



Caderno de Ciência, Pesquisa e Inovação

v.2, n.3, 2019

Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação

v.2, n.3, 2019

C122 Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação
v.2, n.3, 2019/ Organizadores: Francisco et al.

— Campina Grande: EPGRAF, 2019.
108 f.: il. color.

ISBN: 978-85-60307-48-7

1. Engenharias. 2. Desenvolvimento Tecnológico. 3. Ideias Inovadoras. 4. Difusão. I. Francisco, Paulo Roberto Megna. II. Ribeiro, George do Nascimento. III. Medeiros, Paulo da Costa. IV. Título.

CDU 62

Os capítulos ou materiais publicados são de inteira responsabilidade de seus autores.
As opiniões neles emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista do Editor responsável.
Sua reprodução parcial está autorizada desde que cite a fonte.

Créditos de Imagens

Freepick.com

Editoração, Revisão e Arte da Capa

Paulo Roberto Megna Francisco

Conselho Editorial

Djail Santos (CCA-UEPB)
Dermeval Araújo Furtado (CTRN-UFCG)
George do Nascimento Ribeiro (CDSA-UFCG)
Josivanda Palmeira Gomes (CTRN-UFCG)
João Miguel de Moraes Neto (CTRN-UFCG)
José Wallace Barbosa do Nascimento (CTRN-UFCG)
José Pinheiro Lopes Neto (CTRN-UFCG)
Juarez Paz Pedroza (CTRN-UFCG)
Luciano Marcelo Fallé Saboya (CTRN-UFCG)
Paulo da Costa Medeiros (CDSA-UFCG)
Paulo Roberto Megna Francisco (CTRN-UFCG)
Soahd Arruda Rached Farias (CTRN-UFCG)
Virgínia Mirtes de Alcântara Silva (CTRN-UFCG)

Paulo Roberto Megna Francisco
George do Nascimento Ribeiro
Paulo da Costa Medeiros
(Organizadores)

Caderno de Pesquisa, Ciência e Inovação
v.2, n.3, 2019



Realização

Portal Tecnológico de Divulgação Científica

Eventos, Pesquisas e Inovação



Apoio



SUMÁRIO

Capítulo 1.....	6
<i>INFLUENCE OF DEFICIT IRRIGATION ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF TIFTON 85 GRASS</i>	6
Capítulo 2.....	14
<i>CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL LIPÍDICO DA SEMENTE DE MARACUJÁ DO MATO (Passiflora cincinnata Mast.)</i>	14
Capítulo 3.....	23
<i>ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA VEGETAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO PARAÍBA UTILIZANDO NDVI</i>	23
Capítulo 4.....	34
<i>DETECÇÃO DE MUDANÇAS DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO PARAÍBA ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO</i>	34
Capítulo 5.....	43
<i>RECONFIGURAÇÃO DE REDES ELÉTRICAS DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO ALGORITMO COLÔNIA DE FORMIGAS MODIFICADO</i>	43
Capítulo 6.....	51
<i>ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS PROVENIENTES DOS BEBEDOUROS DE UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO</i>	51
Capítulo 7.....	62
<i>NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE DAS QUEIJARIAS NO MUNICÍPIO DE POMBAL – PB</i>	62
Capítulo 8.....	73
<i>EMPREGO DE EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DE FUNGOS DE ARMAZENAMENTO EM SEMENTES DE AMENDOIM</i>	73
Capítulo 9.....	82
<i>SECAGEM CONVECTIVA DE CASCAS DE KIWI CV. HAYWARD, DIFUSIVIDADE EFETIVA E ENERGIA DE ATIVAÇÃO</i>	82
Capítulo 10	90
<i>DESENVOLVIMENTO DE TANQUE EVAPORÍMETRO DE BAIXO CUSTO</i>	90
Capítulo 11	98
<i>INFRAESTRUTURA, PERCEPÇÃO E ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CONJUNTO HABITACIONAL – JUAZEIRO/BA</i>	98
<i>Curriculum dos Organizadores</i>	108

Capítulo 1**INFLUENCE OF DEFICIT IRRIGATION ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF TIFTON 85 GRASS****¹Anita Cristina Costa da Silva****²Luiz Antonio Lima****³Willian Fernandes de Almeida**¹Professora, IF Sudeste MG/NA/Campus Barbacena, anita.silva@ifsudestemg.edu.br²Professor, UFLA/DEG/Lavras, lalima@yahoo.com³Pós-Doutorando, UFRB/CCAAB/PPGEA/Cruz das Almas, wifatec@yahoo.com.br**Introduction**

Brazil has regions with many differences regarding climatic factors, allowing its cultivated pastures to be subjected to variations in temperature, solar radiation, rainfall, relative humidity, and wind. The seasonality in the production of forage plants, caused by climatic issues, requires the planning and execution of practices that aim at the conservation of forages for use during critical periods (MARTIN et al., 2012).

The management of water resources at the agricultural activity level includes the adoption of appropriate irrigation practices that lead to water saving. As an alternative, one can adopt deficit irrigation, a technique which consists in the application of irrigation depths lower than those required to satisfy the water needs of the crop. Water conservation and saving play a fundamental role in management practices to live with periods of scarcity (MARTIN et al., 2012).

The express purpose of pasture irrigation is to economically and efficiently provide water to the plants according to their needs, providing a soil moisture that is readily available to the plants. According to Duarte (2012), among the climatic factors that influence plant growth, the most relevant are rainfall, temperature and solar radiation, the order of importance varies from place to place and within the seasons of the year. According to Palhano and Haddad (1992), variations in forage quality occur not only between genera, species or cultivars but also with different parts of the plants, stage of maturity, soil fertility and with the local and seasonal conditions of the place in which they are cultivated.

Many studies have been performed to study the behavior of grasses under irrigated conditions, but the answers obtained have been controversial, depending on the region, the forage species, the irrigation system and the

level of inputs employed (SANTOS et al., 2008; MARTIN et al., 2012; DANTAS et al., 2016).

The term "nutritive value" refers to the chemical composition of the forage and its digestibility. However, the association of chemical composition, digestibility and voluntary consumption, among other factors, represents the quality of the forage plant in question. Therefore, the knowledge of the crude protein, crude fiber, and dry matter contents, as well as other components, is of great importance when evaluating a forage plant (FONTANELI et al., 2012).

The chemical composition of the forage plant is one of the parameters used to measure its nutritive value. The low nutritive value of a forage can be associated with the reduced content of crude protein and minerals, as well as with the high content of the cell wall, consequently decreasing digestibility (VAN SOEST, 1994).

Some papers found in the literature evaluate the forage quality of Tifton 85, such as those by (QUARESMA et al., 2011; NERES et al., 2012); these works, however, were conducted in dry conditions. There are few reports when it comes to the quality of irrigated forages. In the work of Santos et al. (2008), evaluating the yield and quality of three forages with the use of supplemental irrigation, it is reported that the use of irrigation was not effective to increase the production and quality of the studied grasses.

Therefore, the objective of this work is to evaluate the interference of the deficit irrigation water depth on the chemical composition of the Tifton 85 grass.

Material and Methods

The research was conducted in the area of the Santa Helena Farm, located in the municipality of Bom Despacho, Minas Gerais state (19°44'S and 45°15'W, 768 m elevation).

According to the Köppen classification, the climate of the region is of Cwa type, temperate humid with dry winter and hot summer. From a weather station installed at the site, it was possible to obtain the data of maximum, mean and minimum daily temperatures besides the reference evapotranspiration (ET_o) during the experiment period.

The experimental period corresponded to 233 days, starting on April 27 and ending on December 15, 2013. During this period, four clippings were performed to evaluate the variables, with each cycle corresponding to 70, 73, 46 and 44 days.

The soil in the experimental area is classified as Dystrophic Red Latosol (Oxisol) (EMBRAPA, 1999). The soil was sampled in the 0-0.20 m layer and the chemical analysis indicated the following values: 5.77 pH in water; 55.67% base saturation; 2.74% saturation by aluminum; 2.33 dag kg⁻¹ of organic matter; 1.75 mg dm⁻³ of P (Mehlich 1); and 22.00 mg dm⁻³ of K (Mehlich 1).

The experimental design was a randomized block design with five treatments and three replications. The treatments corresponded to different water depths that were applied as a function of percentages of the crop coefficient values recommended by Allen et al. (1998) for Bermuda grass. Treatments 1; 2; 3; 4 and 5 corresponded to irrigation water depths of 19; 28; 37; 46 and 56% of the value of the crop coefficient, respectively. There was no treatment without irrigation (dry land), since the experimental area was a hay-producing farm and, therefore, it was not possible to use the central pivot without irrigating the whole area. The property did not possess enough available water to restore the total need of the crop; therefore, it was not possible to perform the treatment with 100% K_c replacement.

During the experimental period, the fertilization with 170 kg ha⁻¹ of N and K₂O was performed, divided into three applications in May, August and November.

For the determinations of soil density, particle density and total porosity, soil samples with three replications were collected from the 0-0.20; 0.20-0.40 and 0.40-0.70 m layers with undisturbed structure, in volumetric rings of determined volume. For the three depth layers, soil density was equivalent to 1.20; 1.14 and 1.17 g cm⁻³; particle density was equivalent to 2.69; 2.71 and 2.63 g cm⁻³, and total porosity to 55.39; 57.93 and 55.51%, respectively.

Water retention curves were composed out of the matric potential and volumetric moisture mean values. These values were fitted to the model of (VAN GENUTCHTEN, 1980).

With regard to irrigation, a central pivot system composed of 5 spans and one balance was employed, totaling a 282.40 m wetted radius. The three central spans (2, 3 and 4) corresponded to blocks 1, 2 and 3, respectively. In order to obtain the variation of the water depth corresponding to the five treatments, 45 pivot nozzles were changed, with 6.90 m wide plots. For the edge effect, 0.50 m were discarded between the beginning of each treatment, with a useful plot width of 5.90 m. The irrigation levels were applied based on the daily records of the local reference evapotranspiration obtained with the automatic weather station, located in the experimental area. The crop coefficient values used during the three developmental stages of Tifton 85 were 0.55; 1.00 and 0.85 (ALLEN et al., 1998).

The clippings were performed at 7 cm in height, using a manual clipper; at each clipping, a sample of approximately 0.5 kg of fresh material was taken. These samples were dried in a drying oven at 105°C for 24 hours, thus obtaining the dry mass. Afterward, they were sent to the Laboratory of Chemistry, Biochemistry and Food Analysis of the Federal University of Lavras (UFLA).

The following variables were evaluated: crude protein (CP), crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and total digestible nutrients (TDN).

The data were subjected to analysis of variance with $p > 0.05$ significance level; with regression analysis being performed for the means. The analyses were performed using the SISVAR® 4.6 Software of Statistical Analysis of the Federal University of Lavras (FERREIRA, 2014).

Results and Discussion

The precipitation during the experimental period was 612.9mm. The distribution was irregular, and the highest concentration occurred in the months of November and December. The rainfall rate corresponding to each clipping time was 118.1; 14.2; 165.3 and 315.3mm, respectively.

The minimum, mean and maximum daily temperatures (Figure 1A) and the reference evapotranspiration (Figure 1B) were registered by an automatic weather station located in the experimental area.

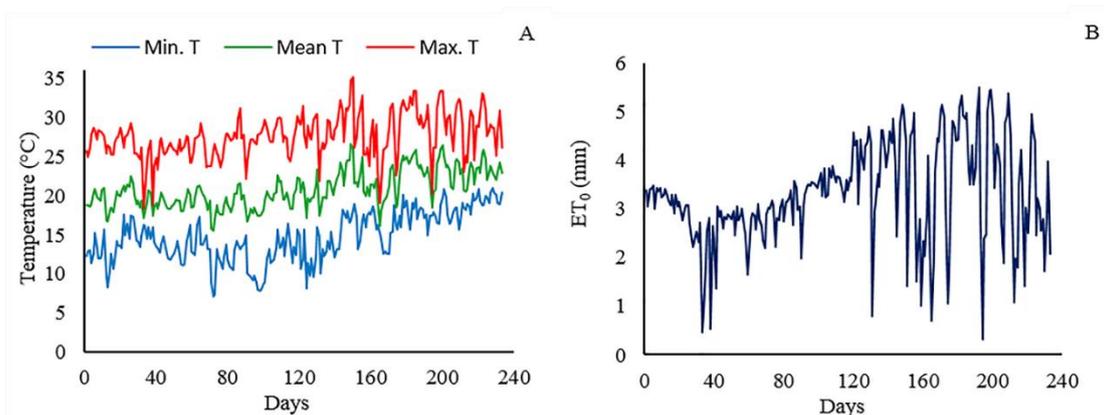


Figure 1. Maximum, mean, minimum temperatures (A) and reference evapotranspiration (B) observed during the experimental period in Bom Despacho, MG, Brazil, 2013.

According to the analysis of variance, significant differences were observed in the second clipping for the crude protein content (CP). In the third clipping, the crude protein,

acid detergent fiber, and total digestible nutrients variables differed statistically. In clippings 1 and 4, no differences were observed in any of the studied variables (Table 1).

Table 1. Analyses of variance for crude fiber (CF), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and total digestible nutrients (TDN) of Tifton 85 grass under deficit irrigation conditions in Bom Despacho, MG, Brazil, 2013

Cut 1						
Source of variation	D.F.	Mean squares				
		CF	CP	NDF	ADF	TDN
Treatments	4	0.5490 ns	0.6028 ns	0.9090 ns	1.0083 ns	0.5736 ns
Blocks	2	1.1927 ns	0.1637 ns	6.5287 ns	0.0622 ns	0.1456 ns
Error	8	0.4285	4.2538	0.4945	3.0087	1.1224
Grand means		27.09	11.15	73.11	33.96	64.15
Coefficient of variation (%)		2.42	18.50	0.96	5.11	1.65
Cut 2						
Source of variation	D.F.	Mean squares				
		CF	CP	NDF	ADF	TDN
Treatments	4	0.7543 ns	1.7411 **	1.8977 ns	1.8760 ns	13.3870 ns
Blocks	2	0.2487 ns	0.1297 ns	2.0487 ns	1.3760 ns	5.6020 ns
Error	8	0.5528	0.0820	1.4337	1.9410	13.6743
Grand means		26.85	9.30	71.25	32.92	63.83
Coefficient of variation (%)		2.77	3.08	1.68	4.23	5.79
Cut 3						
Source of variation	D.F.	Mean squares				
		CF	CP	NDF	ADF	TDN
Treatments	4	0.1792 ns	2.7933 *	14.6657 ns	7.4450 **	3.6537 **
Blocks	2	0.1950 ns	3.7920 *	0.4847 ns	0.3547 ns	0.1609 ns
Error	8	1.1955	0.4598	6.9997	0.8405	0.4202
Grand means		27.69	12.62	71.29	32.43	65.14
Coefficient of variation (%)		3.95	5.37	3.71	2.83	1.00
Cut 4						
Source of variation	D.F.	Mean squares				
		CF	CP	NDF	ADF	TDN
Treatments	4	0.59733 ns	1.1677 ns	0.3560 ns	1.21733 ns	0.7533 ns
Blocks	2	0.0987 ns	17.6647 ns	1.9760 ns	2.0667 ns	0.9147 ns
Error	8	1.5853	1.1591	1.8060	1.8733	0.8444
Grand means		29.57	15.17	74.88	34.77	63.55
Coefficient of variation (%)		4.26	7.10	1.79	3.94	1.45

** , * Significant at 1 and 5%, respectively, by the F test; ns= non-significant.

For the crude protein content in the second clipping, the best fit was the quadratic model (Figure 2A). It was observed that with the increase of the water depth up to the fraction of 0.38 of Kc, there was a decrease in the CP

content, with a minimum value of 8.63%. From this point up to the treatment with the largest water depth (0.56 Kc fraction), the CP content increased (Figure 2A).

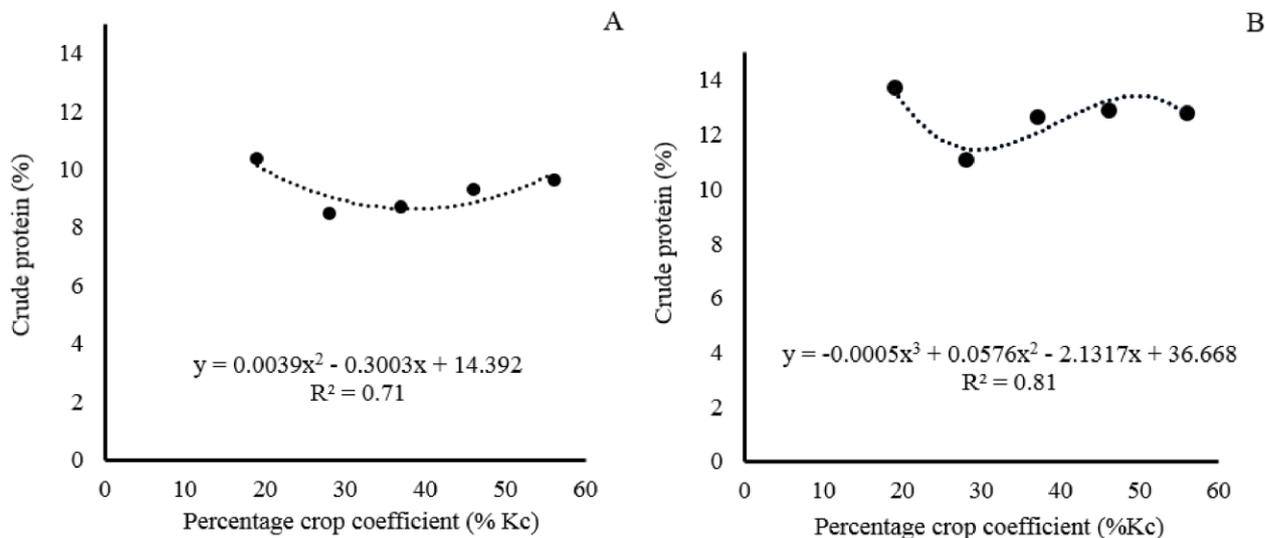


Figure 2. Crude protein values in clippings 2 (A) and 3 (B) observed during the experimental period in Bom Despacho, MG, Brazil, 2013.

For clipping 3, the best fit was obtained with the cubic model (Figure 2B). Resembling the previous clipping, a CP decrease occurred with the increase of the water depth until the fraction of 0.28 of Kc. An increase in CP content values was observed from this point; however, unlike the second clipping, the CP values stabilized in the treatments with larger depths (Figure 2B).

