira et al. (2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

No que se refere às características ambientais da área de estudo, a partir da visita *in loco*, observou-se paisagem típica do bioma Caatinga. Segundo MME (2005), a vegetação predominante do município de Pombal – PB, é do tipo Caatinga Hiperxerófila. O clima de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo BSh (semiárido, quente e seco) Sousa et al., (2018).

A área experimental é composta por duas glebas (1 e 2), o tipo de solo predominante em ambas é o Luvisolo Crômico com a presença de afloramentos rochosos e erosões do solo. A gleba 1 é praticamente desprovida de cobertura vegetal diferentemente da gleba 2 que tem uma vegetação mais densa e consequentemente serrapilheira.

3.2 DETERMINAÇÃO DO DECLIVE DO TERRENO

Com a realização dos levantamentos topográficos foram obtidos os resultados expressos na Quadro 1.

Quadro 1 – Dados obtidos dos levantamentos topográficos

| Pontos (Estações) | Levantamento 1 | | Levantamento 2 | |
|----------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | Distância vertical (m) | Distância horizontal (m) | Distância vertical (m) | Distância horizontal (m) |
| 0-1 | 0,120 | 2 | 0,080 | 2 |
| 1-2 | 0,160 | 2 | 0,110 | 2 |
| 2-3 | 0,160 | 2 | 0,095 | 2 |
| 3-4 | 0,135 | 2 | 0,115 | 2 |
| 4-5 | 0,095 | 2 | 0,120 | 2 |
| 5-6 | 0,110 | 2 | 0,135 | 2 |
| 6-7 | 0,090 | 2 | 0,110 | 2 |
| 7-8 | 0,210 | 2 | 0,090 | 2 |
| 8-9 | 0,095 | 2 | 0,105 | 2 |
| 9-10 | 0,240 | 2 | 0,085 | 2 |
| 10-11 | 0,220 | 2 | 0,115 | 2 |
| 11-12 | 0,220 | 2 | 0,090 | 2 |
| 12-13 | 0,230 | 2 | 0,080 | 2 |
| 13-14 | 0,185 | 2 | 0,090 | 2 |
| 14-15 | 0,140 | 2 | - | - |
| Total | 2,41 | 30 | 1,42 | 28 |

Fonte: Autoria Própria (2019).

Conhecidos os valores da diferença vertical de cada área e a sua respectiva distância horizontal, foram calculadas as declividades percentuais das glebas (D1 e D2), as quais estão dispostas na Quadro 2.

Quadro 2– Percentuais de declividade do terreno

| | | |
|-----------------|---|---|
| Levantamentos | 1 | 2 |
| Declividade (%) | 8 | 5 |

Fonte: Autoria Própria (2019).

De acordo com a classificação da EMBRAPA (1980) a gleba 1, com um declive percentual de 8%, apresenta um relevo suave ondulado. Entretanto a gleba 2 apresentou uma declividade menor com cerca de 5% enquadrando-se em um relevo suave. Assim, a partir destes dados e das características já citadas anteriormente fica evidente a implementação de práticas conservacionistas que buscam manter o solo coberto, elevar sua capacidade de infiltração e conseqüentemente reduzirem o escoamento superficial que acelera os processos erosivos.

É necessário se criar um pensamento conservacionista, para começara a proteger o solo devidamente. Como também, o planejamento para se obter os melhores resultados, visando o desenvolvimento dos recursos naturais e a mitigação dos fatores que estão diretamente associados à erosão do solo como a declividade e a intensidade da precipitação (MACEDO, 2009). Portanto, é essencial a adoção de práticas conservacionista e de manejo do solo como os terraços de retenção e/ou os cordões de pedras construídos em curvas de nível, com a finalidade de reduzir o escoamento superficial e aumentar a infiltração da água no solo, associando-se a práticas edáficas e/ou vegetativas como o reflorestamento, são algumas das possíveis alternativas de recuperação para áreas de declividade considerável e parcialmente desprovidas de cobertura vegetal como das glebas experimentais.

4 CONCLUSÃO

O aparelho topográfico customizado e utilizado no levantamento topográfico da área de estudo, mostrou-se adequado para as características ambientais presentes na referida área. O referido aparelho permitiu realizar levantamentos topográficos rápidos e com uma alta precisão para pequenas áreas. A partir deste levantamento, conclui-se -que a área de estudo apresentou relevo de suave á suave ondulado.

REFERÊNCIAS

- [1] Amorim, R. S. S.; ET AL. Influência da declividade do solo e da energia cinética de chuvas simuladas no processo de erosão entre sulcos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Paraíba, v. 5, n. 1, 2001.
- [2] Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Práticas de conservação de solos. Rio de Janeiro, 1980. (83) 3322.3222 contato@conidis.com.br www.conidis.com.br
- [3] Ibge. Banco de dados agregados: censo demográfico. Instituto Brasileiro de Geografia e
- [4] Estatística - Brasil: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/pombal/panorama>>. Acesso em: 29 de mar. 2019.
- [5] Lepsch, Igo F. Formação e conservação dos solos / Igo F. Lepsch. – 2. Ed. São Paulo : Oficina de Textos, 2010.
- [6] Macedo, J. R. Recomendações de manejo e conservação do solo e água / José Ronaldo de Macedo, Cláudio Lucas Capeche, Adoildo da Silva Melo. Niterói : Programa Rio Rural, 2009.
- [7] Ministério de Minas e Energia – MME. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por águas subterrâneas no Estado da Paraíba: diagnostico do município de Pombal. MME: Recife, 2005, 23p.
- [8] Oliveira, J. B. Práticas de manejo e conservação de solo e água no semi-árido do Ceará / Josualdo Justino Alves, Francisco Mavignier Cavalcante França. Fortaleza: Secretaria dos Recursos Hídricos, 2010.
- [9] Seixas, B. L. S. Fundamentos do manejo e da conservação do solo. Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 1984.
- [10] Silveira, C. T.; et al. Mapeamento de declividade de vertentes: aplicação na APA de Guaratuba / Paraná. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, 6, 2006, Goiânia. Anais... Goiânia: 2006.
- [11] Sousa, V. F. O. et al. Percepção sobre qualidade da arborização urbana da cidade de Pombal, Paraíba. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 13, n. 3, p. 343-347, 2018
- [12] Veloso, F. A.; Pinheiro, M. V. Análise do Índice de erodibilidade do solo de Terreno Acidentado DA Cidade DE Cristina/MG. Revista Científica da FEPI, v. 9, 2016.