In the first and fourth clippings, there was no significant difference in the crude protein levels, with means of 11.15 and 15.17%, respectively (Table 1). The second clipping presented the lowest CP values. In this period the rainfall amount was only 14.20mm and, since deficit irrigation was employed, the low CP values can be related to the shortage of water that occurred during the period. Although being the lowest CP values, these are still higher than 7.0%, considered the minimum limit required by rumen microorganisms of adult bovines (MINSON, 1984; SANTOS et al., 2008). Thereby, the forage obtained can satisfactorily meet the minimum protein requirements of ruminants.

The CP content of forage plants declines with increasing age (VASCONCELOS et al., 2009), as there is a decrease in the leaf/stem ratio and increase in the lignification of the forage cell wall. Another factor to consider is that the two first clippings were performed during the colder period of the year, in which

the forage diminishes its metabolism, restricting the absorption of water and nutrients. In the second clipping, temperatures below the base temperature considered for Tifton 85, which is 10°C, were observed during 17 days (Figure 1A). It was also the longest cycle, with 73 days. These two factors may have contributed to the lower CP levels obtained during the experiment.

The highest CP values were observed in the fourth clipping. In that period, precipitation was equivalent to 315.30mm. The highest CP values observed might be related to the highest rainfall index associated with cycle duration, which was the shortest cycle, with 44 days.

The mean CP in the period of the four clippings was 12.06%, a similar result to that obtained by Souza et al. (2010), who used irrigated Tifton 85, with clippings at 24 days, and obtained 13.60% of CP. The CP value obtained in this research was superior to the result obtained by Voltolini et al. (2009) who used irrigated Tifton 85, also with clippings at 24 days, and obtained a CP content equivalent to 10.86%.

A study conducted by Rodrigues et al. (2010) in Parnaíba-PI, evaluating the effect of irrigation (0.2, 0.6 and 1.0% Class "A" pan evaporation fractions - ECA) and nitrogen fertilization (100, 200 and 300 kg ha⁻¹) on Tifton 85 grass with 28-day cycles, demonstrated that

the CP content increases with increasing doses of N associated with increasing irrigation depths. The CP value of 12.78% was reached with a water depth of 0.6% ECA and 200 kg ha⁻¹ year⁻¹, which is closer to the conditions studied in the present experiment (fertilization of 170 kg ha⁻¹ of N and deficit irrigation), which had a 12.06% CP mean in the period. Sanches et al. (2015) obtained a CP value of 15.0% for the irrigated Tifton 85 with clipping at 53 days in the municipality of Mariluz – PR, Brazil.

There was no significant difference for the crude fiber contents, with means of 27.09; 26.85; 27.69 and 29.57% in clippings 1, 2, 3 and 4, respectively (Table 2). Currently, there is almost no new research using CF, since the ADF

and NDF methods have become more accurate to be used in ruminant nutrition research. Dantas Neto et al. (2000) evaluated the irrigated buffel grass (*Cenchrus ciliaris*, L.) in the municipality of Sumé, PB, Brazil, and according to the obtained data, they observed a small variation in the crude fiber content in the studied water depths. However, as the water depth applied increased, the crude fiber content also increased. According to them, the crude fiber content of the plant varied from 29.85% in the water depth of 118 mm, to 33.32%, in the 470 mm depth. Such values are higher than that obtained in this study, which had an average of 27.80% of CF.

Table 2. Mean values for crude fiber (CF), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and total digestible nutrients (TDN) of Tifton 85 under deficit irrigation conditions in Bom Despacho, MG, Brazil

Variables	Treatments				
	19% Kc	28% Kc	37% Kc	46% Kc	56% Kc
Cut 1					
Crude fiber	26.93 a	26.70 a	26.73 a	27.60 a	27.50 a
Crude protein	11.15 a	11.37 a	10.37 a	11.48 a	11.37 a
Neutral detergente fiber	72.80 a	72.47 a	73.00 a	73.37 a	73.90 a
Acid detergente fiber	34.20 a	32.93 a	34.33 a	34.23 a	34.10 a
Total digestible nutrients	63.90 a	64.83 a	63.79 a	63.88 a	64.33 a
Cut 2					
Crude fiber	26.63 a	27.00 a	26.47 a	26.50 a	27.67 a
Neutral detergente fiber	70.37 a	72.40 a	70.73 a	71.13 a	71.63 a
Acid detergente fiber	32.57 a	34.27 a	32.97 a	32.30 a	32.50 a
Total digestible nutrients	65.07 a	60.27 a	63.48 a	65.23 a	65.09 a
Cut 3					
Crude fiber	27.53 a	27.84 a	27.43 a	27.60 a	28.03 a
Neutral detergente fiber	71.70 a	73.73 a	72.67 a	70.33 a	68.03 a
Cut 4					
Crude fiber	30.20 a	29.87 a	29.40 a	29.27 a	29.13 a
Crude protein	15.85 a	15.69 a	14.61 a	15.24 a	14.46 a
Neutral detergente fiber	75.07 a	75.27 a	74.67 a	75.00 a	74.40 a
Acid detergente fiber	34.60 a	35.07 a	35.73 a	34.20 a	34.27 a
Total digestible nutrients	63.62 a	63.29 a	62.83 a	63.90 a	64.09 a

Means followed by the same letter are not significantly different by Tukey's test at $\alpha = 0.05$.

There was a significant difference for the acid detergent fiber in clipping 3 (Figure 3A). The best fit was the quadratic model. It was observed that with the increase of the water depth up to 37% of Kc, an increase in the ADF

content occurred, with a maximum value of 33.81%. From this point up to the treatment with the largest water depth (56% Kc), there was a decrease in the ADF content (Figure 3A).

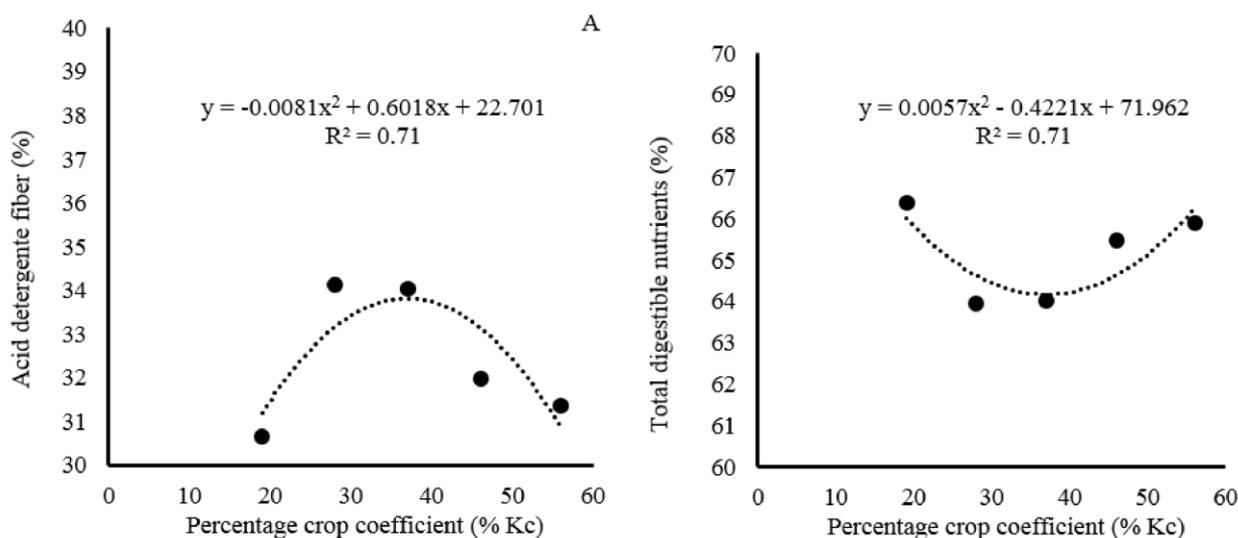


Figure 3. Acid detergent fiber (A) and total digestible nutrients (B) values observed during the experimental period in Bom Despacho, MG, Brazil, 2013.

In the first, second and fourth clippings there was no significant difference in the ADF levels, with means of 33.96; 32.92 and 34.77%, respectively (Table 1). According to Burton et al. (1993), pasture fiber contents are directly correlated with the intake and digestibility of this forage, and neutral detergent fiber values are negatively correlated with voluntary consumption by the animal, whereas the acid detergent fiber is negatively correlated with digestibility.

In the entire period, the ADF had a mean of 33.52%, consistent with the values found in literature, ranging from 30 to 40% for the *Cynodon* grasses (NESRES et al., 2011; CASTAGNARA et al., 2012; SILVA et al., 2012). Sanches et al. (2015) obtained ADF of 30.60% for the irrigated Tifton 85, with clipping at 53 days, in the municipality of Mariluz-PR, Brazil. Souza et al. (2010) also studied the irrigated Tifton 85 grass, with clipping at 24 days, and reached an FDA value of 31.0%.

There was no significant difference in the levels of neutral detergent fiber, with means in clippings 1, 2, 3 and 4 of 73.11; 71.25; 71.29 and 74.88%, respectively (Table 1). High NDF levels are not desirable since after a critical interval (from 39 to 44%) the increase in the NDF content of the forage limits its consumption by the animal (FONTENELE et al., 2011). The mean values obtained in this study ranged from 71.25 to 74.88%. The high NDF content obtained for Tifton 85 is a particularity of this forage, commonly depicted in literature, which cite values close to 80% of NDF (RIBEIRO et al., 2001; GONÇALVES et al., 2003).

The NDF content is an important parameter that defines the quality of the forage, and values above 60% are negatively correlated with the voluntary consumption of DM by the animals (VAN SOEST, 1994). Voltolini et al. (2009) who used irrigated Tifton 85 grass, also with clippings at 24 days, obtained NDF values of 73.74%. Sanches et al. (2015) obtained NDF of 72.10% for the irrigated Tifton 85, with clipping at 53 days, in the municipality of Mariluz-PR, Brazil. Souza et al. (2010) studied this same irrigated grass, with clippings at 24 days, reached an NDF value of 70.90%.

There was a significant difference for the total digestible nutrients in clipping 3 (Figure 4B). The best fit was the quadratic model. It was observed that with the increase of the water depth up to the fraction of 0.37 Kc, there was a decrease in the TDN content, with a minimum value of 64.17%. From this point up to treatment with the largest water depth (0.56 Kc) the TDN content increased (Figure 4B).

In the first, second and fourth clippings there was no significant difference in TDN contents, with means of 64.15; 63.83 and 63.55%, respectively (Table 1). Mean TDN values ranged from 63.55 to 65.13% during the experimental period. Santos et al. (2008), evaluating irrigated and non-irrigated Tifton 85 grass in the city of Itapetinga-BA, Brazil, verified that irrigation did not provide a significant difference in TDN, with a mean value of 63.30%, very close to the values obtained in this work. Andrade et al. (2012) also evaluated the irrigated Tifton 85 grass and obtained a TDN mean of 63.88%.

Therefore, there is a need for more detailed studies in order to determine in what condition the irrigation effect may occur.

Conclusion

For the Tifton 85 grass, the deficit irrigation provided a difference in the crude protein contents in clippings 2 and 3, and in the acid detergent fiber and total digestible nutrients in clipping 3. The crude fiber and neutral detergent fiber levels, however, were not influenced by deficit irrigation.

References

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 300p.
- ANDRADE, A. S.; DRUMOND, L. C. D.; APPELT, M. F.; MOREIRA, D. D.; ARAÚJO, F. C.; GOD, P. I. V. G. Crescimento e composição bromatológica de Tifton 85 e Vaquero em pastagens fertirrigadas. *Global Science and Technology*, v.5, n.2, p.56-68, 2012.
- BURTON, G. W.; HILL, G. M.; GATES, R. N. Registration of "Tifton 85" bermudagrass. *Crop Science*, v.33, n.3, p.644-645, 1993.
- CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A.; OLIVEIRA, P. S. R.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; MESQUITA, E. E.; ZAMBOM, M. A. Use of a conditioning unit at the haymaking of Tifton 85 overseeded with Avena sativa or Lolium multiflorum. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.6, p.1353-1359, 2012.
- DANTAS, G. F.; FARIA, R. T.; SANTOS, G. O.; DALRI, A. B.; PALARETTI, L. F. Produtividade e qualidade da *brachiaria* irrigada no outono/inverno. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v.36, n.3, p.469-481, 2016.
- DANTAS NETO, J.; SILVA, F. A. Z.; FURTADO, D. A.; MATOS, J. A. Influência da precipitação e idade da planta na produção e composição química do capim-buffel. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.9, p.1867-1874, 2000.
- DUARTE, A. L. M. Efeito da água sobre o crescimento e valor nutritivo das plantas forrageiras. *Pesquisa & Tecnologia*, v.9, n.2, p.1-6, 2012.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1999. 412p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v.38, n.2, p.109-112, 2014.
- FONTENELE, R. M.; PEREIRA, E. S.; CARNEIRO, M. S. S.; PIMENTEL, P. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; REGADAS FILHO, J. G. L. Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações com diferentes níveis de energia metabolizável. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.6, p.1280-1286, 2011.
- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; DÜRR, J. W. Qualidade e valor nutritivo de forragem. FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária na região sul-brasileira, v.2, p.27-49, 2012.
- GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T.; JOBIM, C. C.; DAMASCENO, J. C.; CECATO, U.; BRANCO, A. F. Determinação do consumo, digestibilidade e frações protéicas e de carboidratos do feno de Tifton 85 em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.804-813, 2003.
- MARCHESAN, R.; PARIS, W.; ZIECH, M. F.; PROHMANN, P. E. F.; ZANOTTI, J.; HARTMANN, D. V. Produção e composição química-bromatológica de Tifton 85 (*Cynodon dactylon* L. Pers) sob pastejo contínuo no período hibernal. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.4, p.1933-1942, 2013.
- MARTIN, J. D.; CARLESSO, R.; AIRES, N. P.; GATTO, J. C.; DUBOU, V.; FRIES, H. M.; SCHEIBLER, R. B. Irrigação deficitária para aumentar a produtividade da água na produção de silagem de milho. *Irriga*, v.1, n.1, p.192-205, 2012.
- MINSON, D. J. Effects of chemical and physical composition of herbaje eaten upon intake. In: HACKER, J. B. Nutritional limits to animal production from pasture. Farnham Royal: CAB, p.167-182. 1984.
- NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; OLIVEIRA, P. S. R.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Production of tifton 85 hay overseeded with white oats or ryegrass. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.8, p.1638-1644, 2011.
- NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; OLIVEIRA, P. S. R.; OLIVEIRA, A. A. M. A. Production of tifton 85 hay overseeded with white oats or ryegrass. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.8, p.1638-1644, 2011.
- NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; SILVA, F. B.; OLIVEIRA, P. S. R.; MESQUITA, E. E.; BERNARDI, T. C.; GUARIANTI, A. J.; VOGT, A. S. L. Características produtivas, estruturais e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Piatã e do feijão-guandu cv. Super N, em cultivo singular ou em associação. *Ciência Rural*, v.42, n.5, p.862-869, 2012.

PALHANO, A. L.; HADDAD, C. M. Exigências nutricionais e valor nutritivo de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coast-cross nº1. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.27, n.10, p.1429-1438, 1992.

QUARESMA, J. P. S.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; CABRAL, L. S.; OLIVEIRA, M. A.; CARVALHO, D. M. G. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) submetido a doses de nitrogênio. Acta Scientiarum Animal Sciences, v.33, n.2, p.45-150, 2011.

RODRIGUES, B. H. N.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L. Teor de proteína bruta do Tifton 85 sob irrigação e adubação nitrogenada em Parnaíba, Piauí. Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia, v.4, n.26, p.886-892, 2010.

SANTOS, N. L.; SILVA, M. W. R.; CHAVES, M. A. Efeito da irrigação suplementar sobre a produção dos capins Tifton 85, Tanzânia e Marandu no período de verão no sudoeste baiano. Ciência Animal Brasileira, v.9, n.4, p.911-922, 2008.

SOUZA, R. A.; VOLTOLINI, T. V.; PEREIRA, L. G. R.; MORAES, A. S.; MANERA, D. B.; ARAÚJO, G. G.

L. Desempenho produtivo e parâmetros de carcaça de cordeiros mantidos em pastos irrigados e suplementados com doses crescentes de concentrado. Acta Scientiarum Animal Sciences, v.32, n.3, p.323-329, 2010.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. Soil Science Society of America Journal, v.44, n.5, p.892-899, 1980.

VAN SOEST, P. J. Nutricional ecology of the ruminant. 2nd ed. Cornell University Press. 1994. 476p.

VASCONCELOS, W. A.; SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; PINTO, T. F.; LIMA, W. C.; EDVAN, R. L.; PEREIRA, O. G. Valor nutritivo de silagens de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) colhido em função de idades de rebrotação. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.10, n.4, p.874-884, 2009.

VOLTOLINI, T. V.; MOREIRA, J. N.; NOGUEIRA, D. M.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, S. R. B.; LINS, P. R. C. Fontes proteicas no suplemento concentrado de ovinos em pastejo. Acta Scientiarum Animal Sciences, v.31, n.1, p.61-67, 2009.

Capítulo 2

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E PERFIL LIPÍDICO DA SEMENTE DE MARACUJÁ DO MATO (*Passiflora cincinnata* Mast.)**¹Ana Júlia de Brito Araújo****²Newton Carlos Santos****³Sâmela Leal Barros****⁴Silvana Belém de Oliveira Vilar****⁵Flávio Luís Schmidt****⁶Francisco Pinheiro Araújo****⁷Luciana Cavalcanti de Azevêdo**

^{1,4,7}Instituto Federal do Sertão Pernambucano, IF-Sertão, Campus Petrolina-PE,

silvana.belem@ifsertao-pe.edu.br; ana.julia@ifsertao-pe.edu.br; luciana.cavalcanti@ifsertao-pe.edu.br

^{2,3}Mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Agrícola, Universidade Federal de Campina

Grande, UFCG/CTRN/UAEA/Campus Campina Grande-PB,

newtonquimicoindustrial@gmail.com; samelaleal7@gmail.com

⁵Departamento de Tecnologia dos Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas- SP,

schmidt.unicamp@gmail.com

⁶Analista da Embrapa Semiárido, Petrolina – PE, Brasil, pinheiro.araujo@embrapa.br

Introdução

O Brasil é um país de contrastes, é o 4º produtor mundial de alimentos, mas ocupa o 6º lugar no mundo em subnutrição, é o 8º país nos indicadores econômicos e o 52º nos indicadores sociais, o que demonstra o desequilíbrio que existe entre o seu potencial econômico e a qualidade de vida da população. A alimentação saudável torna possível a obtenção na melhoria da qualidade de vida da população. Para que uma dieta seja considerada como equilibrada, deve contemplar alimentos ricos em proteínas, carboidratos, vitaminas, sais minerais e fibras. Grande parte desses nutrientes está contido em alimentos de origem vegetal, principalmente em partes pouco aproveitadas como cascas, sementes, talos e folhas (OLIVEIRA et al., 2009).

No Brasil são encontradas de 111 a 150 espécies pertencentes ao gênero *Passiflora*, que se concentra principalmente no centro de distribuição geográfica, localizada no Centro-Norte do país. Apesar desta grande diversidade de espécies, destaca-se comercialmente no Brasil o maracujá-azedo (*Passiflora edulis* Sims. *Edulis*) e o maracujá-doce (*Passiflora alata* Curtis). Com relação as frutas nativas, foram identificadas mais de 40 espécies do gênero *Passiflora* nativas silvestres do Brasil, dentre as quais se destacam a *P. cincinnata*, a *P. setacea* e a *P. nítida* por possuírem maior potencial para uso econômico, estas espécies são utilizadas no consumo in natura ou na forma de sucos, doces, geleias e medicamentos ou como ornamental. A rusticidade, tolerância a pragas e doenças, e a

boa produtividade, com floração em períodos de entressafra do maracujá comercial, são fatores que podem em um futuro próximo adquirir grande importância social e ambiental, a partir da geração de emprego e renda em áreas que seriam inadequadas para a agricultura convencional, sendo possível a redução no uso de defensivos agrícolas (LOPES et al., 2010).

O maracujá (*Passiflora cincinnata* Mast.) é um fruto silvestre pertencente à família Passifloraceae, popularmente conhecido no Brasil como maracujá-do-mato, maracujá-mochila ou maracujá-tubarão. Sua grande resistência à seca, doenças e pragas, é a razão pela qual o fruto se desenvolve em diversos tipos de solos da região semiárida, sendo uma espécie amplamente distribuída na América do Sul. Além de possuir natureza perene, apresenta grande período de florescimento e versatilidade, podendo ser utilizados no consumo direto (fruta fresca) ou como matéria-prima na indústria de alimentos (sucos, geleias, sorvetes, doces, bebidas lácteas, óleos), na indústria química (perfumes e aromas), indústria farmacêutica ou na suplementação da alimentação animal (ARAÚJO, 2007; SANTOS et al., 2017).

Seus frutos possuem sabor exótico, boa aceitabilidade para consumo e elevado valor nutricional. Estão presentes em sua composição diversos componentes funcionais como fibras, vitaminas, carotenoides, flavonoides, cálcio, ferro, fósforo, esteroides e ácidos graxos (MORAES et al., 2002; LIMA et al., 2012; SANTOS et al., 2017).

Na atualidade destaca-se a importância do aproveitamento integral dos alimentos, como alternativa para a redução de custos na indústria, desenvolvimento de novos produtos com potencial funcional e maior conscientização dos consumidores para o consumo e redução no desperdício de alimentos (SILVA et al., 2014).

Na indústria de suco de maracujá utiliza-se apenas a polpa da fruta, porção que representa apenas 30% da massa total dos frutos. São considerados como resíduos resultantes do processo, à casca, o albedo e as sementes, que são frequentemente descartados. Porém, estas frações das frutas que geralmente são descartadas, podem conter quantidades iguais ou maiores de nutrientes comparadas com a própria polpa. Por isso, atualmente têm-se despertado o interesse pelo aproveitamento destes resíduos industriais, que apresentam alto teor de nutrientes como proteínas, carboidratos, lipídios, fibras, flavonoides e antioxidantes, e que possuem potencial tecnológico para a produção de diversos alimentos. Por ter baixo custo e alto valor nutritivo, eles são de grande interesse às indústrias de alimentos, pois proporcionam o enriquecimento nutricional do produto final sem onerar o custo de produção, resultando em um preço acessível ao consumidor e maior margem de lucro ao produtor (MIRANDA et al., 2013; SILVA et al., 2014).

A utilização econômica dos subprodutos resultantes do processamento do maracujá deve ser considerado, pois durante o processo de esmagamento para a obtenção do suco são gerados inúmeras toneladas de resíduos. Portanto, o aproveitamento das sementes de maracujá permite agregar valor a estes subprodutos, trazendo benefícios econômicos, ambientais, científicos e tecnológicos. As sementes do maracujá, representam cerca de 6 a 12% do peso total do fruto e contêm em sua composição certa de 10% de proteína e 20% de óleo comestível, são consideradas então como boa fonte de lipídeos, carboidratos, proteínas e minerais. O óleo extraído nas sementes possui coloração amarela, sabor agradável e odor suave, com características físico-químicas importantes como a baixa secatividade, médio índice de saponificação e baixa estabilidade, sendo suscetível a rancidez oxidativa devido ao grande conteúdo de ácido linoléico. Estas características relacionadas ao valor nutritivo e digestibilidade do óleo de maracujá podem ser facilmente comparadas ao óleo de algodão

(LEONEL et al., 2000; SANT'ANNA et al., 2001; FERRARI et al., 2004).

Diversos setores da indústria tem buscado novas fontes de óleos vegetais, pois estes componentes possuem elevado valor comercial e pode ser aplicado em inúmeros segmentos, como no caso da indústria alimentícia e indústria cosmética. São frequentemente utilizados como agentes umectantes, emolientes, emulsificantes e modificadores de viscosidade, sendo aplicados também como matérias-primas no processo produtivo de cosméticos, como sabões e shampoos que utilizam em sua formulação ácidos mirístico, palmítico, esteárico, linoleico e linolênico, que são associadas a propriedades rejuvenescedoras e curativas. Tem sido também verificado nos óleos vegetais, grande potencial nutracêutico (HIDALGO et al., 2016). A grande expansão do mercado, provocou o aumento da demanda produtiva de óleos, como também a necessidade de otimização do processo. Do ponto de vista de saúde, torna-se necessário o desenvolvimento de óleos com menor grau de instauração para que sejam minimizados os danos à saúde da população (SCHERER & BÖCKEL, 2018).

Os lipídeos são definidos como compostos insolúveis em água constituídos por variadas substâncias, entre elas os ácidos graxos que são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas, podendo apresentar diferentes comprimentos de cadeia de carbonos (cadeia curta, média e longa), apresentando ou não duplas ligações (saturados e insaturados), possuem diferentes configurações das duplas ligações (cis e trans). Os ácidos graxos insaturados contêm uma ou mais duplas ligações na cadeia hidro carbonada, são classificados em monoinsaturados ou poli-insaturados e pertencem a diferentes séries, sendo denominados como ômega-3, ômega-6 e ômega-9 (NASCIUTTI et al., 2015).

Dentre as reações de oxidações existentes em ácidos e gorduras, a mais recorrente é a oxidação que é causada pela exposição do produto ao oxigênio do ar atmosférico ou autooxidação, que provoca a formação de radicais livres. Esta reação provoca a formação de um cheiro indesejável no alimento, que se intensifica até que seja atingido um forte odor de ranço, esse causado por aldeídos e ácidos de baixo peso molecular oriundos na decomposição do produto. O nível de instauração dos ácidos graxos ou da gordura do produto é proporcional a facilidade de

rancificação. O conhecimento do perfil de ácidos graxos de óleos, determinado através da cromatografia gasosa é de extrema importância para a indústria pois o teor de ácidos graxos é utilizado como padrão de identidade e qualidade, sendo capaz de indicar possíveis alterações de acordo com o grau de degradação oxidativa do óleo (SCHERER & BÖCKEL, 2018).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial nutricional da semente de maracujá do mato por meio do conhecimento da composição físico química e perfil lipídico desse resíduo, verificando seu potencial de tecnológico para indústria de alimentos.

Material e Métodos

Os frutos de maracujá do mato (Figura 1a) foram obtidos no Campo Experimental da Caatinga pertencente à Embrapa Semiárido,

Petrolina – PE. Localizado entre as coordenadas geográficas de 09°09' Latitude S e 40°22' Longitude W, com precipitação pluviométrica média de 1,59 mm, temperatura média mensal é de 26°C, umidade relativa entre 50 e 70%, insolação média de 2.800 horas/ano, com evaporação em torno de 2.000 mm/ano, dados provenientes das estações meteorológicas da Embrapa Semiárido, o solo tipo Latossolo vermelho amarelo.

O fruto foi separado em casca + albedo, polpa e sementes (Figura 1b) foram encaminhadas ao Laboratório de Óleos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). As determinações de umidade, acidez total titulável, lipídeos, cinzas, proteínas e perfil lipídico foram feitas em base seca e em triplicata, de acordo com os procedimentos descritos na metodologia.

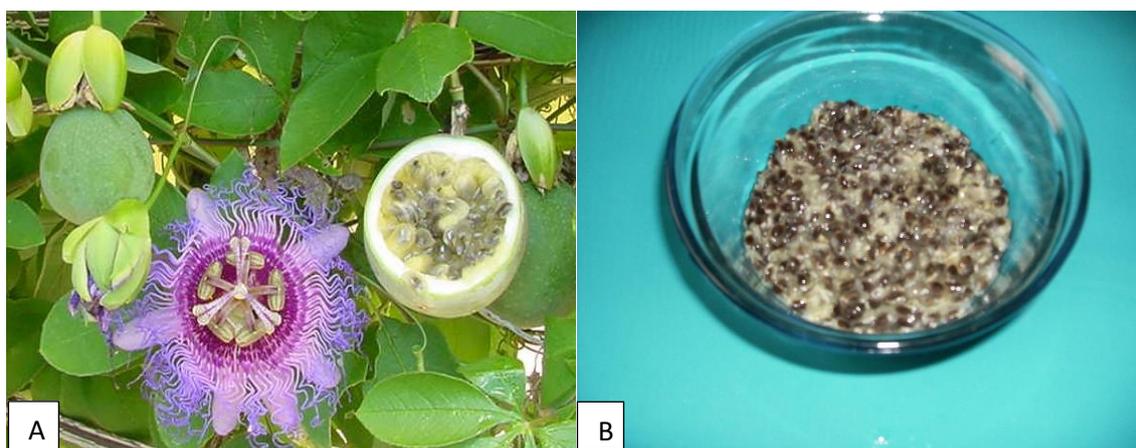


Figura 1. Maracujá do mato (*Passiflora cincinnata* Mast.): a) Fruto; b) sementes.

Métodos analíticos

O Teor de umidade foi determinado de acordo com a metodologia pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008) para frutas. Pesou-se 5 gramas da amostra em cadinhos, previamente tarada. Os cadinhos foram levados para estufa a 105 °C durante 3 horas, sendo resfriado em dessecador até a temperatura ambiente, em seguida pesado e repetido a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante.

A Acidez total titulável foi quantificada por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N padronizado, e o resultado expresso em porcentagem do ácido predominante na fruta (ácido cítrico). A titulação foi realizada em presença do indicador fenolftaleína, de acordo com a metodologia pelo Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008).

O Teor de lipídeos foi determinado pela extração em aparelho Soxhlet, utilizando-se éter etílico como solvente (BRASIL, 2008). A extração de gordura foi do tipo sólido-líquido, onde a gordura na fase sólida passa para a fase líquida (solvente) através da técnica de extração contínua. O solvente condensado ultrapassa certo volume, escoando de volta para o balão, onde é aquecido, e novamente evaporado e a gordura fica concentrada no balão.

O Teor de cinzas o resíduo mineral fixo foi determinado mediante carbonização em manta elétrica e incineração em mufla a 550 °C até a obtenção de cinzas claras (BRASIL, 2008). Pesou-se 5 gramas da amostra em uma cápsula de porcelana, previamente tarada, sendo carbonizada em temperatura baixa e incinerada em mufla a 550 °C, resfriando em dessecador até

a temperatura ambiente e pesando, repetindo as operações de aquecimento e resfriamento até peso constante. Quando ocorre a eliminação completa do carvão, obtendo-se cinzas brancas ou ligeiramente acinzentadas.

O Teor de proteínas, onde sua determinação se fundamenta na característica química deste nutriente de possuir em sua molécula o átomo de nitrogênio. Determinou-se o teor total de nitrogênio na amostra pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1980). Nesta determinação quantifica-se o teor de nitrogênio que, por meio de um fator de conversão, transforma o resultado encontrado em teor de proteína bruta. Para isso, faz-se inicialmente a digestão da amostra, onde o nitrogênio orgânico é transformado em amônia, e os compostos orgânicos são convertidos em CO₂, H₂O, etc. Com a destilação a amônia é separada e recolhida em solução receptora (ácido bórico). Pela titulação, faz-se a determinação quantitativa da amônia contida na solução receptora, transformando o valor para % de proteína bruta.

O Perfil lipídico e sua composição em ácidos graxos foi determinada sob o óleo submetido à saponificação e esterificação, conforme metodologia descrita por Maia (1992), sendo os seus componentes separados por CGC (Cromatógrafo Gasoso Capilar) usando coluna capilar: DB-23 AGILENT (50% cyanopropyl) methylpolysiloxane, 60m, Øint=0,25mm, com a seguinte programação de corrida: fluxo: 1,00mL/min; velocidade linear: 24 cm/seg; Temperatura do detector: 280 °C; Temperatura do injetor: 250 °C; Temperatura Forno: 110 °C/5 minutos, 110-215 °C (5 °C/min), 215 °C/24 minutos; Gás de arraste: Hélio; Volume 35 injetado: 1,0 ¼L.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos da caracterização físico-química da semente do maracujá do mato e foram comparados aos da semente do maracujá amarelo.

Tabela 1. Composição físico-química da semente do maracujá do mato

Parâmetros (%)	¹ Semente do maracujá do mato	² Semente do maracujá amarelo	³ Semente do maracujá amarelo	⁴ Semente do maracujá amarelo
Teor de umidade	24,0	10,5	26,7	6,89
Teor de cinzas	1,6	1,8	-	1,47
Teor de proteínas	9,3	15,6	-	12,57
Teor de lipídeos	24,0	25,7	-	28,12
Acidez total titulável (ácido cítrico)	1,7	-	-	-

Fonte: ¹Dados da pesquisa; Adaptado de Ferrari et al. (2004)²; Martins et al. (2005)³; Jorge et al. (2009)⁴.

A semente do maracujá do mato apresenta teor de umidade de 24%, valor semelhante ao observado por Martins et al. (2005) em sementes de maracujá amarelo (26,7%), porém superior ao encontrado por Ferrari et al. (2004). Esta diferença pode estar relacionada a diversos fatores, extrínsecos ou intrínsecos, no qual destaca-se o processamento no qual a matéria-prima analisada foi submetida, no presente estudo as amostras foram avaliadas em sua forma fresca, enquanto as amostras analisadas por Ferrari et al. (2004) foram submetidas ao processo de obtenção de farelo, no qual apresentou-se como produto final, o farelo desengordurado de semente de maracujá amarelo. Teores de umidade elevados, favorecem o desenvolvimento de microrganismos e deterioração causadas por reações bioquímicas, demonstrando que a aplicação do processo prévio de secagem na

semente do maracujá do mato para aproveitamento desse resíduo, pode promover a obtenção de um produto com maior estabilidade físico-química e microbiológica.

Com relação ao teor de cinzas existente na semente de maracujá do mato observa-se baixo valor (1,6%), porém há semelhança com o teor verificado por Ferreira et al. (2004) e Jorge et al. (2009) na semente de maracujá-amarelo, com teor de 1,8 e 1,47%, respectivamente. Constata-se que, as sementes apresentam teor de cinzas superior ao observado na polpa do maracujá do mato (0,81%) por Araújo et al. (2009) e nas sementes de graviola (1,19%) por Mançano et al. (2018). De acordo com Morzelle et al. (2015), quantidades reduzidas de resíduo mineral fixo, pode ser confirmado, em parte, pela concentração baixa de cálcio, ferro e zinco deste produto. As diferenças observadas na literatura para o teor de cinzas podem ser

observados por meio da coloração das sementes, em que foi constatado que cores mais escuras podem indicar maior quantidade de compostos minerais, os quais podem ser responsáveis pelo amargor, como o oxalato de cálcio, sobretudo a maioria dos componentes minerais se apresentarem na casca (ARRIEL et al., 2007; GOMES et al., 2018).

O teor proteico de 9,3% apresentado pela semente do maracujá do mato é levemente inferior ao encontrado por Jorge et al. (2009), que obtiveram 12,57% de proteínas nas sementes de maracujá amarelo. A semente do maracujá do mato apresenta 1,7% de ácido cítrico, valor inferior ao observado por Araújo et al. (2009) na polpa do maracujá do mato (3,80%) e superior ao encontrado na semente de noni (0,43%) por Lemos et al. (2015). Segundo Santos et al. (2018) e Aroucha et al. (2010), a acidez é importante, não somente para determinar a relação de doçura de um produto, mais também pela sua grande utilidade na indústria de alimentos, como conservante podendo prolongar a vida de prateleira, índice

para avaliação de qualidade e maturidade, indicador sensorial entre outras funções.

Pelos resultados obteve-se 24% de lipídeos, valor este próximo ao verificado para sementes de maracujá amarelo (25,7%) por Ferrari et al. (2004); sementes de moringa (22,17%) por Oliveira et al. (2009), e para sementes de mamão solo (25,80%) por Jorge e Malacrida (2008).

Através da análise de cromatografia gasosa capilar obteve-se um cromatograma (Figura 2), em que se verifica três picos majoritários, em diferentes períodos de tempo. Estes picos indicam que os ácidos graxos que se apresentam em quantidades mais expressivas são o ácido linoléico (xx%), oléico (15%) e palmítico (9%). Na Tabela 2, são apresentados os resultados da composição em ácidos graxos da semente do maracujá do mato, no qual observa-se traços de diversos ácidos graxos como o ácido mirístico, linolênico, pentadecanóico, palmítico, palmitoléico, margárico, heptadecanóico, esteárico, eicosanóico, gadolínico e beénico.