Autores

ABRAÃO BATISTA COSTA

MSc em Desenvolvimento Regional. Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Campina Grande, PB

AILSON DE LIMA MARQUES

Graduado em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande (2016). Mestrado em andamento no programa pós-graduação em Ciência do Solo-CCA-UFPB (2017-2019), com período sanduiche na USP - Universidade de São Paulo, campus Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ (2018). Graduação em Gestão Ambiental em andamento pela Faculdade Maurício de Nassau (2017-2019). Possui experiência em projetos de pesquisa e extensão junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq; e Food and Agriculture Organization of the United Nations ONU-FAO/Itália. Trabalho com Meio Ambiente, Análise Geoambiental, Geografia física: geomorfologia e pedologia, biogeografia, bioindicadores da paisagem e geotecnologias.

ALEXANDRE FLÁVIO ANSELMO

Possui Graduação em Ciências Biológicas (UEPB, 2009), Especialista em Educação Profissional integrado a Educação Básica na modalidade de Jovens e Adultos (UFPB, 2010) e Mestre em Ciências Florestais (UFCG, 2012). Atualmente é Professor de Ciências no Instituto Educacional Dr Dionísio da Costa (Patos - PB) e da Escola Municipal Maria Celeste Pires Leite (Catingueira - PB). Tem experiência na área de Ecologia e Botânica, atuando principalmente nos seguintes temas: Caatinga, Florística e Fitossociologia, Visitantes florais e síndromes de polinização; e na área de Educação com ênfase em Educação Ambiental e o Ensino de Ciências.

ALISSON DO NASCIMENTO LIMA

Graduando do curso de engenharia civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), possui experiência com materiais de construção por atuar como monitor de materiais de construção experimental na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), pesquisa na área de Geotecnia.

ALTEVIR PAULA DE MEDEIROS

Mestrado em Ciência Animal pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil(2011) Biólogo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido , Brasil

ANA KAROLINE ELOI DE ARAÚJO DANTAS

Graduanda do curso de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande, possui experiência com Mecânica dos fluídos e Recursos Hídricos. Suas pesquisas envolvem gestão de recursos hídricos, com ênfase na simulação de cenários para auxiliar na gestão.

ANNA CATARINA COSTA PAIVA

Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil (2016)

ANTÔNIO JOERLÂNIO DE ALENCAR

Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA, bolsista de extensão no período de 2016 à 2017 no projeto intitulado "Ação integrada para a promoção de uma agricultura sustentável no entono do Parque Natural Municipal Boqueirão, distrito Itaguá, Campos Sales, Ceará."

ANTONIO RICARDO SANTOS DE ANDRADE

Graduado em Meteorologia pela Universidade Federal da Paraíba (1994 - UFPB), graduação em Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2013 - UFNR), mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba (1997 - UFPB), Mestrado em Matemática e Estatística pela Universidade Federal de Lavras (2005 - UFLA) e doutorado em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2002 - UNESP). Professor adjunto da Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Garanhuns, atuando em ensino de graduação, pós-graduação (Saúde Pública na UPE) e pesquisa em temas relacionados a Estatística e Bioestatística aplicada, Experimentação e Multivariada Agrícola. Tem experiência na área de Engenharia Agrícola e Agrometeorologia, com ênfase em Física dos Solos, irrigação, variabilidade espacial. Tem experiência na área de Estatística e Bioestatística Aplicada, com ênfase em Estatística Experimental, Análise de Regressão e Análise Multivariada, atuando principalmente nos seguintes temas: Planejamento e Análise de experimentos, Geoestatística e Geometria fractal no estudo das propriedades dos solos

ARTHUR LUAN DIAS CANTARELLI

Mestrando em Agronomia na área de Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da UFAL, Graduado no curso de Agronomia no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), monitor da componente curricular Economia Agrícola e monitor de Desenho Técnico, bolsista permanência durante 4 anos, estagiário no setor de Irrigação e Agrometeorologia. Tem experiência em Ciências Agrárias, com ênfase em Estresses Abióticos, Manejo e Tratos Culturais em leguminosas, cereais e cana-de-açúcar nas condições edafoclimáticas do estado de Alagoas.

BEATRIZ MACÊDO MEDEIROS

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2018) no Centro de Ciências Agrárias, Campus II - Areia/PB. Atualmente é mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina no Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages/SC.

BRUNO RAFAEL PEREIRA NUNES

Professor da Unidade Acadêmica de Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos da Universidade Federal de Campina Grande, possui Doutorado em Engenharia Química, pela Universidade Federal de Campina Grande. Desenvolveu pesquisas com ênfase na fermentação alcoólica e acética, na produção de bebidas alcoólicas fermentadas e destiladas e na produção de biocombustíveis a partir da biomassa. Atualmente estuda a aplicação de diferentes métodos de pré-tratamentos de materiais lignocelulósicos, por meio de soluções ácidas e de argilas ativadas como catalisadores da reação de hidrólise e a aplicação da moringa no tratamento de águas. Todos os processos estudados utilizam como matéria-prima frutos, sementes e a biomassa lignocelulósica proveniente de resíduos, disponíveis na região Nordeste do Brasil.