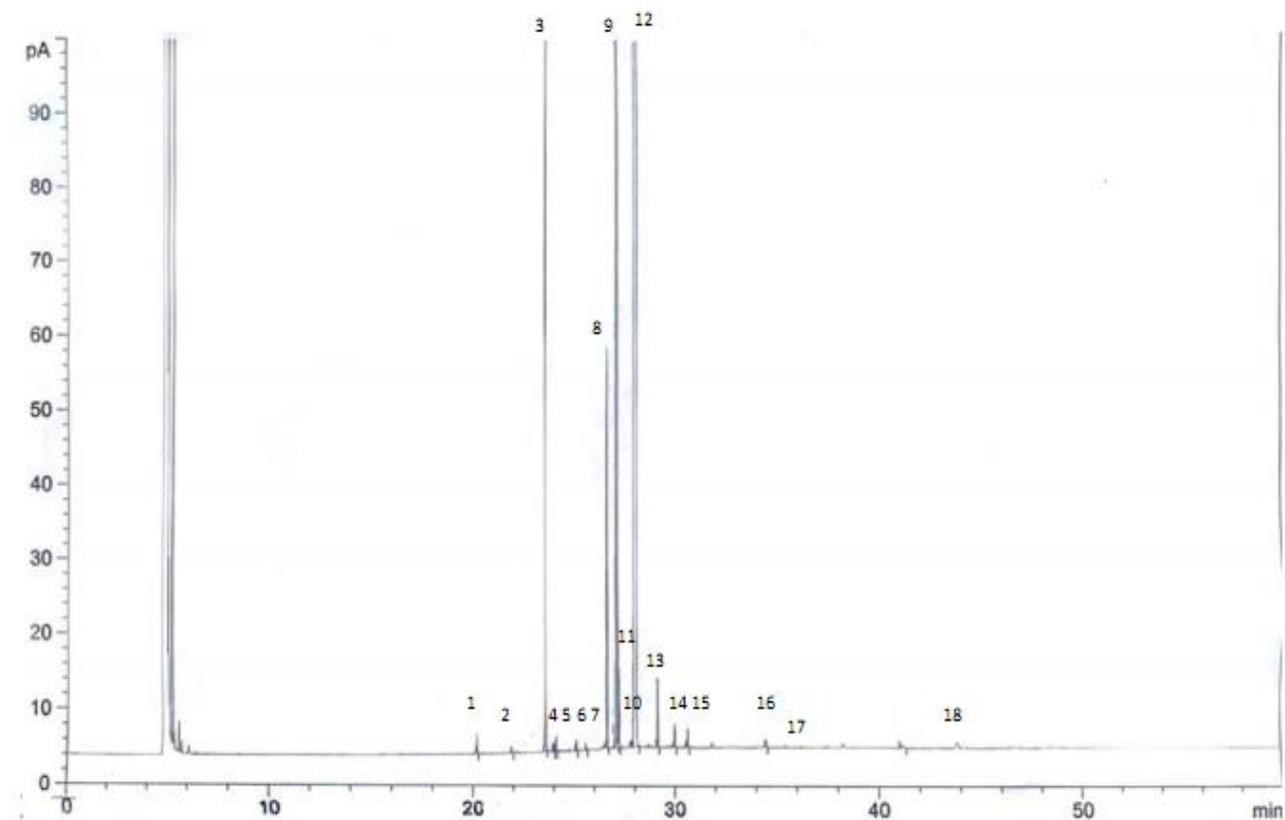


Figura 2. Cromatograma característico da composição em ácidos graxos da semente de maracujá do mato, obtido por CGC.

O ácido linoleico é encontrado em quantidades superiores na semente de maracujá do mato, apresentando 70% e tempo de retenção de 28,13 min. Trata-se de um

composto desejável, encontrados nos óleos de origem vegetal, pois o ácido linoléico são monoinsaturados, são precursores de mediadores pró-inflamatórios que promovem

vasoconstrição e ação pró-agregatória. Promovem menores alterações no perfil lipídico, quando comparadas com os ácidos graxos saturados e pressão arterial (NASCIUTTI et al., 2015).

Com relação ao teor de ácido oleico, verifica-se percentual de 15,37% e tempo de retenção de 27,24 min. De acordo com

Rodrigues et al. (2004), o ácido oleico é oriundo da biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados e, em particular, dos ácidos linoléicos conjugados, bem como da dessaturação endógena dos ácidos graxos esteáricos. Para o ácido palmítico, observa-se um percentual de 9,15% e tempo de retenção correspondente a 23,61 min.

Tabela 2. Perfil lipídico da semente de maracujá do mato

Pico	Ácido graxo	Tempo de retenção (min)	Área (%)
1	Mirístico (C14:0)	20,20	0,134
2	Pentadecanóico (C15:0)	21,93	0,028
3	Palmítico (C16:0)	23,61	9,152
4	Palmitoléico (C16:1)	23,99	0,051
5	Palmitoléico (C16:1)	24,12	0,119
6	Margárico (C17:0)	25,13	0,077
7	Heptadecanóico (C17:1)	25,62	0,022
8	Esteárico (C18:0)	26,66	2,996
9	Oléico (C18:1)	27,15	15,371
10	Oléico (C18:1)	27,24	0,520
11	Linoléico (C18:2t)	27,82	0,078
12	Linoléico (C18:2)	28,13	70,298
13	Linolênico (C18:3)	29,15	0,577
14	Eicosanóico (C20:0)	30,00	0,187
15	Gadolínico (C20:1)	30,64	0,170
16	Beénico (C22:0)	34,52	0,070
17	Cetoléico (C22:1)	35,46	0,017
18	Lignoléico (C24:0)	43,88	0,128

O consumo de ácido linolênico (ômega 3), exerce diversos efeitos benéficos a saúde humana como as alterações estruturais e funcionais na membrana fosfolipídica e aumento da fluidez da membrana celular, permitindo assim maior mobilidade das proteínas e favorecendo maior troca de sinais de transdução, interação hormônio-receptor e transporte de substratos entre os meios intra e extracelular. São capazes de melhorar fatores hemodinâmicos cardíacos como a pressão arterial, enchimento diastólico do ventrículo esquerdo, frequência cardíaca e função endotelial. Podendo também, proporcionar efeitos antiarrítmicos, antiinflamatórios e antiateroscleróticos, além de promoverem a redução de triglicérides (NASCIUTTI et al., 2015; FRUEHWIRTH et al., 2018).

Os ácidos graxos saturados em geral, não são desejáveis pois são associados a elevação do colesterol sanguíneo em todas as frações de lipoproteínas. Entretanto, associa-se o consumo de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente o ômega 3 e ômega 6 a uma redução do risco de desenvolvimento de várias

doenças, como aterosclerose e doenças cardiovasculares (CORSINE et al. 2008).

Segundo Almeida e Franco (2006) os ácidos graxos apresentam importante papel no tecido biológico porque influenciam propriedades como a integridade, fluidificação, permeabilidade e atividades enzima-membrana; são necessários para manter a impermeabilidade da pele e estão envolvidos no transporte e metabolismo do colesterol. Todos os membros das famílias de ácidos graxos podem ser sintetizados biologicamente a partir dos ácidos graxos oferecidos da dieta.

De acordo com Leonel et al. (2000), as sementes do maracujá são consideradas boa fonte de ácido graxo essencial, que pode ser utilizado nas indústrias alimentícia e cosmética. Segundo o mesmo autor, o ácido linoléico (ômega 6) é um dos principais ácidos graxos encontrados na composição do óleo da semente de maracujá (55 a 66%), seguido pelo ácido oléico (18 a 20%) e pelo ácido palmítico (10 a 14%).

O consumo de dietas suplementadas com ácidos graxos insaturados possibilita a deposição desses ácidos nos tecidos (MARION &

WOODROOF, 1963; AJUYAH et al., 1991; HRDINKA et al., 1996). Os ácidos graxos poli-insaturados produzem menor deposição de gordura em comparação aos saturados e aos monoinsaturados (CRESPO & GARCIA, 2001).

Os ácidos graxos são os principais elementos dos triacilgliceróis, componentes de óleos e gorduras comestíveis e que representam 95% dos lipídeos da dieta humana. Constituem as principais formas de armazenamento de energia nos animais (adipócitos) e vegetais (sementes). Alguns ácidos poli-insaturados (PUFA), como o linoléico (n-6) e linolênico (n-3), são considerados essenciais na dieta, uma vez que homens e animais são incapazes de sintetizá-los (TOGASHI et al., 2007).

Os resultados demonstraram que semente do maracujá do mato pode ser utilizada como alternativa para obtenção de óleo vegetal, e com isso tornar-se mais uma alternativa de melhoria da economia para região semiárida, onde esse fruto apresenta-se de forma tão expressiva.

Conclusão

A semente do maracujá do mato apresentou potencial nutricional e tecnológico, com teores de proteínas e lipídeos expressivos, com presença dos ácidos graxos linoléico, oléico e palmítico de forma predominante.

Portanto, o aproveitamento desse resíduo pode ser mais uma alternativa para contribuir com a economia da região semiárida brasileira.

Referências

AJUYAH, A. O.; LEE, K. H.; HARDIN, R. T.; SIM, J. S. Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full fat oil seeds. *Poultry Science*, v.70, p.2304-2314, 1991.

ALMEIDA, N. M.; FRANCO, M. R. B. Influence of fish feeding diet on its fatty composition: nutritional aspects and benefits to human health. *Revista do Instituto Adolf Lutz*, v.65, n.1, p.7-14, 2006.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16 ed. Washington, DC, EUA, 1980.

ARAÚJO, A. J. B.; AZEVÊDO, L. C.; COSTA, F. F. P.; AZOUBEL, P. M. Caracterização físico-química da polpa de maracujá do mato. In: *Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: Encontro Nacional de Analistas de Alimentos-ENAAL, 16.; congresso latino-americano de analistas de alimentos, 2, 2009,

Belo Horizonte. Anais.... São Paulo: SBAAL, 2009.

ARAÚJO, F. P. de. Caracterização da variabilidade morfoagronômica de maracujazeiro (*Passiflora cincinnata Mast.*) no semiárido brasileiro. 2007. 94f. Tese (Doutorado em Horticultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas. Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2007.

AROUCHA, E. M. M.; GOIS, V. A.; LEITE, R. H. L.; SANTOS, M. C. A.; SOUZA, M. S. Acidez em frutas e hortaliças. *Revista Verde*, v.5, n.2, p.01-04, 2010.

ARRIEL, N. H. C.; FIRMINO, P. T.; BELTRÃO, N. E. de M.; SOARES, J. J.; ARAÚJO, A. E.; SILVA, A. C.; FERREIRA, G. B. A cultura do gergelim. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 72p. (Cartilha Plantar, 50).

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.a ed. v. 1. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

CORSINI, M. S.; JORGE, N.; MIGUEL, A. M. R. O.; VICENTE, E. Perfil de ácidos graxos e avaliação da alteração em óleos de fritura. *Química Nova*, v.31, n.5, p.956-961, 2008.

CRESPO, N.; ESTEVE, E. G. Dietary fatty acid profile modifies abdominal fat deposition in broiler chickens. *Poultry Science*, v.80, p.71-78, 2001.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB R. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá- aproveitamento das sementes. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, n.1, p.01-102, 2004.

FRUEHWIRTH, M.; FOLHA, R. A.; PEREIRA, F. M.; DELAI, R. M. Efeitos da ingestão de semente de linhaça e seu possível efeito hipocolesterolêmico. *Nutrición clínica e dietética hospitalaria*, v.38, n.1, p.128-134, 2018.

GAGLIARDI, A. C. M.; FILHO, J. M.; SANTOS, R. D. Perfil nutricional de alimentos com alegação de zero gordura trans. *Revista Associação Médica Brasileira*, v.55, n.1, p.50-53, 2009.

GOMES, M. L. A.; SILVA, G. W. N.; NOBRÉGA, J. P.; SILVEIRA, A. S.; SOUSA, B. A. A. Caracterização física e físico-química de sementes de gergelim (*Sesamun indicum L.*) produzidas em cultivos agroecológico e convencional. In: Encontro Nacional da Agroindústria, 4, 2018, João Pessoa. Anais...João Pessoa, 2018.

HIDALGO, P. S. P.; NUNOMURA, R. C. S.; NUNOMURA, S. M. Plantas Oleaginosas Amazônicas: Química e Atividade Antioxidante de Patauí (*Oenocarpus bataua Mart.*). *Revista Virtual de Química*, v.8, n.1, p.130-140, 2016.

- HRDINKA, C.; ZOLLITSCH, W.; KNAUS, W.; LETTNER, F. Effects of dietary fatty acid pattern on melting point and composition of adipose tissue and intramuscular fat of broiler carcasses. *Poultry Science*, v.75, p.208-215, 1996.
- JORGE, N.; MALACRIDA, C. R. Extratos de sementes de mamão (*carica papaya* L.) como fonte de antioxidantes naturais. *Alimentos & Nutrição*, v.19, n.3, p.37-340, 2008.
- JORGE, N.; MALACRIDA, C. R.; ANGELO, P. M.; ANDREO, D. Composição centesimal e atividade antioxidante do extrato de sementes de maracujá (*Passiflora edulis*) em óleo de soja. *Pesq. Agropec. Trop.*, v.39, n.4, p.380-385, 2009.
- LEMONS, D. M.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIREDO, R. M. F. Caracterização físico-química de sementes de noni. *Revista GEINTEC*, v.5, n.3, p.2308-2315, 2015.
- LEONEL, S.; LEONEL, M.; DUARTE FILHO, J. Principais produtos e subprodutos obtidos do maracujazeiro. *Informe Agropecuário*, v.21, n.206, p.86-88, 2000.
- LIMA, E. S.; SCHWERTZ, M. C.; SOBREIRA, C. R. C. BORRAS, M. R. L. Efeito hipoglicemiante da farinha do fruto de maracujá-do-mato (*Passiflora nitida* Kunth) em ratos normais e diabéticos. *Revista Brasileira de Produtos Mediciniais*, v.14, n.2, p.383-388, 2012.
- LOPES, R. M.; SEVILHA, A. C.; FALEIRO, F. G.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; AGOSTINI, T. S. C. Estudo comparativo do perfil de ácidos graxos em semente de passifloras nativas do cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.2, p.498-506, 2010.
- MAIA, E. L. Otimização de metodologia para caracterização de constituintes lipídicos e determinação da composição em ácidos graxos e aminoácidos de peixes de água doce. *Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)*. FEA. Universidade de Campinas, Campinas-SP, 1992.
- MARION, J. E.; WOODROOF, J. G. The fatty acid composition of breast, thigh and skin tissues of chicken broilers as influenced by dietary fats. *Poultry Science*, v.42, p.1-6, 1963.
- MARTINS, C. B.; GUIMARÃES, A. C. L.; PONTES, M. A. N. Estudo tecnológico e caracterização física, físico-química e química do maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.) e seus subprodutos. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1985. 23p. (Relatório de Pesquisa, 4).
- MIRANDA, A. A.; CAIXETA, A. C. A.; FLÁVIO, E. F.; PINHO, L. desenvolvimento e análise de bolos enriquecidos com farinha da casca do maracujá (*passiflora edulis*) como fonte de fibras. *Alimentos e Nutrição*, v.24, n.2, p.225-232, 2013.
- MOÇANO, L. F.; ALMEIDA, J. M.; GOMES, A. M.; SOUTO, V. O.; MORAIS, J. S.; PORTELA, I. A. Caracterização físico-química e avaliação comparativa sob sementes de GRAVIOLA (*Annona muricata* L.): teores proteicos e lipídicos. In: Encontro Nacional da Agroindústria, 4, 2018, João Pessoa. Anais... João Pessoa, 2018.
- MORAES, C. M.; VIEIRA, M. L. C.; NOVAES, Q. S.; REZENDE, J. A. M. Susceptibilidade de *Passiflora nitida* ao passion fruit woodness vírus. *Fitopatologia Brasileira*, v.27, p.108-113, 2002.
- MORZELLE, M. C.; BACHIEGA, P.; SOUZA, E. C.; BOAS, E. V. B. V.; LAMOUNIER, M. L. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabirola e murici provenientes do cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.37, n.1, p.96-103, 2015.
- NASCIUTTI, P. R.; COSTA, A. P. A.; SANTOS JÚNIOR, M. B. S.; MELO, N. G.; CARVALHO, R. O. A. Ácidos graxos e o sistema cardiovascular. *Enciclopédia Biosfera*, v.11, n.22, p.11-29, 2015.
- OLIVEIRA, C. C. A.; SILVA, J. M.; REIS, T. C.; NUNES, J. E. A.; LIMA, D. E. S. Aproveitamento integral dos alimentos: contribuições para melhoria da qualidade de vida e meio ambiente de um grupo de mulheres da cidade de Recife-PE. In: Congresso Brasileiro de Economia Doméstica, 20, 2009, Fortaleza. Anais...Fortaleza: UFC, 2009. p.1-9.
- OLIVEIRA, I. C.; TEIXEIRA, E. M. B.; GONÇALVES, C. A. A.; PEREIRA, L. A. Avaliação centesimal da semente de moringa Oleífera Lam. In: Seminário Iniciação Científica - IFTM, 2, 2009, Uberaba. Anais... Uberaba, 2009.
- RODRIGUES, V. C.; BRESSAN, M. C.; CARDOSO, M. G.; FREITAS, R. T. F. Ácidos Graxos na carne de búfalos e bovinos castrados e inteiros. *R. Bras. Zootec.*, v.33, n.2, p.434-443, 2004.
- SANT'ANNA, E. S.; TÔRRES, R. C. O.; PORTO, A. C. S. Avaliação de diferentes métodos cromatográficos na determinação de ácidos graxos em sementes de maracujá (*passiflora edulis f. flavicarpa*). *Boletim CEPPA*, v.19, n.1, p.85-94, 2001.
- SANTOS, J. L.; MATSUMOTO, S. N.; OLIVEIRA, P. N.; D'ARÊDE, L. O.; BRITO, C. L. L.; VIANA, A. E. S. Desenvolvimento de plantas de *Passiflora cincinnata* Mast. submetida a diferentes níveis de nitrogênio e potássio. *Revista de Ciências Agrárias*, v.42, n.4, p.777-787, 2017.
- SANTOS, N. C.; ALMEIDA, R. L. J.; BARROS, S. L.; ARAÚJO, T. J.; MELO, M. O. P.; NASCIMENTO, A. P. S. Caracterização físico-química e compostos

bioativos em polpas de frutas. In: Encontro Nacional da Agroindústria, 2018, João Pessoa. Anais...João Pessoa, 2018.

SCHERER, R.; BÖCKEL, W. J. Avaliação dos teores de ácidos graxos presentes em azeites de oliva extra virgem comercializados no vale do taquari. Revista Destaques Acadêmicos, v.10, n.4, 2018.

SILVA, E. B.; SANTOS, E. R.; ROSA, J.; CARDOSO, F. T.; SOUZA, G. G.; NOGUEIRA, R.; NASCIMENTO, K. O. Aproveitamento integral de alimentos:

avaliação físico-química e sensorial de um doce obtido a partir de cascas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. Flavicarpa*). Revista Augustus, v.19, n.38, p.44-60, 2014.

TOGASHI, C. K.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N.; GASPAR, A.; DETMANN, E. Composição em ácidos graxos dos tecidos de frangos de corte alimentados com subprodutos de maracujá. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.6, p.2063-2068, 2007.

Capítulo 3**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA VEGETAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO PARAÍBA UTILIZANDO NDVI**

Hayssa Thyara Silva Barreto¹
Paulo Roberto Megna Francisco²
João Miguel de Moraes Neto³

¹Graduanda em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, hayssathyara@hotmail.com

²Dr. em Eng. Agrícola, UFPB, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

³Dr. Prof. Titular, UFPB, Campina Grande-PB, j.miguel.moraes@hotmail.com

Introdução

A região Nordeste do Brasil caracteriza-se pela irregularidade espacial e temporal da precipitação e dos processos de escoamento e erosão dos solos, como também pelo alto potencial para evaporação da água em função da enorme disponibilidade de energia solar e altas temperaturas durante todo o ano (SOUZA et al., 1998). A variabilidade é um dos elementos mais conhecidos da dinâmica climática, e o impacto produzido por essa variabilidade, mesmo dentro do esperado pode ter reflexos significativos nas atividades humanas (OLIVEIRA et al., 2014).

O comportamento espectral da vegetação mostra que as superfícies fotossinteticamente ativas das plantas refletem uma menor quantidade da luz da porção do visível, 0,4 até 0,7 μ m, particularmente nas regiões do azul e vermelho. Isso se deve à maior absorção pela concentração de clorofila e de outros pigmentos da folha, enquanto que na porção do espectro entre 0,7 a 1,3 μ m (infravermelho próximo), ocorre uma elevada refletância, associada às características da estrutura celular dos tecidos vegetais (VALERIANO, 2003; MALDONADO, 2005; PONZONI & SHIMABUKURO 2007). Fazendo uso desta peculiaridade espectral da vegetação, alta absorção da luz no visível, e alta refletância no infravermelho próximo, diversas combinações entre estas bandas espectrais têm sido utilizadas como índices espectrais identificadores da vegetação (MATSUMOTO & BITTENCOURT, 2001; MOREIRA, 2005; PONZONI & SHIMABUKURO, 2007).

Na caatinga, no período seco, embora não haja atividade fotossintética, a resposta do NDVI se dá devido à absorção da luz vermelha pela interação com os componentes da superfície, vegetação/solo/sombra, como explica Maldonado (2005). Sendo assim, além da diversidade de seus espaços, a variabilidade espacial e temporal da precipitação associada

com a rápida resposta da vegetação à disponibilidade de água, torna a interpretação da imagem desse bioma uma tarefa complexa. Trabalhos de monitoramento da vegetação da caatinga mostram uma grande variação estacional de respostas espectrais relacionadas à interação entre disponibilidade de água e atividade fotossintética das plantas (BARBOSA et al., 2011; LIRA et al., 2011; BEZERRA et al., 2012).

Muitos trabalhos vêm procurando monitorar mudanças na cobertura e uso da terra na região semiárida, contudo erros provenientes da influência da umidade antecedente dentro da área de estudo, não têm sido considerados. À medida que aumenta a área de trabalho, aumenta a chance de ocorrer variações temporais e espaciais de umidade, importante fonte de erro nas leituras do NDVI das imagens de satélite (COSTA et al., 2002; MALDONADO, 2005; LOPES et al., 2010; MELO et al., 2011; CUNHA et al., 2012).

A utilização de produtos e técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento nas análises ambientais têm se tornado uma prática cada vez mais frequente entre as diversas áreas de pesquisa. No caso do uso da terra e da cobertura vegetal, estas técnicas contribuem de modo expressivo para a rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural, fiscalização dos recursos florestais, desenvolvimento de políticas conservacionistas, bem como vários outros fatores que podem ocasionar modificações na vegetação (ROSENDO & ROSA, 2007).

Hoppe e Ulbricht (1978) citam que, as imagens do satélite LANDSAT podem ser úteis não só para levantamentos em pequena escala, mas para mapeamentos detalhados. De acordo com Sá (2008), é satisfatória a contribuição do NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) na avaliação da cobertura vegetal,

podendo ser utilizado no monitoramento ambiental.

Várias técnicas já foram estudadas com o objetivo de se determinar quantitativamente e qualitativamente o estado da vegetação a partir de imagens de satélites. Esses índices gerados a partir de dados de sensoriamento remoto constituem uma importante estratégia para o monitoramento das alterações naturais, ou produzidas pelo homem, nos ecossistemas. Tais índices têm sido usados na estimativa de vários parâmetros da vegetação (HOLBEN et al., 1980; BARET & GUYOT, 1991; COSTA FILHO et al., 2007).

Lima et al. (2011) relatam que, a utilização de um sistema de informações geográficas para cálculo e processamento do NDVI derivado de imagens de satélite de sensoriamento remoto, permite avaliar o processo de desertificação, através da análise da cobertura vegetal nativa e quantificar o avanço deste processo ao longo dos anos. Uma

ferramenta que possibilita a realização de análises espaciais através de álgebra de mapas é a Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) do SPRING, que é uma linguagem de consulta e manipulação espacial que realiza operações matemáticas e permitem realizar cruzamentos entre dois ou mais planos de informação (CÂMARA et al., 1996).

Considerando a vegetação, um parâmetro indicador da qualidade ambiental, este trabalho pretende através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, contribuir na avaliação do mapeamento multitemporal da cobertura e o uso da terra da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraíba.

Material e Métodos

A área de estudo compreende a bacia Alto Rio Paraíba, com área de 6.717,39 km² localizada sobre o Planalto da Borborema ao centro sul do Estado da Paraíba, divisa ao sul com Pernambuco (PARAÍBA, 2006) (Figura 1).

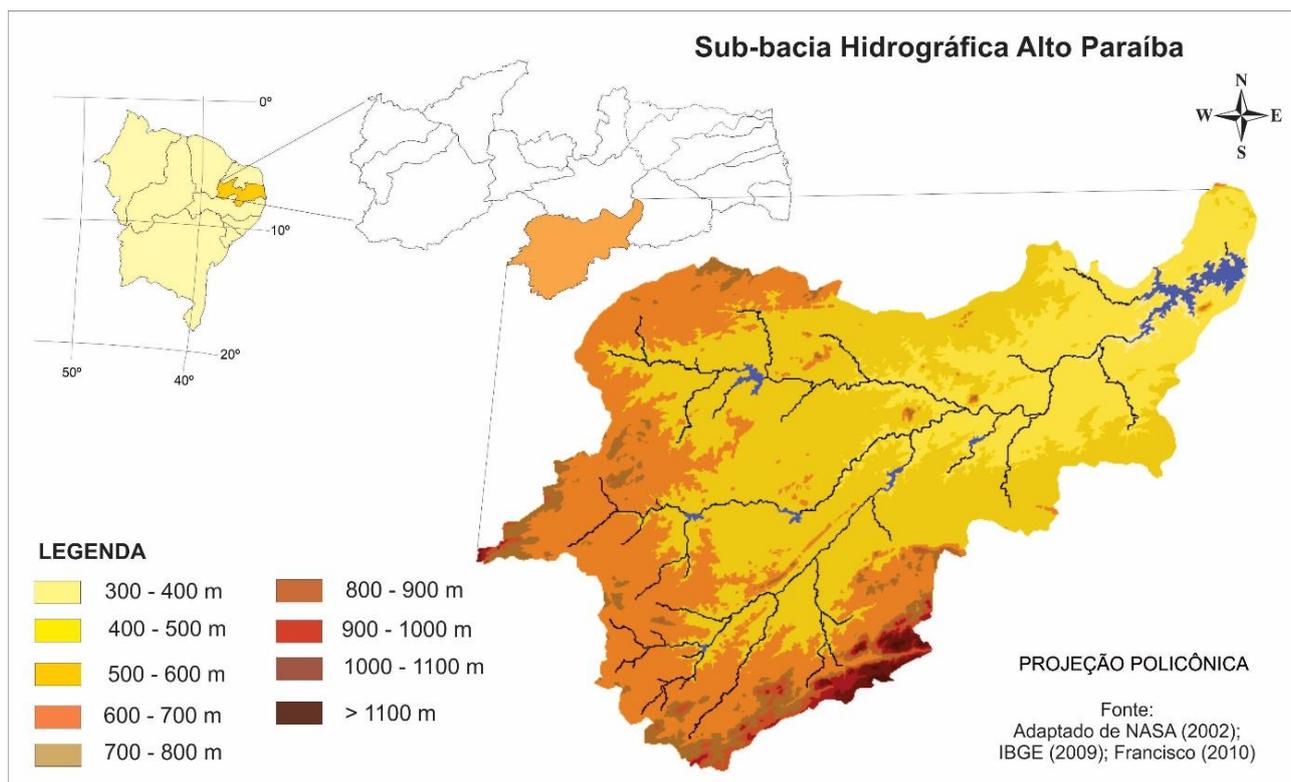


Figura 1. Localização e hipsometria da área de estudo.

Fonte: Adaptado de Francisco et al. (2014).

Conforme Francisco (2010), de acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente abaixo de 600 mm.ano⁻¹

(Figura 2), e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 a 700m) onde as chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e do norte.

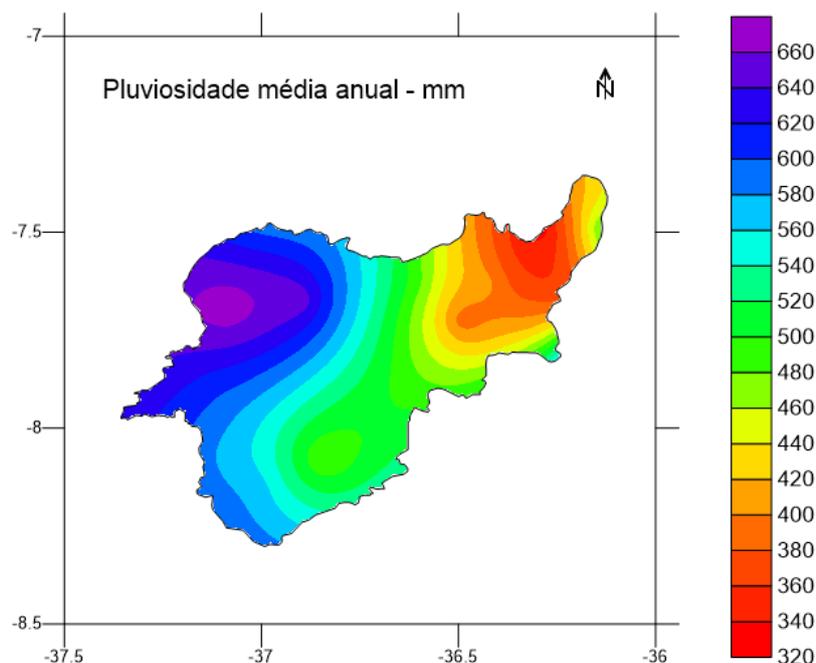


Figura 2. Pluviosidade (mm) anual média dos últimos 30 anos. Fonte: Francisco et al. (2016).

De acordo com Sousa et al. (2007), a vegetação representativa da área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila com as espécies mais encontradas sendo o marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poiret.), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), e catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul). Outras espécies nativas da região estão presentes com poucos exemplares, como o angico (*Anadenanthera columbrina* Vell. Brenan) e a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). Já os cactos são bastante diversificados.

Os solos predominantes na área de estudo, conforme PARAÍBA (1978), são os Aluviais Eutróficos que ocorrem ao longo das calhas dos rios; os Brunos Não Cálcicos e os solos Litólicos Eutróficos, distribuídos por toda a área da bacia, como também os Vertisols, com maior ocorrência no terço inferior da bacia, mais próximos ao Açude Epitácio Pessoa, estes reclassificados para o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos por Campos e Queiroz (2006) como Solos Neossolos flúvicos Ta eutróficos solódicos, Luvisolos Crômicos órtico típico, Neossolos Litólicos Eutróficos típico, e como Vertissolo Cromado Órtico solódico, respectivamente.

Neste trabalho foram utilizadas imagens do sensor TM LANDSAT 5, órbita 215, pontos 65 e 66, de 12/10/2003, período seco e de 24/05/2010 do período úmido. As imagens foram tratadas utilizando o software ERDAS 8.5, onde foi executada a correção radiométrica e

obtidas as imagens de radiância e reflectância, de acordo com Silva et al. (2005a).

Neste procedimento utilizou-se a relação proposta por Markham e Baker (1987) (Equação 1).

$$L_{\lambda_i} = a_i + \left(\frac{b_i - a_i}{255} \right) ND \quad (\text{Eq.1})$$

Em que: a_i e b_i são as radiâncias espectrais mínima e máxima ($W \text{ m}^{-2} \text{ sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$), ND é a intensidade do pixel (número inteiro de 0 a 255) e $i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 7 , corresponde às bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do TM - LANDSAT 5.

De posse dos mapas de radiância espectral de cada banda, informações sobre o $\cos Z$ e irradiância espectral no topo da atmosfera (Tabela 4) para cada banda, estimará a reflectância espectral planetária em cada banda (BASTIAANSSEN, 1995) (Equação 2).

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{K_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que: ρ_{pi} é reflectância planetária da banda i , K_{λ_i} é a irradiância solar espectral no topo da atmosfera (Tabela 1), $\cos Z$ é o ângulo zenital do Sol e d_r é o inverso do quadrado da distância relativa Terra - Sol - d_s , em unidades astronômicas (IQBAL, 1983), dado pela Equação 3.

$$ds = 1 + 0,0167 \operatorname{sen} \left[\frac{2 \pi (J - 93,5)}{365} \right] \text{ (Eq. 3)}$$

Sendo: J = o dia Juliano e o argumento da função seno se encontra em radiano. Por sua vez, o ângulo Zenital do Sol não precisou ser calculado pois se encontrava disponível no cabeçalho das imagens adquiridas para este trabalho.

Tabela 1. Descrição das bandas do Mapeador Temático do LANDSAT 5, com os correspondentes intervalos de comprimento de onda, coeficientes de calibração (radiância mínima - a e máxima - b) e irradiâncias espectrais no topo da atmosfera

Bandas	Comprimento de Onda (µm)	Coeficientes de Calibração (Wm ⁻² sr ⁻¹ µm ⁻¹)		Irradiância Espectral no Topo da Atmosfera (Wm ⁻² µm ⁻¹)
		a	b	
1 (azul)	0,45 - 0,52	-1,52	193,0	1957
2 (verde)	0,52 - 0,60	-2,84	365,0	1826
3 (vermelho)	0,63 - 0,69	-1,17	264,0	1554
4 (IV-próximo)	0,76 - 0,79	-1,51	221,0	1036
5 (IV-médio)	1,55 - 1,75	-0,37	30,2	215,0
6 (IV-termal)	10,4 - 12,5	1,2378	15,303	-
7 (IV-médio)	2,08 - 2,35	-0,15	16,5	80,67

Fonte: Allen et al. (2002).

Para obtenção do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) foi utilizada a Equação 4.

$$NDVI = \frac{(rp4 - rp3)}{(rp4 + rp3)} \text{ (Eq. 4)}$$

Em que: rp4 e rp3 correspondem às reflectâncias planetárias das bandas 4 e 3 do TM-LANDSAT 5.

Com o objetivo de mapear a vegetação de caatinga através do NDVI foi criada uma base de dados no SPRING 5.5, na projeção UTM/SAD69, registrando e importando as imagens-índices de vegetação e classificando-as com a utilização do programa LEGAL.

Na Linguagem Algébrica para gerar o mapa de cobertura do solo foi definida de acordo com os tipos (Tabela 1), conforme metodologia proposta por Francisco (2013). Após, foi gerado o cálculo das áreas das classes.

Tabela 2. Classes de NDVI

Classes	NDVI Seco	NDVI Úmido
Arbórea Subarbórea muito densa	-	> 0,700
Arbórea Subarbórea densa	> 0,300	0,650 - 0,700
Subarbórea densa	-	0,600 - 0,650
Subarbórea Arbustiva densa	0,285 - 0,300	0,550 - 0,600
Arbustiva Subarbórea densa	0,265 - 0,285	0,450 - 0,550
Arbustiva Subarbórea aberta	0,250 - 0,265	0,400 - 0,450
Arbustiva Subarbustiva aberta	0,225 - 0,250	0,350 - 0,400
Subarbustiva Arbustiva rala	0,180 - 0,225	0,200 - 0,350
Subarbustiva Arbustiva muito rala	0,150 - 0,180	0,150 - 0,200
Solo exposto	0 - 0,150	0 - 0,150
Corpos d'água	< 0	< 0

Fonte: Francisco (2013).

Resultados e Discussão

Na Tabela 3, da análise estatística descritiva das imagens-índice do NDVI da época seca e úmida, observa-se os valores mínimos e máximos encontrados para a imagem-índice da área do ano de 2003 (época seca), que variam

entre -2,70 e 0,811, com uma média de 0,182. Para a imagem-índice da área do ano de 2010 (época úmida), variam entre -1,18 e 1,046, com uma média de 0,457, valor expressivo em relação a época seca.

Tabela 3. Estatística descritiva das imagens NDVI

Descrição	Valores NDVI seco	Valores NDVI úmido
Número de Pontos	7.429.626	7.429.626
Número de Pontos Válidos	7.429.626	7.429.626
Média	0,182	0,457
Variância	0,0045	0,0166
Desvio Padrão	0,067	0,129
Coefficiente de Variação	0,369	0,282
Coefficiente de Assimetria	0,534	-0,391
Coefficiente de Curtose	19,89	4,590
Valor Mínimo	-2,70	-1,18
Quartil Inferior	0,145	0,374
Mediana	0,172	0,453
Quartil Superior	0,208	0,543
Valor Máximo	0,811	1,046

Francisco et al. (2012), estudando a degradação da vegetação da bacia hidrográfica do rio Taperoá, contígua a bacia em estudo, encontraram para a imagem-índice do período seco do ano de 1996, que variaram entre -0,994 e 0,809, com uma média de 0,226. Já para valores da imagem-índice de 2009, também do período seco, variaram entre -0,991 e 0,813 com uma média de 0,252. Lopes et al. (2010), avaliando mudanças na cobertura vegetal a partir do NDVI para o período seco, na bacia hidrográfica do rio Brígida (Pernambuco), obtiveram respectivamente valores mínimo, máximo e médio para o ano de 1985 da ordem de 0,09, 0,24 e 0,12, respectivamente. Para 2001, os valores obtidos foram de 0,09, 0,42 e 0,14.