CAMILA MACÊDO MEDEIROS

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (2009) e mestrado em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (2012). Especialização em Formação Pedagógica no Ensino Profissional de Nível Médio pelo Centro Paula Souza, São Paulo (2018). Atualmente é professora efetiva Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, campus Monteiro.

CLARA OVÍDIO DE MEDEIROS RODRIGUES

Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2010) e mestra em arquitetura e urbanismo pelo PPGAU - UFRN (2014). Atualmente é aluna do doutorado

no PPGAU-UFRN. Atua principalmente nos seguintes temas: projeto arquitetônico, eficiência energética e etiquetagem de edificações.

CLAUDIMEIRE LIMA DE SOUSA

Especialização em Gestão de Recursos Ambientais no Semiárido pelo Instituto Federal do Piauí, campus Valença - PI (2017). Graduada em Química pelo Instituto Federal do Piauí, campus Picos - PI (2014), com experiência na área de Química Ambiental com ênfase em Resíduos Sólidos e Recursos Hídricos. Possui também Bacharelado em Administração Pública pela Universidade Federal do Piauí, campus Picos - PI (2013), com experiência na área de Gestão de Pessoas com ênfase em QVT / Ergonomia

CLÁUDIO JOSÉ SORIANO CORDEIRO

Engenheiro Agrônomo formado pela Universidade Federal de Alagoas - UFAL (2019). Atualmente, está a realizar o mestrado em Meteorologia Aplicada pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Tem experiência na área de Agrometeorologia trabalhando com temas como: evapotranspiração, balanço hídrico, semiárido.

CLEOMÁRIA GONÇALVES DA SILVA

Possui graduação em Biologia/licenciatura pela Universidade Regional do Cariri (2004), especialista em Educação Ambiental (2007) pela mesma instituição e estudante do curso de Biologia/bacharelado. Possui mestrado em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Campina Grande (2012). Tem trabalhos de pesquisa na área de Botânica, voltados para Etnobotânica, Plantas Medicinais, Levantamentos Florísticos, Fitoquímica e Educação Ambiental. Tem atuação como assessora na extensão rural, em Programas da Agricultura Familiar, voltados para Agroecologia e convivência com o semiárido.

CONSTANTINO ANTÔNIO CAVALCANTE JUNIOR

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Centro de Ciências Agrárias (CECA). Mestre em Engenharia Agrícola (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Doutorando em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) no Centro de Ciências Agrárias (CECA). Trabalha na linha de pesquisa em Agrometeorologia, Irrigação e Drenagem, desenvolvendo trabalhos referentes ao uso de modelos Agrometeorológicos com manejo de água no solo, evapotranspiração e balanço de água e energia. Com experiência em cultivos de milho, feijão, soja e cana-de-açúcar.

CRISÓSTOMO HERMES SOARES TRAJANO DA SILVA

Graduando em Engenharia de Biossistemas pela Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, campus IV. Desenvolveu pesquisas na área de ensino a Física. Atualmente desenvolve pesquisar na área de tratamento de diferentes efluentes com a aplicação de coagulantes naturais e sintético em diferentes métodos.

DANIEL BARACUY DA CUNHA CAMPOS

Graduado em Engenharia de Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (Setembro-2009) e em Química Industrial pela Universidade Estadual da Paraíba (Outubro 2012). Possui mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Campina Grande, doutorado em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande. Atualmente é professor da Universidade Estadual da Paraíba do curso de Engenharia Civil - Campus VIII- CCTS- Araruna-PB, tem experiência na área de Materiais de Construção e na produção de Etanol de Segunda Geração (Bioetanol).

DANIEL DUARTE PEREIRA

Graduação em Agronomia UFPB/CCA (1987), Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente-Gerenciamento Ambiental UFPB (2003); Doutorado em Recursos Naturais UFCG (2008); MBA em Empreendedorismo e Inovação UFCG/UEPB (2017). Professor Associado I, UFPB, CCA e Coordenador do Módulo de Agroecologia. É Pesquisador Bolsista do INSA/MCTI desde 2012, onde foi Assessor Técnico por ocasião da implantação nos anos de 2006-2007 e atualmente coordena o Núcleo de Desenvolvimento e Tecnologias Sociais. Foi recebedor do Prêmio Nordeste de Ecologia (1995), do Prêmio Paraibano de Ecologia (2000), do Prêmio Telmo Araújo - Semiárido (2008) e do Prêmio Gente do Cariri (2013). É Curador Voluntário do Museu Interativo do Semiárido (MISA/PEASA/UFCG). Fundador do Museu Interativo do Semiárido (MISA/UFCG) e do Museum Regional do Cariry Balduino Lellys

DANIEL HENRIQUE CORREIA ANDRÉ

Zootecnista, Graduado pela Universidade federal do Rio Grande do Norte, atuante como autônomo na área de extensão rural e Consultoria técnica à pequenos produtores rurais. Técnico em Segurança no trabalho formado pelo SENAC/RN atuante em Consultoria e treinamentos na área de saúde e segurança no trabalho. Experiência em ensino para nível técnico e profissionalizante. atualmente em atuação na área de enfermagem, onde possui nível técnico e cursando o Engenharia Florestal pela UFRN.

DANILO PEREIRA COSTA

Engenheiro Ambiental graduado em João Pessoa - PB. Pós-Graduando em Sistemas de Gestão Integrados. Experiência em Gestão Ambiental Empresarial, Gestão da Qualidade e Processos, Gerenciamento de Resíduos e Sistemas de Informação Geográfica. Conhecimentos em Gestão de Resíduos, Ferramentas de Gestão da Qualidade, ISO 9001 e 14001, Licenciamento Ambiental e Geoprocessamento. Pesquisador nas áreas de Geotecnologias, Tratamentos de Resíduos Orgânicos - Compostagem, Vermicompostagem, Biodigestores - Permacultura e Meliponicultura.