Segundo Parkinson (1997) valores típicos de NDVI para florestas úmidas tropicais são da ordem de 0,6. Kaufman e Holben (1993), encontraram em algumas regiões do Nordeste valores de NDVI entre 0,15 e 0,62.

No histograma da Figura 3a, observa-se a curva de distribuição dos valores de refletância da imagem-índice de 2003 (época seca) variam entre -0,35 e 0,85 com a maior frequência em 200. Na Figura 3b, observa-se que os valores de refletância da imagem-índice de 2010 (época úmida) variam entre 0 e 0,85 com maior frequência entre os valores de 400, e esta característica demonstra que a maioria dos pixels se concentram nestes valores de refletância.

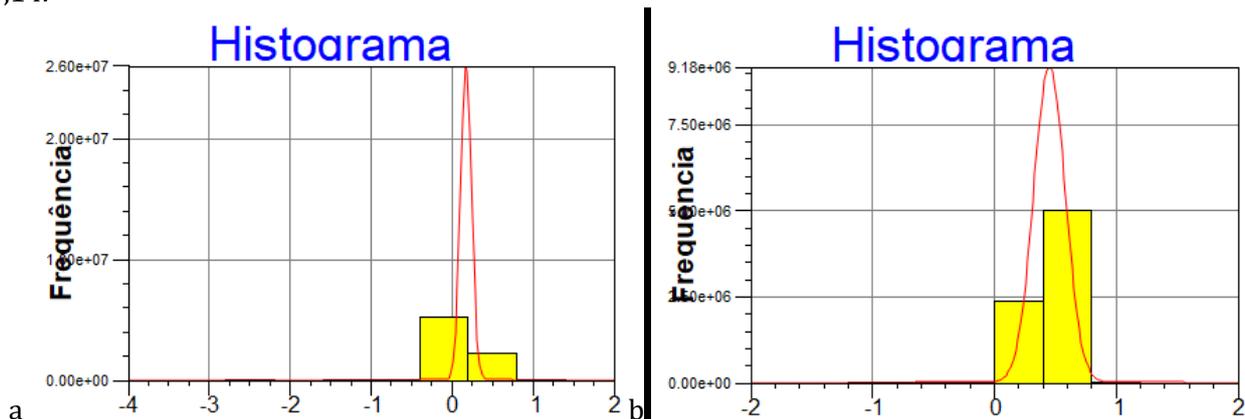


Figura 3. Histograma da imagem-índice de NDVI a) época seca; b) época úmida.

Maldonado (1999) mostrou que, para vegetação de Caatinga, os valores de refletância da banda 4 são sempre maiores que os da banda 3, tanto no período seco como no período úmido e diminuem com o aumento da biomassa das plantas; faz exceção à banda 4 (infravermelho próximo) em que no período

úmido, a refletância aumenta significativamente com o aumento da biomassa das plantas. O autor mostrou, também, que a refletância na banda 4 para o período úmido, chega a ser menor que os valores para o período seco, para as condições de solos descobertos ou com vegetação esparsa. Francisco (2013)

constatou que, apesar dos valores de reflectância da banda 4 tenha sido sempre maior que os da banda 3, estes não aumentaram com o aumento da biomassa das plantas para o período úmido, nem foram menores do que os valores do período seco, para condição de solo descoberto e vegetação esparsa.

A seleção da imagem do período seco corrobora com diversos trabalhos que tem utilizado o período seco para avaliar a biomassa da caatinga, como Francisco et al. (2012) e como Francisco (2013) que encontraram um alto coeficiente de determinação ($r^2 = 0,7587$), permitindo estabelecer, com boa margem de precisão, estimativas da cobertura vegetal a partir das leituras de NDVI. De acordo com Francisco et al. (2012), os autores ressaltam que, as imagens correspondem ao período seco, e isso é o que explica em parte, que a cobertura vegetal esteja mais degradada ou em dormência, situação típica da caatinga hiperxerófila seca.

Os valores do NDVI para o período úmido foram, na média, o dobro em relação ao período seco. De acordo com Francisco (2013) este resultado pode ser explicado pela maior absorção da luz na faixa do vermelho pelas plantas fotossinteticamente ativas no período úmido, fazendo aumentar os valores do NDVI, em relação ao período seco.

No período úmido os valores mais dispersos de NDVI ocorrem para condição de vegetação com padrão intermediário de biomassa, tipos Arbustivo Subarbustivo aberto a Subarbóreo Arbustivo denso. Para estes padrões de vegetação, é provável que, a

presença de um maior percentual de plantas jovens colonizadoras e trepadeiras, nestes ambientes, seja também um dos fatores para elevação dos valores de NDVI, como observaram Asner et al. (2000) e Francisco (2013).

Pelos dados da Tabela 4, e pela Figura 4 do mapa de cobertura vegetal da época seca (2003), observa-se que, as classes de vegetação densa, Arbórea Subarbórea densa, Subarbórea arbustiva densa, Arbustiva subarbórea densa, somam 1.687,9 km², um percentual de 36,7% da área da bacia, e ocupam em grande parte, áreas de cabeceiras da bacia onde recebem maior influência orográfica das chuvas.

As áreas menos protegidas pela vegetação, representadas pelas classes Subarbustiva arbustiva rala e muito rala, abrangem uma superfície de 3.539,12 km², que corresponde a 52,68% do total da bacia que se distribuem, em grande parte, na área central e ao longo da drenagem. Estas são áreas mais desnudas de vegetação que estão mais próximas da drenagem e aumentam à medida em que diminui de altitude e se aproximam do ponto de deságué da bacia.

As áreas de vegetação de caatinga aberta, Arbustiva subarbórea aberta, Arbustiva subarbustiva aberta, correspondem a uma área de 573,73 km², e representam 8,54% da área da bacia. A classe solo exposto ocorre em 21,72% (1.458,72 km²) da área da bacia, concentrando-se no seu terço inferior e médio, ao longo do rio Paraíba. Não foram identificadas e mapeadas no período seco as classes de vegetação Arbórea subarbórea muito densa e Subarbórea densa.

Tabela 1. Classes de vegetação da bacia

Classes de vegetação	NDVI seco		NDVI úmido	
	Área	%	Área	%
Arbórea subarbórea muito densa	-	-	164,73	2,45
Arbórea subarbórea densa	337,62	5,03	341,63	5,09
Subarbórea densa	-	-	476,42	7,09
Subarbórea arbustiva densa	87,01	1,30	599,11	8,92
Arbustiva subarbórea densa	149,91	2,23	1.826,16	27,19
Arbustiva subarbórea aberta	155,95	2,32	1.062,63	15,82
Arbustiva subarbustiva aberta	417,78	6,22	917,54	13,66
Subarbustiva arbustiva rala	1.957,64	29,14	982,09	14,62
Subarbustiva arbustiva muito rala	1.581,48	23,54	13,87	0,21
Solo exposto	1.458,72	21,72	19,89	0,30
Corpo d'água	23,39	0,35	65,43	0,97
Nuvem	547,90	8,16	247,89	3,69
Área total	6.717,39	100,00	6.717,39	100,00

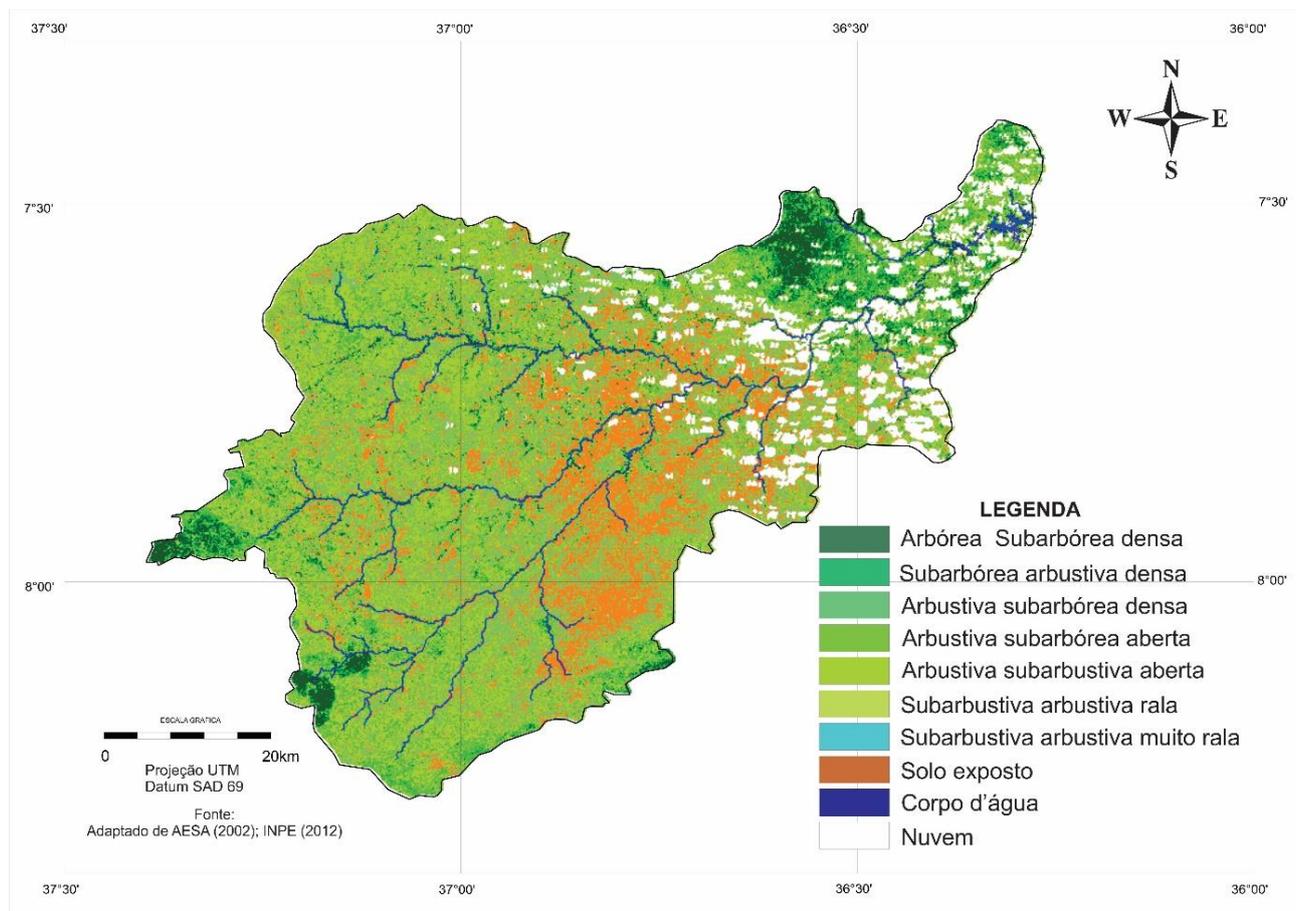


Figura 4. Mapa da cobertura vegetal da bacia da época seca.
Fonte: Adaptado de AESA (2002); INPE (2012).

Pelos dados da Tabela 4, e que pela Figura 5 do mapa de cobertura vegetal da época úmida (2010), observa-se que, as classes de vegetação densa, Arbórea Subarbórea muito densa, Arbórea Subarbórea densa, Subarbórea arbustiva densa, Arbustiva subarbórea densa, somam 3.408,05 km², um percentual de 50,74% da área da bacia, e ocupam em grande parte, áreas de cabeceiras da bacia onde recebem maior influência orográfica das chuvas (Figura 5).

As áreas de vegetação de caatinga aberta, Arbustiva subarbórea aberta, Arbustiva subarbustiva aberta, correspondem a uma área de 1.980,17 km², e representa 29,48% da área da bacia. A classe solo exposto ocorre em 0,3% (19,89 km²) da área da bacia.

As áreas menos protegidas pela vegetação, representadas pelas classes Subarbustiva arbustiva rala e muito rala, abrangem uma superfície de 995,96 km², que correspondem a 14,83% do total da bacia que se distribuem, em grande parte, na área central e ao longo da drenagem, áreas mais exploradas pela agricultura e com índices menores de refletância.

De acordo com Francisco (2013), no período úmido, áreas mais abertas com solos férteis e conservados, o manto herbáceo e graminóide, além de plantas colonizadoras como o Matapasto (*Chromolaena maximiliani* Schrad) e o Marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill) recobre os espaços entre as árvores e, por serem jovens e terem alta capacidade fotossintética, absorvem mais energia luminosa (banda 3), dando respostas espectrais semelhantes ou até maiores que as das áreas com vegetação adulta, arbórea e mais densa.

Os baixos valores das leituras dos índices NDVI para o período úmido devem representar áreas degradadas. Neste caso, áreas com solos degradados perdem a capacidade de restabelecimento da cobertura vegetal, e daí os mais baixos valores de leituras espectrais. Observações semelhantes foram feitas por Francisco et al. (2012) avaliando a influência da umidade antecedente nas leituras do NDVI. Esta também é uma técnica de identificação de áreas degradadas utilizada na modelagem da desertificação no programa DesertWatch Extention Project (DESERTWATCH, 2012).

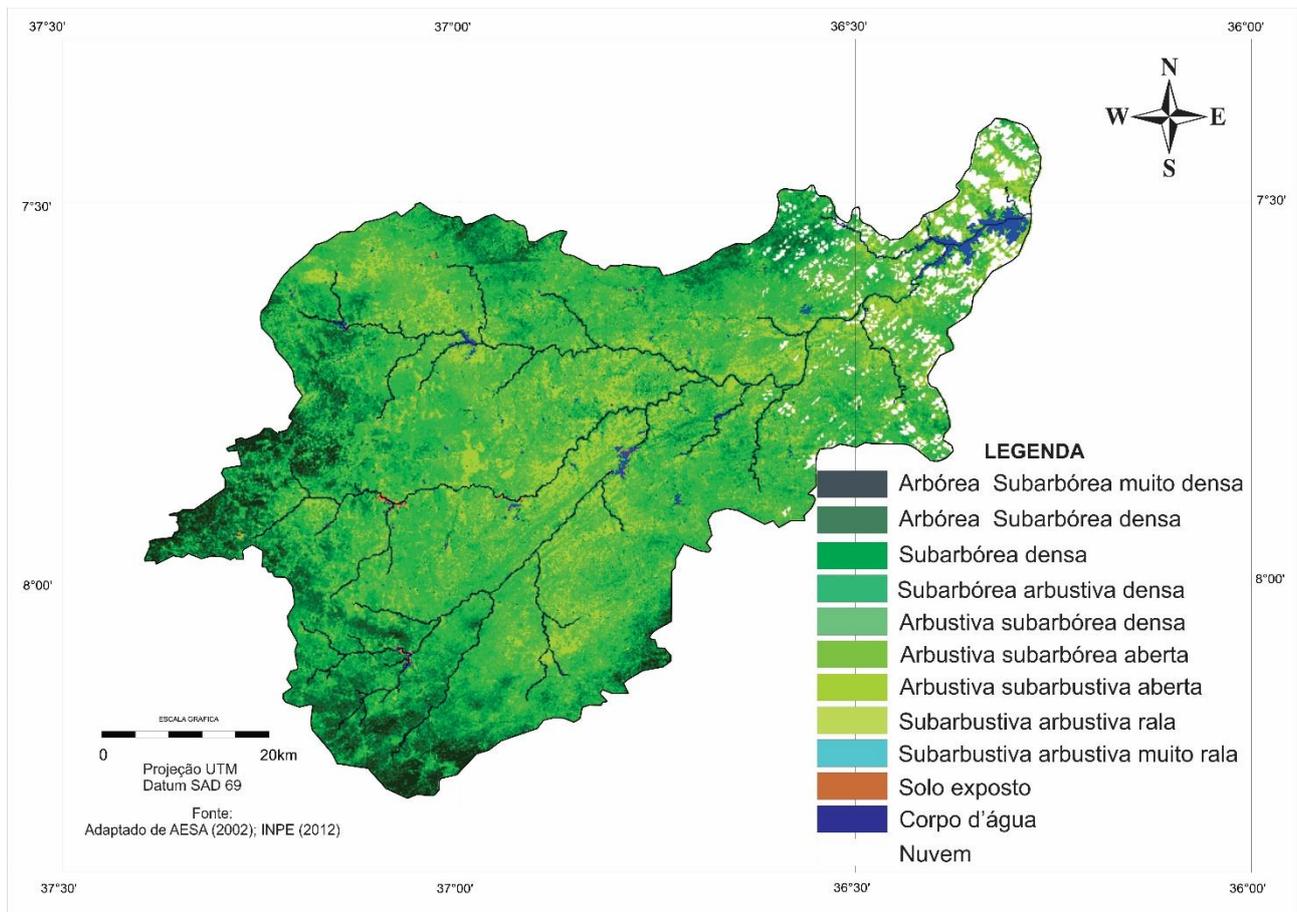


Figura 5. Mapa da cobertura vegetal da bacia da época úmida.

Fonte: Adaptado de AESA (2002); INPE (2012).

De acordo com Leblon (2011) e Moreira (2005), índices de vegetação resultantes de combinações entre bandas espectrais partem do pressuposto que cada tipo de solo apresenta uma curva de resposta espectral característica (linha do solo), que se modifica à medida em que a presença da vegetação passa a interferir e, posteriormente, a predominar sobre a superfície do solo (linha da vegetação); é o que Francisco (2013) observou para os dados, e que sempre que a biomassa aumenta, e os valores das leituras dos diversos índices passam a apresentar uma mesma tendência.

Conclusão

Com o uso de imagens de satélite temporal de média resolução e geotecnologias pôde-se detectar a mudança temporal com rapidez e precisão.

Através do uso do NDVI pode-se concluir que, houve um aumento da vegetação no período úmido, pois os resultados demonstram um aumento nas classes densa de 42,18%.

Valores de NDVI, no período úmido, ocorreram em áreas com grau de recobrimento da vegetação densa em condições de solos mais

conservados, planos e profundos; e valores mais baixos de NDVI ocorreram em áreas degradadas, com menor cobertura de vegetação e piores condições edafológicas de solos rasos, em terrenos declivosos e erodidos.

Na comparação dos dados dos mapeamentos da vegetação da bacia entre os anos de 2003 e 2010, ocorreu uma diminuição das classes de vegetação Subarbusativa rala, muito rala e solo exposto, em 59,27% da área, com transferência de ganhos proporcionalmente distribuídos em todas as demais classes, com maior densidade de recobrimento.

Embora o NDVI seja um índice de vegetação amplamente utilizado e aceito para estimar a cobertura vegetal, deve ser utilizado com reservas para ambientes semiáridos, onde a variabilidade espacial e temporal da precipitação é alta, e influencia mudanças drásticas na cobertura da vegetação.

Referências

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2011.

- Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 9 de julho 2018.
- ALLEN, R.; BASTIAANSSEN, W.; WATERS, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. Surface energy balance algorithms for land (SEBAL). Idaho implementation – Advanced Training and User’s Manual, 2002. 97p.
- BARBOSA, H. A.; KUMAR, T. V. L.; SILVA JUNIOR, I. W. Analysis of the NDVI temporal dynamics in semi-arid ecosystems: Brazilian caatinga and African western Sahel. *Revista Brasileira de Geografia Física*, n.2, p.300-306, 2011.
- BARET, F.; GUYOT, G. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environment*, v.35, p.161-173, 1991.
- BASTIAANSSEN, W. G. M. Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain. A Remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climates. 273f. (Tese). Wageningen Agricultural University. The Netherlands, 1995.
- BEZERRA, J. M.; VASCONCELOS, R. S.; MOURA, G. B. A.; SOBRINHO, J. E. Spectral indices of vegetativo to caatinga of the area of semi-arid of Rio Grande do Norte, Brazil. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, v.2, n.2, p.10-24, 2012.
- CÂMARA, G.; MEDEIROS, C. B.; CASANOVA, M. A.; HEMERLY, A.; MAGALHÃES, G. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. Escola de Computação. SBC, 1996.
- CAMPOS, M. C. C.; QUEIROZ, S. B. Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.6 n.1, p.45-50, 2006.
- COSTA FILHO, J. F. DA; FRANCISCO, P. R. M.; ANDRADE, M. V. DE; SILVA, L. DA; DANTAS, R. L. Estimativa do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) na microrregião de Sousa-PB utilizando imagens do CBERS-2. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 15, 2007, Aracaju. Anais...Aracaju, 2007.
- COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; F. H. B. B. SILVA. Phytomass mapping of the Seridó Caatinga vegetation by the plant area and normalized difference vegetation indexes. *Scientia Agricola*, v.59, n.4, p.707-715, 2002.
- COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, (suplemento), 2009
- CUNHA, J. E. B. L.; RUFINO, I. A. A.; SILVA, B. B.; I. B. CHAVES. Dinâmica da cobertura vegetal para a Bacia de São João do Rio do Peixe, PB, utilizando-se sensoriamento remoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.5, p.539-548, 2012.
- DESERTWATCH. DesertWatch Extention Project. European Space Agency. Disponível em: <http://www.desertwatch.info/>. Acesso em: 12/12/2012.
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.
- FRANCISCO, P. R. M. Modelo de mapeamento da deterioração do Bioma Caatinga da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB. 97f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; LIMA, E. R. V.; BANDEIRA, M. M.; SILVA, B. B. Mapeamento da caatinga com uso de geotecnologia e análise da umidade antecedente em bacia hidrográfica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, n.3, p.676-693, 2012.
- FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. DE; BANDEIRA, M. M.; SILVA, L. L. DA S.; SANTOS, D. Oscilação pluviométrica anual e mensal no Estado da Paraíba-Brasil. *Revista de Geografia*, v.33, n.3, p.141-154, 2016.
- HOLBEN, B. N.; TUCKER, C. J.; FAN, C. J. Spectral assessment of soybean leaf area and leaf biomass. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, n.46, p.651-656, 1980.
- HOPPE, P.; ULBRICHT, K. A. Application of digital image processing module of Landsat scenes for their improved Nd geological evolution. In: Earth observation from space Nd management of planetary resource. European Space Agency, p.237-241, 1978.
- IQBAL, M. An introduction to solar radiation. Academic Press. Toronto, 1983.
- KAUFMAN, Y. J.; HOLBEN, N. B. Calibration of the AVHRR visible and near-IR by atmospheric scattering, ocean glint and desert reflection. *International Journal Remote Sensing*, v.14, n.1, p.21-52. 1993.
- LEBLON, B. Soil and vegetation optical properties. Applications in remoting sensing, v.4, 2011. Disponível em:

<http://rsc.umn.edu/rsc/Volume4/Leblon/leblon>. Acesso em: 12/12/2012.

LIMA, R. C. C. et al. Avaliação do processo de desertificação no semiárido paraibano utilizando geotecnologias. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais... Curitiba: INPE, 2011. p.68-74.

LIRA, V. M.; SILVA, B. B.; DANTAS, J.; AZEVEDO, A. V.; FRANCO, E. S. Variação sazonal da cobertura vegetal em áreas do submédio São Francisco, a partir de dados NDVI e imagens TM-LANDSAT 5. Enciclopédia Biosfera, v.7, n.12, p.1-9, 2011.

LOPES, H. L.; CANDEIAS, A. L. B.; ACCIOLY, L. J. O.; SOBRAL, M. DO C. M.; PACHECO, A. P. Parâmetros biofísicos na detecção de mudanças na cobertura e uso do solo em bacias hidrográficas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, n.11, p.1210-1219, 2010.

MALDONADO, F. D. Análise por componentes principais (ACP) na caracterização da dinâmica do uso da terra em área do semiárido brasileiro: Quixaba-PE, Brasil. (INPE-7180-TD/680). 116p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: INPE, 1999.

MALDONADO, F. D. Desenvolvimento e avaliação de uma metodologia de detecção de mudanças na cobertura vegetal do semiárido. 311f. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto). São José dos Campos: INPE, 2005.

MARKHAM, B. L.; BARKER, J. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. Journal of Remote Sensing, v.8, n.3, p.517-523, 1987.

MATSUMOTO, M. H.; BITTENCOURT, M. D. Correlação entre algumas fisionomias de Cerrado, no vale do Paraíba, e classes de índices de vegetação obtidos espectralmente. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Sensoriamento Remoto, 10, 2001, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu, PR. INPE, p.1665-1672, 2001.

MELO, E. T.; SALES, M. C. L.; OLIVEIRA, J. G. B. Aplicação do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do riacho dos cavalos Crateús-CE. RAEGA, v.23, p.520-533, 2011.

MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 320p.

OLIVEIRA, R. C. S.; MEDEIROS, R. M. DE; COSTA NETO, F. DE A.; GOMES FILHO, M. F. Estudo das oscilações da temperatura máxima do ar e

precipitação em Lagoa Seca-PB visando mudanças climáticas. In: Workshop de Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco, 6, e Workshop Internacional sobre Mudanças Climáticas e Biodiversidade, 3, 2014, Recife. Anais...Recife. 2014.

PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CEPA-PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eleto Consult Ltda. 1978. 448p.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.

PARKINSON, C. L. Earth from above. University Sciences Books, Sansalito. Land vegetation, 1997. p.107-111.

PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação. 1.ed. S. J. dos Campos: Parêntese, v.1, 2007. 135p.

ROSENDO, J. DOS S.; ROSA, R. Análise da detecção de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal utilizando a diferença de índices de vegetação. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007. Anais...Florianópolis, 2007. INPE, p.4209-4216.

SÁ, I. I. S.; GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, M. S. B. DE; SÁ, I. B. Uso do índice de vegetação da diferença normalizada (IVDN) para caracterização da cobertura vegetal da região do Araripe Pernambucano. Revista Brasileira de Geografia Física, v.1, n.1, p.28-38, 2008.

SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.13, n.2, p.11-21, 2005a.

SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens LANDSAT 5 - TM. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.2, p.243-252, 2005b.

SOUSA, R. F. DE; BARBOSA, M. P.; SOUSA JÚNIOR, S. P. DE; TERCEIRO NETO, C. P. C.; MORAIS NETO, J. M. Estudo da degradação de terras do município de Boa Vista - Paraíba. Revista Engenharia Ambiental, v.4, n.2, p.005-013, 2007.

SOUZA, E. B.; ALVES, J. M. B.; NOBRE, P. Anomalias de precipitação nos setores norte e leste do nordeste brasileiro em associação aos

eventos do padrão de dipolo observados na bacia do atlântico tropical. Revista Brasileira de Meteorologia, 13, p.45-55, 1998.

VALERIANO, M. M. Reflectância espectral de culturas agrícolas anuais (I): Espectroradiometria. Revista Espaço & Geografia, v.6, n.1, p.1-22. 2003.

Capítulo 4**DETECÇÃO DE MUDANÇAS DA VEGETAÇÃO DE CAATINGA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO RIO PARAÍBA ATRAVÉS DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO**

Hayssa Thyara Silva Barreto¹
Paulo Roberto Megna Francisco²
João Miguel de Moraes Neto³

¹Graduanda em Eng. Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, hayssathyara@hotmail.com

²Dr. em Eng. Agrícola, UFPB, Campina Grande-PB, paulomegna@gmail.com

³Dr. Prof. Titular, UFPB, Campina Grande-PB, j.miguel.moraes@hotmail.com

Introdução

Uma das características marcantes da região semiárida brasileira é a sua grande variabilidade espacial e temporal da precipitação, com totais médios anuais entre 400 a 800mm e uma evaporação que, em anos mais críticos, chega a ultrapassar cinco vezes a altura da precipitação (VAREJÃO-SILVA et al., 1984). Neste ambiente, com um processo desordenado de ocupação territorial que data da época colonial, ocorrem reflexos que se manifestam pela degradação dos seus recursos naturais e que hoje atingem níveis críticos de sustentabilidade, a exemplo de assoreamento dos cursos d'água, menor disponibilidade de água para irrigação e para abastecimento, redução da produtividade agrícola, diminuição da renda líquida dos agricultores e, conseqüentemente, empobrecimento do meio rural, com reflexos danosos para a economia nacional (MANZATTO et al., 1998).

Este processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e subúmidas do Planeta é chamado, hoje de desertificação, representando uma preocupação mundial pois atinge mais de 1 bilhão de habitantes, em mais de 100 países, destruindo terras e pondo em risco a sobrevivência das pessoas (PAN-BRASIL, 2005; SOUZA, 2009). A área de estudo, a bacia hidrográfica do Alto Rio Paraíba, é parte das terras da região semiárida brasileira classificadas com nível de desertificação severo (SÁ et al., 2002; PAN-BRASIL, 2005).

A cobertura vegetal vem sendo estudada ao longo de séculos, segundo os mais diferentes níveis de abordagem, que incluem estudos taxonômicos, botânicos, fisiológicos, fitossociológicos e outros. Desde a descoberta de que, os vegetais extraem da radiação eletromagnética emitida pelo Sol, parte da energia de que necessitam para viver, a interação passou a ser estudada detalhadamente. Uma das ciências que mais

contribuíram e ainda vem contribuindo e motivando o avanço nos conhecimentos de como a vegetação processa a radiação eletromagnética, é o sensoriamento remoto (PONZONI, 2001; BRANDELERO, 2010).

A utilização de índices de vegetação gerados de imagens de satélites se constitui em ferramentas importantes para o monitoramento das alterações naturais ou produzidas pelo homem nos ecossistemas (FEITOSA et al., 2004). Os índices de vegetação ressaltam o comportamento espectral da vegetação possibilitando distinguir diferentes tipos de uso e de outros alvos da superfície terrestre (MOREIRA, 2005).

Das diversas contribuições do sensoriamento remoto, a detecção qualitativa e quantitativa da vegetação verde é uma das mais importantes. Índices espectrais de imagens são utilizados, visando maximizar as características relacionadas ao dossel verde das plantas e minimizar as interferências de efeitos atmosférico e da superfície. Desta forma, a diferença nos valores dos pixels entre o período seco e o úmido permite separar o comportamento da fitofisionomia da Caatinga. Para o primeiro período a vegetação com menor biomassa foliar e para o segundo período, o aumento da atividade fotossintética, resultado da maior quantidade de biomassa foliar (OLIVEIRA et al., 2009).

A importância do sensoriamento remoto como ferramenta para avaliar os processos de desertificação fica mais evidente quando se verifica que um dos quatro indicadores recomendados pela ONU para avaliar o problema é o índice de vegetação derivado de imagens de satélite, o chamado NDVI - Índice de Vegetação de Diferença Normalizada (UNITED NATIONS, 2001; MOREIRA, 2004; MENEZES & NETTO, 2001).

Considerando a vegetação, um parâmetro indicador da qualidade ambiental,

este trabalho pretende através de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, contribuir na avaliação do mapeamento multitemporal da cobertura vegetal da bacia hidrográfica do Alto Rio Paraíba.

Material e Métodos

A área de estudo compreende a bacia Alto Rio Paraíba, com área de 6.717,39 km² localizada sobre o Planalto da Borborema ao centro sul do Estado da Paraíba, divisa ao sul com Pernambuco (PARAÍBA, 2006) (Figura 1).

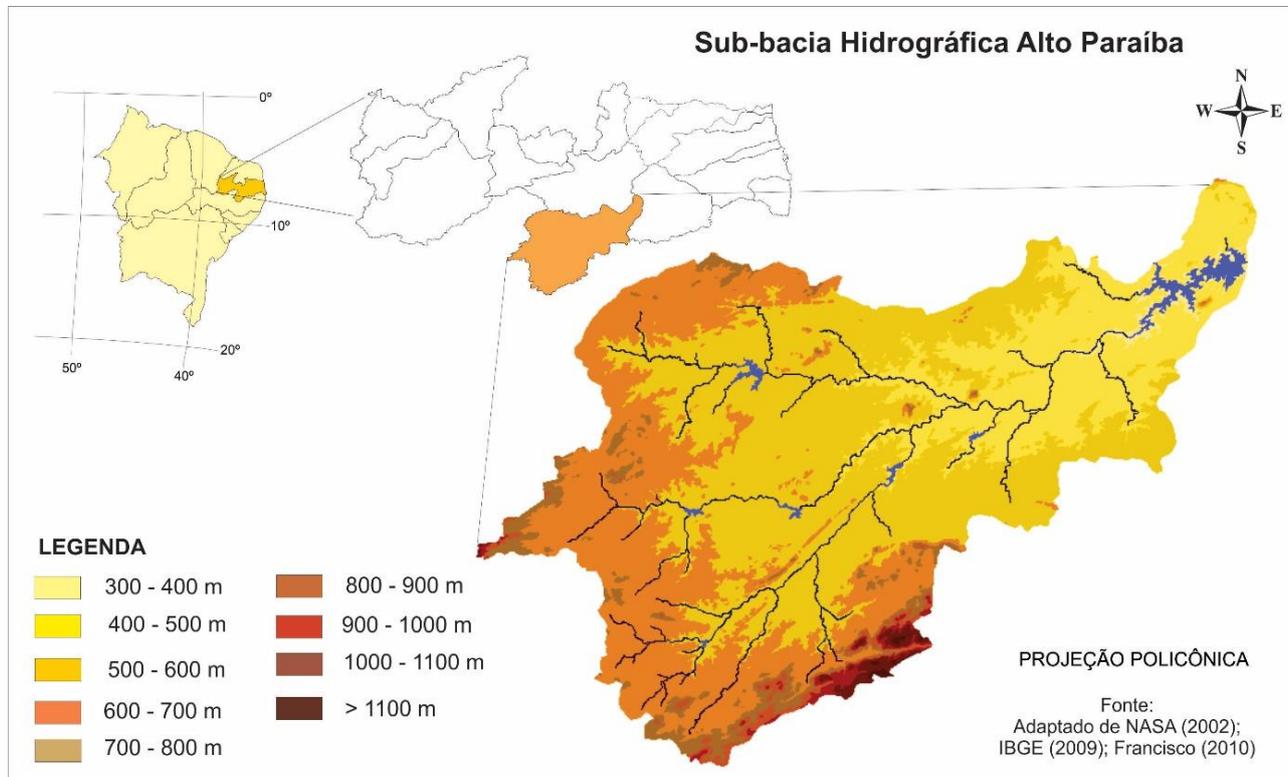


Figura 1. Localização e hipsometria da área de estudo.
Fonte: Adaptado de Francisco et al. (2014).

Conforme Francisco (2010), de acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo Bsh - Semiárido quente, precipitação predominantemente abaixo de 600 mm.ano⁻¹ (Figura 2), e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 a 700m) onde as chuvas da região sofrem influência das massas Atlânticas de sudeste e do norte.

De acordo com Sousa et al. (2007), a vegetação representativa da área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila com as espécies mais encontradas sendo o marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), jurema preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poiret.), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), e catingueira (*Caesalpinia pyramidalis* Tul). Outras espécies nativas da região estão presentes com poucos exemplares, como o angico (*Anadenanthera columbrina* Vell. Brenan) e a aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). Já os cactos são bastante diversificados.

Os solos predominantes na área de estudo, conforme PARAÍBA (1978), são os

Aluviais Eutróficos que ocorrem ao longo das calhas dos rios; os Brunos Não Cálcidos e os solos Litólicos Eutróficos, distribuídos por toda a área da bacia, como também os Vertisols, com maior ocorrência no terço inferior da bacia, mais próximos ao Açude Epitácio Pessoa, estes reclassificados para o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos por Campos e Queiroz (2006) como Solos Neossolos flúvicos Ta eutróficos solódicos, Luvisolos Crômicos órtico típico, Neossolos Litólicos Eutróficos típico, e como Vertissolo Cromado Órtico solódico, respectivamente.

Neste trabalho foram utilizadas imagens do sensor TM LANDSAT 5, órbita 215, pontos 65 e 66, de 12/10/2003 e de 24/05/2010. As imagens foram tratadas utilizando o software ERDAS 8.5, onde foi executada a correção radiométrica e obtidas as imagens de radiância e reflectância, de acordo com Silva et al. (2005a).

Neste procedimento utilizou-se a relação proposta por Markham e Baker (1987) (Equação 1).

$$L_{\lambda_i} = a_i + \left(\frac{b_i - a_i}{255} \right) ND \text{ (Eq.1)}$$

Em que: a_i e b_i são as radiâncias espectrais mínima e máxima ($W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$), ND é a intensidade do pixel (número inteiro de 0 a 255) e $i = 1, 2, 3, 4, 5$ e 7 , corresponde às bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do TM - LANDSAT 5.

De posse dos mapas de radiância espectral de cada banda, informações sobre o $\cos Z$ e irradiância espectral no topo da atmosfera (Tabela 4) para cada banda, estimará a refletância espectral planetária em cada banda (BASTIAANSEN, 1995) (Equação 2).

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{K_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \text{ (Eq. 2)}$$

Em que: ρ_{pi} é reflectância planetária da banda i , K_{λ_i} é a irradiância solar espectral no topo da atmosfera (Tabela 1), $\cos Z$ é o ângulo zenital do Sol e d_r é o inverso do quadrado da distância relativa Terra - Sol - d_s , em unidades astronômicas (IQBAL, 1983), dado pela Equação 3.

$$d_s = 1 + 0,0167 \operatorname{sen} \left[\frac{2 \pi (J - 93,5)}{365} \right] \text{ (Eq. 3)}$$

Sendo: J = o dia Juliano e o argumento da função seno se encontra em radiano. Por sua vez, o ângulo Zenital do Sol não precisou ser calculado pois se encontrava disponível no cabeçalho das imagens adquiridas para este trabalho.