DARLAN MARTÍNES SCHMIDT

Docente Externo, vinculado à UFRN; Pesquisador em Estágio Pós-Doutoral no Programa de Pós Graduação em Ciências Climáticas da UFRN, na área de Climatologia e Interação Oceano - Atmosfera. Doutor em Ciências Climáticas pelo Programa de Pós Graduação em Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014. Mestre em Meteorologia pelo Instituto de Ciências Atmosféricas - Universidade Federal de Alagoas, 2010. Graduado em Meteorologia pela Universidade Federal de Pelotas, 2007, e Técnico em Hidrologia pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. Tem experiência na área de Hidrometeorologia, Ciências Climáticas , Interação Oceano-Atmosfera e Climatologia e Hidrometeorologia do Semiárido, com ênfase em impactos ambientais provenientes de processos e anomalias climáticas, principalmente ao que tange os Recursos Hídricos e sua interação com a Atmosfera; em Hidrologia, com ênfase em Hidrossedimentometria, Hidrometria, Hidráulica, Agrometeorologia e Climatologia. <https://orcid.org/0000-0002-3268-0763>

DÉBORA COELHO MOURA

Possui graduação em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Alagoas (1997), mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Pernambuco (2003), doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco (2008). Prof. Adjunta da Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecologia de abelhas e da Polinização, e Comunidade abelha e plantas atuando principalmente nos seguintes temas: abelhas como bioindicador e regeneração ambiental da Caatinga.

DENISE ALINE CASIMIRO BEZERRA

Possui graduação em Ciências com Habilitação em Biologia pela Universidade Regional do Cariri (2002), Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris no Semi-Árido pela Universidade Federal de Campina Grande (2008) e Doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos da Universidade Federal da Paraíba - UFPB (2013).

EDIJAILSON GONÇALVES DA SILVA

Possui o curso técnico em agropecuária pela a escola de educação básica e profissional Prof^a Valentina de oliveira figueiredo, está atualmente fazendo o 5º período de agronomia na Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Garanhuns. Trabalha como técnico em agropecuária na área de extensão e desenvolvimento de projetos pela secretaria de agricultura do município de são joão - pernambuco. Participa de projeto de pesquisa na Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Garanhuns, na área de plantas cultivadas irrigadas e no teste de resposta das plantas cultivadas a diferentes dosagem de adubação química.

ELAINE COSTA ALMEIDA BARBOSA

Mestranda em Energias Renováveis. Formada em Geografia pela Universidade Estadual da Paraíba, possui especialização em Docência do ensino Superior, tem formação técnica em Agroindústria pelo Colégio Agrícola Vidal de Negreiros, escola de técnica de nível médio pertencente a Universidade Federal da Paraíba curso que lhe rendeu os conhecimentos técnicos que utiliza a mais de 20 anos. Participou de vários projetos de pesquisa, especialmente nos laboratórios de Química, Microbiologia Geral, Microbiologia dos Alimentos, Microscopia e Geociências. Apoio administrativo a coordenação de Engenharia Ambiental. Coordenadora dos Laboratórios das Escolas das Engenharias.

ELAINE GONÇALVES RECH

A autora é professora Adjunta da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Chefe do Departamento de Agrárias e Exatas do Campus IV da UEPB, formada em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPEL), Dra. em Fitotecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Pós Doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes (UFPEL) e bolsista de Desenvolvimento Científico Regional na Universidade Estadual do Piauí (UESPI) (convênio FAPESPI/CAPES)

ERIMÁGNA DE MORAIS RODRIGUES

Mestra em Ecologia e Conservação pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, desenvolveu estudos relacionados a taxonomia, florística, polinização e dispersão de Fabaceae. Graduada em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande- UFCG. Participou do Programa Voluntário de Iniciação Científica (PIVIC) CNPq no período de 2014-2015, desenvolveu estudos voltados à Climatologia com ênfase na variabilidade climática do Cariri paraibano relacionado as políticas públicas de escassez hídrica. Integrante do grupo de pesquisa Gestão e Ordenamento Ambiental - GEOAMB - Universidade Federal de Campina Grande. Linha de pesquisa, Análise Biogeográfica, Fitogeográfica.

ERIVALDO LAURENTINO DA SILVA

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Unidade Acadêmica de Garanhuns - UAG. Atualmente é Mestrando no Programa de Pós-graduação em Fitopatologia na UFRPE. Atuou em Educação do Campo e projetos sociais (Projovem Campo-Saberes da Terra). Desenvolve trabalhos na área de Fitopatologia em estudos envolvendo Controle Químico de Doenças de Plantas, com ênfase em Efeito Hormese de Fungicidas em Fungos Fitopatogênicos.

FELIPE SILVA DE MEDEIROS

Mestre em Ciências Florestais pelo no Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal de Campina Grande; Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho; Bacharelado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande (2015). Analista Ambiental em Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMADS) e Coodenador de Fiscalização e Licenciamento Ambiental (Atualmente). Instrutor/facilitador de vários treinamentos de Segurança do Trabalho

FERNANDO CÉSAR VIEIRA ZANELLA

Biólogo (UFPR), com mestrado (UFPR) e Doutorado (USP-RP) em Entomologia, professor associado da Universidade Federal da Integração Latino-Americana em Foz do Iguaçu, Paraná. Atualmente ministra aulas no curso de Biologia, Bacharelado em Ecologia e Biodiversidade, Tem experiência na área de sistemática e ecologia de abelhas, biogeografia, tendo realizado pesquisas de campo em área de Floresta Atlântica, na Ilha do Mel, litoral do Paraná, e no Domínio das caatingas, na Paraíba e Rio Grande do Norte, incluindo áreas de brejo de altitude com floresta subperenifólia. Participa da Iniciativa Brasileira de Polinizadores.

FRANCELY DANTAS DE SOUSA MEDEIROS

Possui graduação em Geografia pela Faculdades Integradas de Patos(2006) e especialização em Geopolítica e História pela Faculdades Integradas de Patos(2008). Atualmente é Professora da Escola Municipal Maria Celeste Pires Leite e Professora da CIEP I - Dr. José Genuíno / Napoleão Nóbrega.

FRANCISCO JOSÉ DOS SANTOS

Possui Pós-Graduação Latu Senso em Gestão de Recursos Ambientais no Semiárido Pelo o Instituto Federal do Piauí-Campus Valença do Piauí (2018); Pós-Graduação Latu Senso em Ensino da Matemática e Estatística Aplicada pelo Instituto Superior de Educação Programus -ISEPRO (2018); Pós-Graduação Latu Senso em Docência do Ensino Superior pelo Instituto Superior de Educação Programus -ISEPRO (2017); Possui Graduação em Matemática pela Universidade Federal do Piauí (2016).; Está cursando Física - Instituto Federal do Piauí - Campus Oeiras-PI (Em Andamento); Atualmente é coordenador de polo do Instituto de Ensino Superior Silva Queiros Ltda - ME, professor de graduação do Instituto Superior de Educação Programus, professor de pós-graduação do INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR SILVA CRUZ, Professor Orientador no curso de Licenciatura em Matemática - UESPI/NEAD; Tutor Orientador CCN - LIC. Em Computação da Universidade Federal do Piauí e Tutor Orientador - CCN - Química - área matem da Universidade Federal do Piauí. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Matemática

GABRIELLA MOREIRA CAMPOS

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

GUILHERME BASTOS LYRA

Professor Doutor, Universidade Federal de Alagoas, UFAL

HALLEY DAYANE DOS SANTOS RIBEIRO

Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal da Paraíba do Centro de Ciências Agrárias. Estagiou pela Universidade Rural de Pernambuco na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina, na área de Melhoramento Genético e Solos. Desenvolveu o trabalho de conclusão de curso sobre o agronegócio voltado ao turismo rural como também a gestão do empreendimento e suas influências nas comunidades circunvizinhas gerando renda aos agricultores e comunidades. Atualmente, cursando especialização a nível de pós-graduação em MBA em gestão de agronegócio.

HERMES ALVES DE ALMEIDA

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Departamento de Geografia, Bolsista Produtividade de Pesquisa do CNPq e Coordenador Ajunto do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional

HUGO VIEIRA

Possui Graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB/ e Mestrado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG . Doutorando em Agronomia; Atualmente é professor de Ensino Básico Técnico e Tecnologia do IFPB, Campus de Sousa - PB. Tem atuado nos seguintes temas: Agroecologia, bioma caatinga, manejo biodiversidade, estudos fitossociológicos, controle da desertificação no NE brasileiro, planejamento e desenvolvimento rural sustentável, agricultura familiar, políticas públicas de convivência com o semiárido, manejo de raças nativas, manejo da caatinga com fins pastoris, resgate e cultivo de sementes crioulas locais.

IAGO QUEIROZ DE CARVALHO

Discente do curso de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atualmente é membro do laboratório de geoprocessamento da UFRN (GEOPRO) atuando como bolsista de iniciação científica nas áreas de geoprocessamento, sensoriamento remoto, SIG e geodésia de precisão aplicados a análises costeiras.

IÊDO TEODORO

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas (1992), mestrado em Meteorologia pela Universidade Federal de Alagoas (2003) e doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2011). Atualmente é professor adjunto 4 da Universidade Federal de Alagoas. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Irrigação e Drenagem, atuando principalmente nos seguintes temas: variáveis meteorológicas, relação água-solo-planta e atmosfera, topografia, irrigação e drenagem, cultivo de cana-de-açúcar, milho, feijão e projetos de construções rurais.

INGRID GOMES DUARTE

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2018) no Centro de Ciências Agrárias, Campus II - Areia/PB. Estagiária voluntária do Laboratório de Fitopatologia (DFCA/CCA/UFPB), atuando na área de patologia de sementes, com ênfase em controle alternativo de fungos fitopatogênicos.

INGRIDY MINERVINA SILVA

Graduanda do curso de engenharia civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), possui experiência com geotecnia por atuar como monitora de topografia no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), pesquisa na área de transportes.

ITHYARA DHEYLLE MACHADO DE MEDEIROS

Possui graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba(2014), especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário de João Pessoa(2016), mestrado em ENERGIAS RENOVÁVEIS pela Universidade Federal da Paraíba(2016), curso-tecnico-profissionalizante em Eletrotécnica pela Kronos Nexus(2019), curso-tecnico-profissionalizante em Técnico em Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba(2018) e curso-tecnico-profissionalizante em Segurança do Trabalho pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba(2016). Tem experiência na área de Engenharia de Energia, com ênfase em Fontes Renováveis de Energia

IURI SOUZA DE JESUS

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

IVOMBERG DOURADO MAGALHÃES

Possui graduação em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus de Catolé do Rocha (2010). Mestre em Ciências Agrárias (Agrobioenergia e Agricultura Familiar) pela Universidade Estadual da Paraíba UEPB em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) (2012). Doutor em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL) no Centro de Ciências Agrárias (CECA), Campus de Rio Largo - AL. professor estagiário da Escola Agrotécnica do Cajueiro - EAC CCHA/UEPB, Bolsista de iniciação científica (2008/2009 e 2009/2010), monitor nas componentes curriculares Estatística Experimental e Irrigação e Drenagem pela Universidade Estadual da Paraíba UEPB e Coordenador de campus IV do diretório central dos estudantes (DCE). Tem experiência em Ciências Agrárias, com ênfase em Eficiência do uso da água, Estresses Abióticos, Fisiologia de Plantas Cultivadas, Manejo e Tratos Culturais em frutíferas, oleaginosas e bioenergéticas nas condições edafoclimáticas do Semiárido.

JAINA GEOVANA FIGUEIREDO LIMA SANTOS

Graduanda em Agronomia pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA). Atualmente é bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET Agronomia / UFCG), onde vem desenvolvendo atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão.

JANINE PATRICIA MELO OLIVEIRA

Mestrado em Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil(2018)

JÉSSICA FELIPE DO NASCIMENTO

Engenheira Agrônoma formada pela Universidade Federal da Paraíba do Centro de Ciências Agrárias. Mestrado em Energias Renováveis, com experiência na área de processamento de materiais . Atuou como participante do grupo de pesquisa na área de Energias Renováveis com ênfase na análise de solo das áreas de agricultura familiar irrigadas com fonte de energia solar do Centro de Energias Alternativas e Renováveis-CEAR, bem como experiência na análise e tecnologia de sementes no Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais. Foi bolsista de Iniciação Científica pelo CNQP e bolsista do programa de extensão PROEXT pela Universidade Federal da Paraíba. Estagiou pela Universidade Rural de Pernambuco na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do Carpina, na área de Melhoramento Genético e Solos . Na Prefeitura Municipal de Areia foi estagiária na Secretaria de Agricultura, Abastecimento e Meio Ambiente.

JOÃO BOSCO PEREIRA DA SILVA JUNIOR

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) (2015). Possui experiência em arborização e paisagismo de parques e jardins foi integrante do (GEPEA) Grupo de Pesquisa e Extensão em Agroecologia no qual foi bolsista do Projeto Rondon, onde trabalhou com (Geoturismo) na cidade de Crato e também foi membro fundador do (NEFIMP) Núcleo de Estudos em Fitotecnia e Melhoramento de Plantas onde realizou trabalhos na área de melhoramento vegetal e hoje está finalizando o curso de agronomia na UFRPE campus Garanhuns.

JONATÃ GOMES DE SOUZA

Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Paraíba (Dezembro-2018). Atualmente é aluno do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

JORGE HENRIQUE E SILVA JÚNIOR

Tecnólogo em Gestão Ambiental; Especialização em Gestão ambiental; Mestre em Desenvolvimento e meio ambiente; Professor do IFPI campus Valença-PI. Graduando em Direito pela Estácio Ceut.

JOSÉ BRUNO BESERRA DE LIRA

Possui o curso técnico em agropecuária pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFPE) campus Barreiros. Atualmente está cursando o 6º período do curso bacharelado em agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Garanhuns. Trabalha no desenvolvimento de pesquisas na área de geoprocessamento e Irrigação

JOSÉ LUDEMARIO DA SILVA MEDEIROS

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

JOSIMEIRE ALVES PEREIRA

Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri - URCA, bolsista de extensão no período de 2016 à 2017 no projeto intitulado “Ação integrada para a promoção de uma agricultura sustentável no entono do Parque Natural Municipal Boqueirão, distrito Itaguá, Campos Sales, Ceará.”

JUSSARA SILVA DANTAS

Professora Dra. da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, UFCG

KEROLAYNE SANTOS LEITE

Professor efetivo no Instituto Federal de Alagoas. Ministrara aula no curso técnico em Agroindústria. Possui graduação em Engenharia de Alimentos pela Universidade Federal da Paraíba (2015), mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba (2018) e especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário de João Pessoa (2018). Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos e processos de fabricação, com ênfase em Ciência e Tecnologia de Alimentos, atuando principalmente nos seguintes temas: ciência dos alimentos, segurança alimentar, resíduos agroindustriais, filmes biodegradáveis e caracterização de materiais.

KILSON PINHEIRO LOPES

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (1998), mestrado em Produção Vegetal pela Universidade Federal da Paraíba (2001) e doutorado em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2005). Atualmente é professor Associado II da Universidade Federal de Campina Grande; Coordena o Laboratório de Análise de Sementes e Mudanças do CCTA/UFCG e é Tutor do Programa em Educação Tutorial - PET Agronomia da UFCG. Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em tecnologia de sementes, atuando principalmente nos seguintes temas: fisiologia e armazenamento de sementes de hortaliças e espécies florestais e, produção de mudas de espécies florestais nativas da caatinga.

KIUSLÂNIA JORDÃO DOS SANTOS

Engenheira Ambiental graduada pela FPB como Bolsista. Graduanda em Tecnologia em Geoprocessamento pelo IFPB. Experiência com SIG's, Georreferenciamento, Linguagem de Programação e Gestão Ambiental. Pesquisadora nas áreas de Gestão Ambiental, Hidrologia, Recuperação de Áreas Degradadas, Sistemas de Informação Geográficos e Agroecologia.

LEKSON RODRIGUES SANTOS

Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Alagoas, Brasil (2018)

LÍVIA MARIA MARTINS

Engenheira Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa.

LUANA THAYNÁ DANTAS DE SOUZA

Discente do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Atualmente membro do laboratório de Tecnologia da Madeira, atuando como monitora em produtos florestais não madeireiros. E monitora Conservação, manejo e restauração de áreas de preservação permanente (APP) e Reserva Legal (RL) da Escola Agrícola de Jundiá.

LUCAS EDUARDO DE MOURA NASCIMENTO

Graduação em andamento em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos. Universidade Federal de Campina Grande, UFCG, Brasil

LUCIVÂNIA RANGEL DE ARAÚJO MEDEIROS

Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande. Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, na área de Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária pela Universidade Federal de Campina Grande (2015). Professora Adjunta no Centro Universitário de João Pessoa. Possui experiência na área ambiental com ênfase em Gerenciamento de Resíduos, Degradação Ambiental, Indicadores de Qualidade do Solo e Abastecimento de Água.

LUIS AUGUSTO GONÇALVES RODRIGUES

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Atualmente é aluno de pós-graduação em Engenharia Civil pela UFRN, com concentração em Geotecnia.

MAÍLA FALCÃO DOURADO

Graduanda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

MAÍLSON PEREIRA DE SOUZA

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Piauí (2013). Mestre em Ciências Florestais na área de de concetração de Manejo sustentável dos recursos naturais da Caatinga pela Universidade Federal de Campina Grande (2018). Doutorando em Ciências Ambientais e Florestais na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

MALCON DO PRADO COSTA

Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Espírito Santo (2008) e mestrado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (2010) e doutorado em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria. Tem experiência na área de Recursos Florestais e Engenharia Florestal, com ênfase em Conservação da Natureza, atuando principalmente nos seguintes temas: fitossociologia, silvicultura, agroecologia, dendrologia, etnobotânica e ecologia da restauração.

MARCELO AUGUSTO DA SILVA SOARES

Especialização em ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO pela Faculdade Figueiredo Costa, Brasil(2017)

MARIA ALICE DE MELO PINHEIRO

Desenvolvo pesquisas voltadas para a produção e caracterização de enzimas lignocelulolíticas a partir de fermentação em estado sólido.

MARIA DO SOCORRO BARBOSA DE MOURA DA SILVA

Profa MSc em Desenvolvimento Regional, Secretaria de Estado da Educação da Paraíba, Campina Grande, PB.

MARIA DO SOCORRO DE CALDAS PINTO

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba (2001), mestrado em programa de Pós-Graduação em zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba (2004) e doutorado em Zootecnia pela Universidade Federal do Ceará (2008). Tem experiência na área de Zootecnia, com ênfase em Avaliação, Produção e Conservação de Forragens, atuando principalmente nos seguintes temas: silagem, fermentação, forrageiras, análise química, proteína bruta, matéria seca, algaroba, armazenagem, fungos, secagem, consumo, digestibilidade, feno e palma forrageira características do solo semi-árido.

MARIA KELY ALVES GOMES DA SILVA

Discente do curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Rio Grande do Norte com experiência em Manejo Florestal Sustentável. Atualmente exerce atividade em monitoria de Produtos Florestais Não Madeireiros, bolsa voluntária de iniciação científica na área de Geoprocessamento e atividade de extensão com Etnobiologia.

MARIA SANDRINEIDE DE NEGREIROS

Graduada em Letras pela Universidade Regional do Cariri – URCA (2018), bolsista de extensão no período de 2016 a 2017 no projeto intitulado “Ação integrada para a promoção de uma agricultura sustentável no entorno do Parque Natural Municipal Boqueirão, distrito Itaguá, Campos Sales, Ceará.”

MARIA VERÔNICA LINS

Formada em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal da Paraíba-UFPB/ Areia/CCA, possui Licenciatura em Ciências Agrárias, UFPB/ Bananeiras/CCHSA, Especialista em Educação de Jovens e Adultos, Mestrado em Tecnologia Agroalimentar pela UFPB/Bananeiras/CCHSA, Doutora em Engenharia de Processos pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG. Tem experiência atividades de extensão rural, onde desenvolveu vários trabalhos na cadeia da apicultura e meliponicultura. Coordenou atividades para formação de pastos apícolas, conservação ambiental e de apiários e meliponários, atua como consultora em entreposto do agreste paraibano.

MARÍLIA GABRIELA CALDAS PINTO

Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande. Possui experiência nas áreas de Ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, Biologia do solo, Sementes florestais, Restauração/Recuperação de áreas degradadas.

MAYCON BRENO MACENA DA SILVA

Graduando do curso de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande, possui experiência em Pavimentação, Recursos Hídricos e Acessibilidade em Edificações. Atuou como monitor na disciplina de Ciências do Ambiente. Pesquisa na área de transportes, focando na análise de fraturas em pavimentos, assim como também desenvolve pesquisas relacionadas aos recursos hídricos, com ênfase na potencialidade do aproveitamento da água de chuva.

NATÁLIA LIMA DE ESPÍNDOLA

Estudante do curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Microbiologia e Bioquímica do Solo.

OLIMPIO JOSÉ DOS SANTOS

Possui graduação em Nutrição pela Universidade Federal do Piauí (2011), graduação em química pela Universidade Estadual do Piauí(2004), especialização em Especialização em Gestão de Recursos Ambientais no Semiárido pelo Instituto Federal do Piauí(2018), especialização em Gestão em Saúde pela Universidade Federal do Piauí(2014) e mestrado em Alimentos e Nutrição pela Universidade Federal do Piauí(2017).

OSVALDO SOARES DA SILVA

Professor Associado I na Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos - CTRN da Universidade Federal de Campina Grande. Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba/C. Grande (1992), mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba/C. Grande (1996) e doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (2003). Atuou como pesquisador PRODOC e bolsista DCR no Programa de Doutorado em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande e é Revisor de periódico Brazilian Journal of Food Technology. Tem experiência na área de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, com ênfase em Sistemas Particulados, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas de atomização, processamento de plantas medicinais, recobrimento de partículas, fluidodinâmica e secagem de frutas tropicais, resíduos agroindustriais e extratos fitoterápicos em leite de jorro, leite fluidizado e secador por atomização.

PAULO ALVES WANDERLEY

Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil (2002). Professor Titular do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Brasil

PAULO SÉRGIO LUCIO

Graduação em Matemática pela Universidade Federal do Espírito Santo (1987), Mestrado em Estatística pela Universidade Estadual de Campinas (1991) e Doutorado em Geofísica pelo "Institut de Physique du Globe de Paris" (1996). Pós-Doutorado no Instituto Superior Técnico de Lisboa (2001), no Centro de Geofísica da Universidade de Évora (2002-2005) e no "Laboratoire d'Océanographie et du Climat, Expérimentation et Approches Numériques" (LOCEAN) na França (2011/2012). Professor do Departamento de Estatística da Universidade Federal de Minas Gerais (1991-2002). Assessor-Técnico (colaborador sênior) do Instituto Nacional de Meteorologia (2006). Atualmente é Professor Associado do Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

PEDRO SÁVIO SOUSA NUNES DA SILVA

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri-URCA (2018), mestrando em genética e melhoramento de plantas pela Universidade Estadual do Mato Grosso-UNEMAT.

PROFA. DRA. BRISA DO SVADESHI CABRAL DE MELO

Possui graduação em Biologia pela Universidade Regional do Cariri (2003), mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal do Ceará (2006) e doutorado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal do Ceará (2012). Atualmente é professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará. Tem experiência na área de Agronomia, com

ênfase em Agroecologia, atuando principalmente nos seguintes temas: sistemas agroflorestais, conservação de solo e permacultura.

RAQUEL MARIA DA CONCEIÇÃO

A autora é Licenciada em Ciências Agrárias pela Universidade Estadual da Paraíba, foi bolsista de Iniciação Científica (CNPq) e atua na área de Produção Vegetal e Produção e Tecnologia de Sementes.

RENATO AMÉRICO DE ARAÚJO NETO

Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Federal de Alagoas, Brasil (2019). Professor Universitário da Faculdade Maurício de Nassau de Maceió, Brasil

RENÊ ALEXSSANDRO BRITO DE SÁ

Bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (2018), graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

RENILSON PINTO ALVES

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual da Paraíba (10º período), tem experiência em soluções alternativas de abastecimento de água para consumo humano.

RICARDO BARBOSA GOMES DE MORAIS

Graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Alagoas, Brasil (2015). Líder de Produção do Usina Coruripe , Brasil

RICARDO DE AZEVEDO RAMALHO ROSAS

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa e Especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho pela Faculdades Integradas de Patos. MBA em Gerenciamento de Obras, Tecnologia & Qualidade da Construção pelo Instituto de Pós Graduação (IPOG). Graduado em Administração de Empresas pelo Instituto de Educação Superior da Paraíba com experiência na área de Produção e Gestão da Qualidade.

ROBERTA DE OLIVEIRA SOUSA WANDERLEY

Tecnóloga em Alimentos pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, IFPB CAMPUS - SOUSA. Mestre em Sistemas Agroindustriais -Área de Concentração 1) Ciência e Tecnologia em Sistemas Agroindustriais - Produção e Tecnologia Agroindustrial. UFCG Campus de Pombal. Doutoranda em Engenharia de Processos na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Atuou como bolsista de Iniciação Científica (CNPq).Tem experiência na área de Ciência e Tecnologia de Alimentos, com ênfase em Ciência e Tecnologia de Alimentos pós-colheita, beneficiamento e conservação das matérias-primas, higiene e controle de qualidade de produtos e segurança alimentar.

ROSANE RODRIGUES CHAVES

Possui graduação em Bacharelado em Meteorologia pela Universidade de São Paulo (1994), graduação em Física (não concluído) pela Universidade Federal da Bahia(1988), mestrado em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais(1999), doutorado em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais(2003), pós-doutorado pela Universidade de São Paulo(2004) e curso-tecnico-profissionalizante em Técnico em Eletrônica pela Escola Técnica Federal da Bahia(1985). Atualmente é Revisor de periódico da Revista Brasileira de Meteorologia, Professor Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SEBASTIANA RENATA VILELA AZEVEDO

Técnica em Agropecuária pela Escola Técnica Estadual Arlindo Ferreira dos Santos (2011 - 2013). Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande (2014 - 2018). Foi Bolsista no Programa de Educação Tutorial (PET Engenharia Florestal) da UFCG (2014 - 2018). Possui experiência nas áreas de Ciências Agrárias e Ciências Florestais, com ênfase em Recursos Florestais.

STOÉCIO MALTA FERREIRA MAIA

Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Brasil(2009). Professor do Instituto Federal de Alagoas - Matriz, Brasil

TÁSSIO JORDAN RODRIGUES DANTAS DA SILVA

Graduando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

TAYRON RAYAN SOBRINHO COSTA

Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (2018) no Centro de Ciências Agrárias, Campus II - Areia/PB.

TELMA GOMES RIBEIRO ALVES

Possui graduação em Licenciatura Plena em Geografia - Faculdades Integradas de Patos (2004). Especialização em Geopolítica e História (2008) e Especialização em Educação Ambiental (2013) - Faculdades Integradas de Patos. Professora da Prefeitura Municipal de Catingueira e da Prefeitura Municipal de Patos/PB. Atualmente está cursando Mestrado GEOPROF na Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

THAIS MARA SOUZA BARBOSA

Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco-UFPE (2019). Graduada em Geografia pela Universidade Federal de Campina Grande-UFCG (2016). Integrante do grupo de pesquisa Paisagem e Geossistemas - PAISAGEO pela Universidade Federal de Pernambuco e do Grupo de Pesquisa Gestão e Ordenamento Ambiental - GEOAMB pela Universidade Federal de Campina Grande. Possui experiência na área de Geografia Física, com ênfase em Biogeografia, Geossistemas e Análise Integrada da Paisagem. Atua na área de Monitoramento, sustentabilidade ambiental e levantamentos florísticos. Atualmente, é pesquisadora da Associação dos Profissionais em Agroecologia-APA.

WELLINGTON DE SOUSA SANTOS

Acadêmico do 9º período do curso de Engenharia Florestal (UFCG - Campus Patos-PB). Pesquisas científicas nas áreas de fitossociologia, incêndios florestais e banco de sementes do solo (ecologia). Atualmente bolsista no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC).

WELLITA AZEVEDO SILVA

Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil (2016) assistente de laboratório de alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba , Brasil

WILLIAM FIGUEREDO CRUZ

Graduado em Matemática pela Universidade Estadual do Piauí; Atualmente é Pós-graduando do curso de Pós-graduação em Ensino de Matemática com Estatística Aplicada & Docência do Ensino Superior - Faculdade ISEPRO.

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7042-089-3



9 788570 420893