Tabela 1. Descrição das bandas do Mapeador Temático do LANDSAT 5, com os correspondentes intervalos de comprimento de onda, coeficientes de calibração (radiância mínima - a e máxima - b) e irradiâncias espectrais no topo da atmosfera

Bandas	Comprimento de Onda (μm)	Coeficientes de Calibração ($W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$)		Irradiância Espectral no Topo da Atmosfera ($W m^{-2} \mu m^{-1}$)
		a	b	
1 (azul)	0,45 - 0,52	-1,52	193,0	1957
2 (verde)	0,52 - 0,60	-2,84	365,0	1826
3 (vermelho)	0,63 - 0,69	-1,17	264,0	1554
4 (IV-próximo)	0,76 - 0,79	-1,51	221,0	1036
5 (IV-médio)	1,55 - 1,75	-0,37	30,2	215,0
6 (IV-termal)	10,4 - 12,5	1,2378	15,303	-
7 (IV-médio)	2,08 - 2,35	-0,15	16,5	80,67

Fonte: Allen et al. (2002).

Para obtenção do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) foi utilizada a Equação 4.

$$NDVI = \frac{(rp4 - rp3)}{(rp4 + rp3)} \text{ (Eq. 4)}$$

Em que: $rp4$ e $rp3$ correspondem às reflectâncias planetárias das bandas 4 e 3 do TM-LANDSAT 5.

Com o objetivo de mapear a vegetação de caatinga através do NDVI foi criada uma base de dados no SPRING 5.5, na projeção UTM/SAD69, registrando e importando as imagens-índices de vegetação e classificando-as com a utilização do programa LEGAL.

Na Linguagem Algébrica para gerar o mapa de cobertura do solo foi definida de acordo com os tipos (Tabela 1), conforme metodologia proposta por Francisco (2013).

Tabela 2. Classes de NDVI

Classes	NDVI (2003)	NDVI (2010)
Arbórea Subarbórea muito densa	-	> 0,700
Arbórea Subarbórea densa	> 0,300	0,650 - 0,700
Subarbórea densa	-	0,600 - 0,650
Subarbórea Arbustiva densa	0,285 - 0,300	0,550 - 0,600
Arbustiva Subarbórea densa	0,265 - 0,285	0,450 - 0,550
Arbustiva Subarbórea aberta	0,250 - 0,265	0,400 - 0,450
Arbustiva Subarbustiva aberta	0,225 - 0,250	0,350 - 0,400
Subarbustiva Arbustiva rala	0,180 - 0,225	0,200 - 0,350
Subarbustiva Arbustiva muito rala	0,150 - 0,180	0,150 - 0,200
Solo exposto	0 - 0,150	0 - 0,150
Corpos d'água	< 0	< 0

Fonte: Francisco (2013).

Partindo do pressuposto de que na degradação ambiental, a cobertura vegetal é um parâmetro de indicação da conservação, a separação em classes de densidade da vegetação proporciona a relação entre o estado de conservação e a degradação, foi utilizada a

metodologia adaptada de Francisco et al. (2012), que relaciona os valores de reflectância do NDVI com a densidade da vegetação. Com o objetivo de geração do mapa de detecção de mudanças foi utilizado o LEGAL conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Classes de detecção de mudança

Classes	ASmd	ASd	Sd	SAd	ASd	ASa	ASba	SbAr	SbAmr	SE	CA	N
ASmd	NM	DMB	DB	DMOB	DM	DA	DMA	DMA	DAL	DAL	NM	N
ASd	RMB	NM	DMB	DB	DMOB	DM	DA	DMA	DMA	DAL	NM	N
Sd	RB	RMB	NM	DMB	DB	DMOB	DM	DA	DMA	DMA	NM	N
SAd	RM	RB	RMB	NM	DMB	DB	DMOB	DM	DA	DMA	NM	N
ASd	RMOA	RM	RB	RMB	NM	DMB	DB	DMOB	DM	DA	NM	N
ASa	RA	RMOA	RM	RB	RMB	NM	DMB	DB	DMOB	DM	NM	N
ASba	RMA	RA	RMOA	RM	RB	RMB	NM	DMB	DB	DMOB	NM	N
SbAr	RMA	RMA	RA	RMOA	RM	RB	RMB	NM	DMB	DB	NM	N
SbAmr	RAL	RMA	RMA	RA	RMOA	RM	RB	RMB	NM	DMB	NM	N
SE	RAL	RAL	RMA	RMA	RA	RMOA	RM	RB	RMB	NM	NM	N
CA	NM	NM	NM	N								
N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

ASmd - Arbórea subarbórea muito densa; ASd - Arbórea subarbórea densa; Sd - Subarbórea densa; SAd - Subarbórea arbustiva densa; ASd - Arbustiva subarbórea densa; ASa - Arbustiva subarbórea aberta; ASba - Arbustiva subarbustiva aberta; SbAr - Subarbustiva arbustiva rala; SbAmr - Subarbustiva arbustiva muito rala; SE - solo exposto; CA - Corpos d'água; N - nuvens; NM - Não mudança; DAL - Degradação altíssima; DMB - Degradação muito baixa; DB - Degradação baixa; DMOB - Degradação moderada baixa; DM - Degradação moderada; DA - Degradação alta; RMB - Recuperação muito baixa; RB - Recuperação baixa; RM - Recuperação moderada; RMOA - Recuperação moderada alta; RA - Recuperação alta; RMA - Recuperação muito alta; RAL - Recuperação altíssima.

Fonte: Adaptado de Francisco et al. (2012).

Resultados e Discussão

Pelos dados da Tabela 3, e pela Figura 2 do mapa de cobertura vegetal de 2003, observa-se que, as classes de vegetação densa, Arbórea Subarbórea densa, Subarbórea arbustiva densa, Arbustiva subarbórea densa, somam 1.687,9 km², um percentual de 36,7% da área da bacia, e ocupam em grande parte, áreas de cabeceiras da bacia onde recebem maior influência orográfica das chuvas. As áreas menos protegidas pela vegetação, representadas pelas classes Subarbustiva arbustiva rala e muito rala,

abrangem uma superfície de 3.539,12 km², que corresponde a 52,68% do total da bacia que se distribuem, em grande parte, na área central e ao longo da drenagem. As áreas de vegetação de caatinga aberta, Arbustiva subarbórea aberta, Arbustiva subarbustiva aberta, correspondem a uma área de 573,73 km², e representam 8,54% da área da bacia. A classe solo exposto ocorre em 21,72% (1.458,72 km²) da área da bacia. Não foram identificadas e mapeadas as classes de vegetação Arbórea subarbórea muito densa e Subarbórea densa para a imagem de 2003.

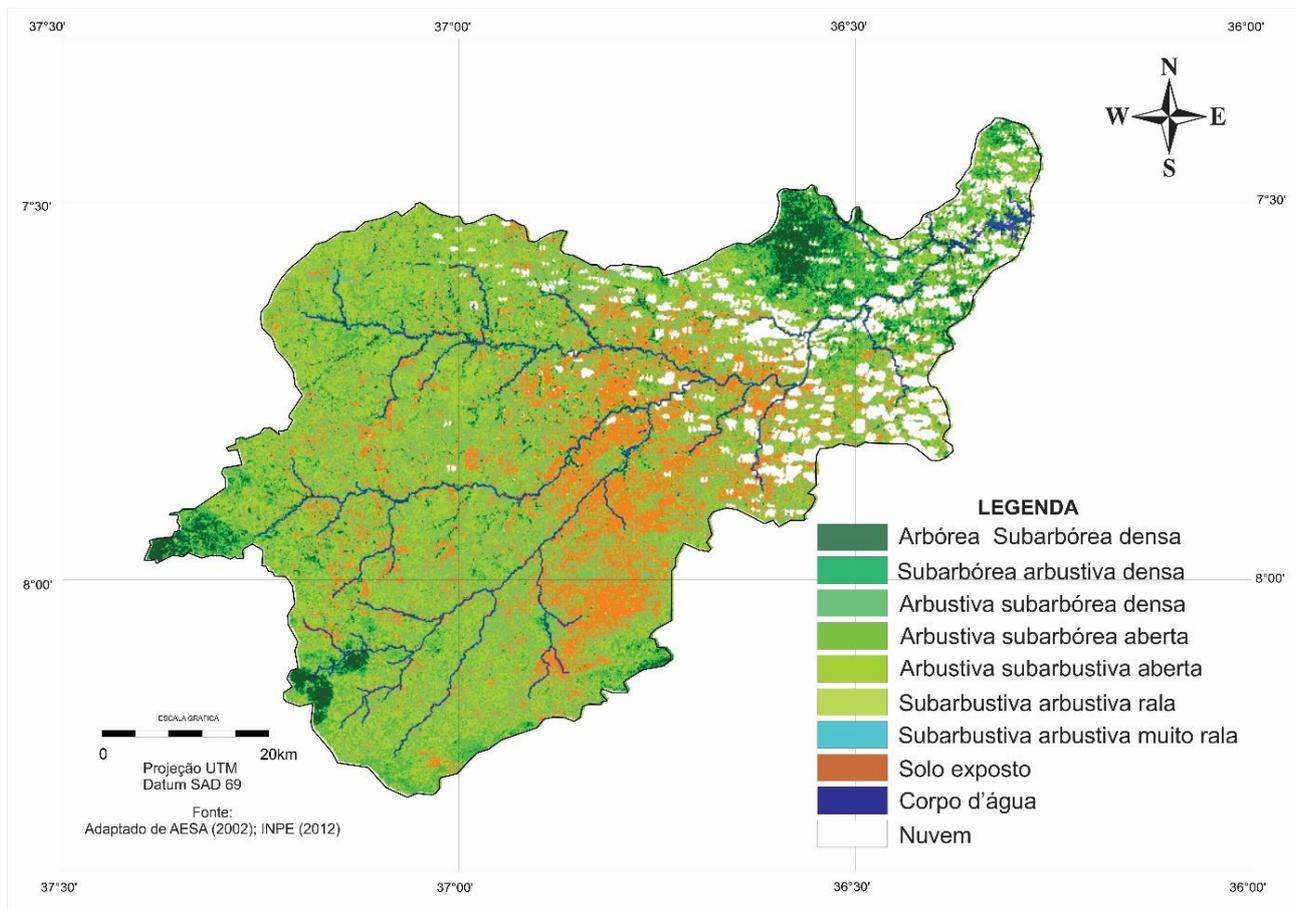


Figura 2. Mapa da cobertura vegetal da bacia da época seca.
 Fonte: Adaptado de AESA (2002); INPE (2012).

Tabela 2. Classes de vegetação da bacia

Classes de vegetação	2003		2010		Diferença	
	Área	%	Área	%	Área	%
Arbórea subarbórea muito densa	-	-	164,73	2,45	164,73	2,45
Arbórea subarbórea densa	337,62	5,03	341,63	5,09	4,01	0,06
Subarbórea densa	-	-	476,42	7,09	476,42	7,09
Subarbórea arbustiva densa	87,01	1,30	599,11	8,92	512,10	7,62
Arbustiva subarbórea densa	149,91	2,23	1.826,16	27,19	1.676,25	24,95
Arbustiva subarbórea aberta	155,95	2,32	1.062,63	15,82	906,68	13,50
Arbustiva subarbustiva aberta	417,78	6,22	917,54	13,66	499,76	7,44
Subarbustiva arbustiva rala	1.957,64	29,14	982,09	14,62	-975,55	-14,52
Subarbustiva arbustiva muito rala	1.581,48	23,54	13,87	0,21	-1.567,61	-23,34
Solo exposto	1.458,72	21,72	19,89	0,30	-1.438,83	-21,42
Corpo d'água	23,39	0,35	65,43	0,97	42,04	0,63
Nuvem	547,90	8,16	247,89	3,69	-300,01	-4,47
Área total	6.717,39	100,00	6.717,39	100,00	0	0

Pelos dados da Tabela 4, e que pela Figura 3 do mapa de cobertura vegetal da época úmida (2010), observa-se que, as classes de vegetação densa, Arbórea Subarbórea muito densa, Arbórea Subarbórea densa, Subarbórea arbustiva densa, Arbustiva subarbórea densa, somam 3.408,05 km², um percentual de 50,74% da área da bacia, e ocupam em grande parte,

áreas de cabeceiras da bacia onde recebem maior influência orográfica das chuvas (Figura 5). As áreas de vegetação de caatinga aberta, Arbustiva subarbórea aberta, Arbustiva subarbustiva aberta, correspondem a uma área de 1.980,17 km², e representa 29,48% da área da bacia. A classe solo exposto ocorre em 0,3% (19,89 km²) da área da bacia. As áreas menos

protegidas pela vegetação, representadas pelas classes Subarbustiva arbustiva rala e muito rala, abrangem uma superfície de 995,96 km², que correspondem a 14,83% do total da bacia que se

distribuem, em grande parte, na área central e ao longo da drenagem, áreas mais exploradas pela agricultura e com índices menores de refletância.

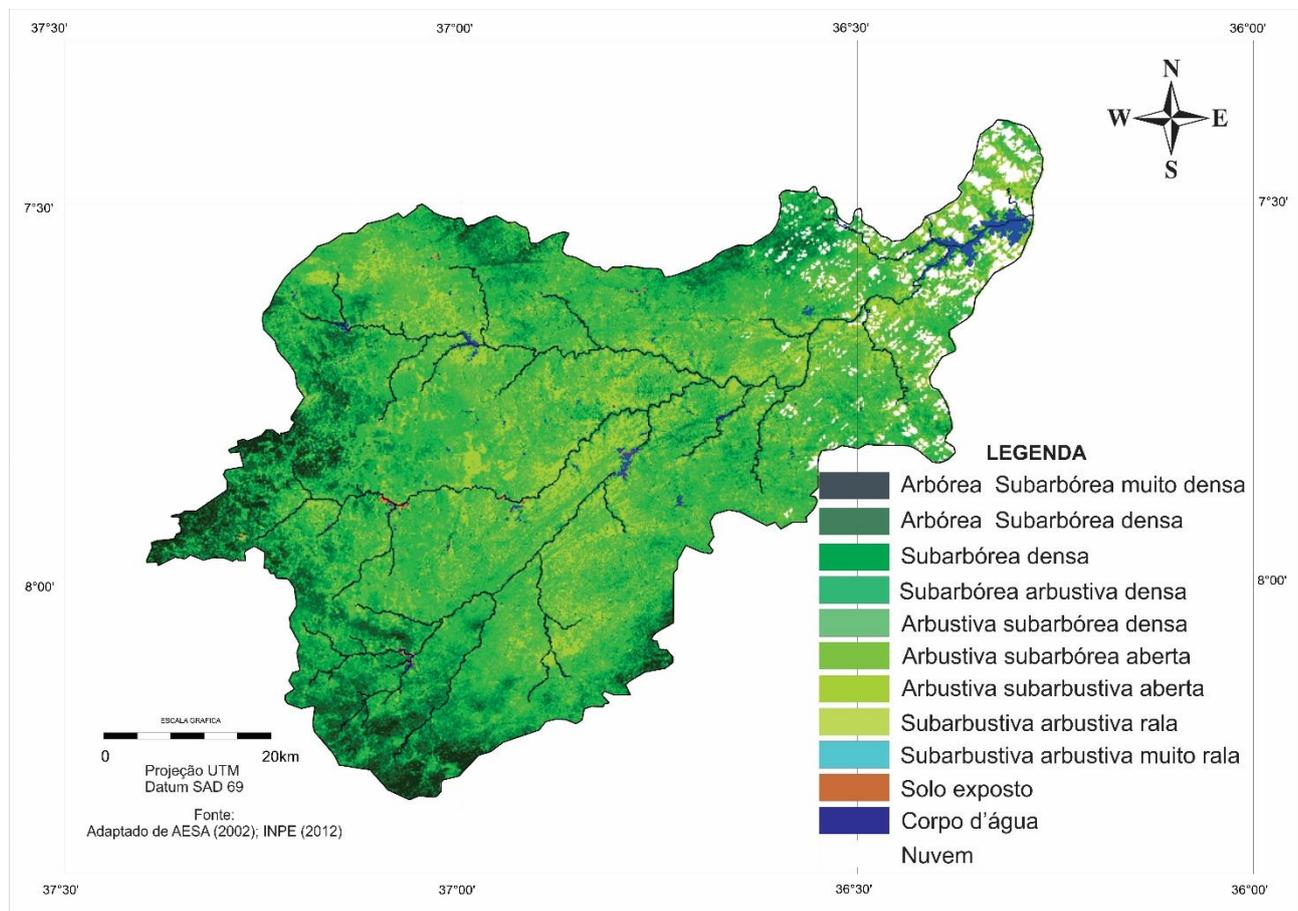


Figura 3. Mapa da cobertura vegetal da bacia da época úmida. Fonte: Adaptado de AESA (2002); INPE (2012).

No mapa de detecção de mudança (Figura 4) e na Tabela 5, que sintetiza os dados do mapeamento da mudança da vegetação da bacia

hidrográfica para o período de 7 anos, observa-se os valores em área e percentagem de ocupação das classes.

Tabela 5. Distribuição das classes de detecção de mudança

Classes de detecção de mudança	Área (km ²)	%
Recuperação alta a altíssima	1.283,68	19,11
Recuperação moderada a moderadamente alta	2.350,30	34,99
Recuperação baixa a muito baixa	1.602,31	23,85
Não Mudança	352,77	5,25
Degradação muito baixa a baixa	231,88	3,45
Degradação moderada a moderadamente baixa	136,81	2,04
Degradação alta a altíssima	51,36	0,76
Nuvem	708,27	10,54
Área Total	6.717,39	100,00

Observa-se na Figura 4 que a classe Nuvem apresenta o valor de 10,54% (708,27 km²) da área, neste caso pela soma da classe

nuvem da imagem de 2009 e 1996, pois isto causa o mascaramento da investigação, problema esse encontrado no sensoriamento

remoto. De acordo com Silva et al. (2007), nuvens causam sérias interferências em imagens aéreas e orbitais degradando a resposta radiométrica ou provocando redução na área útil da imagem. Entretanto, a redução da

área útil da imagem pode, em alguns casos, ser superior ao dobro desse valor percentual, uma vez que também deve ser considerada a degradação provocada por sombras projetadas por essas nuvens sobre o terreno imageado.

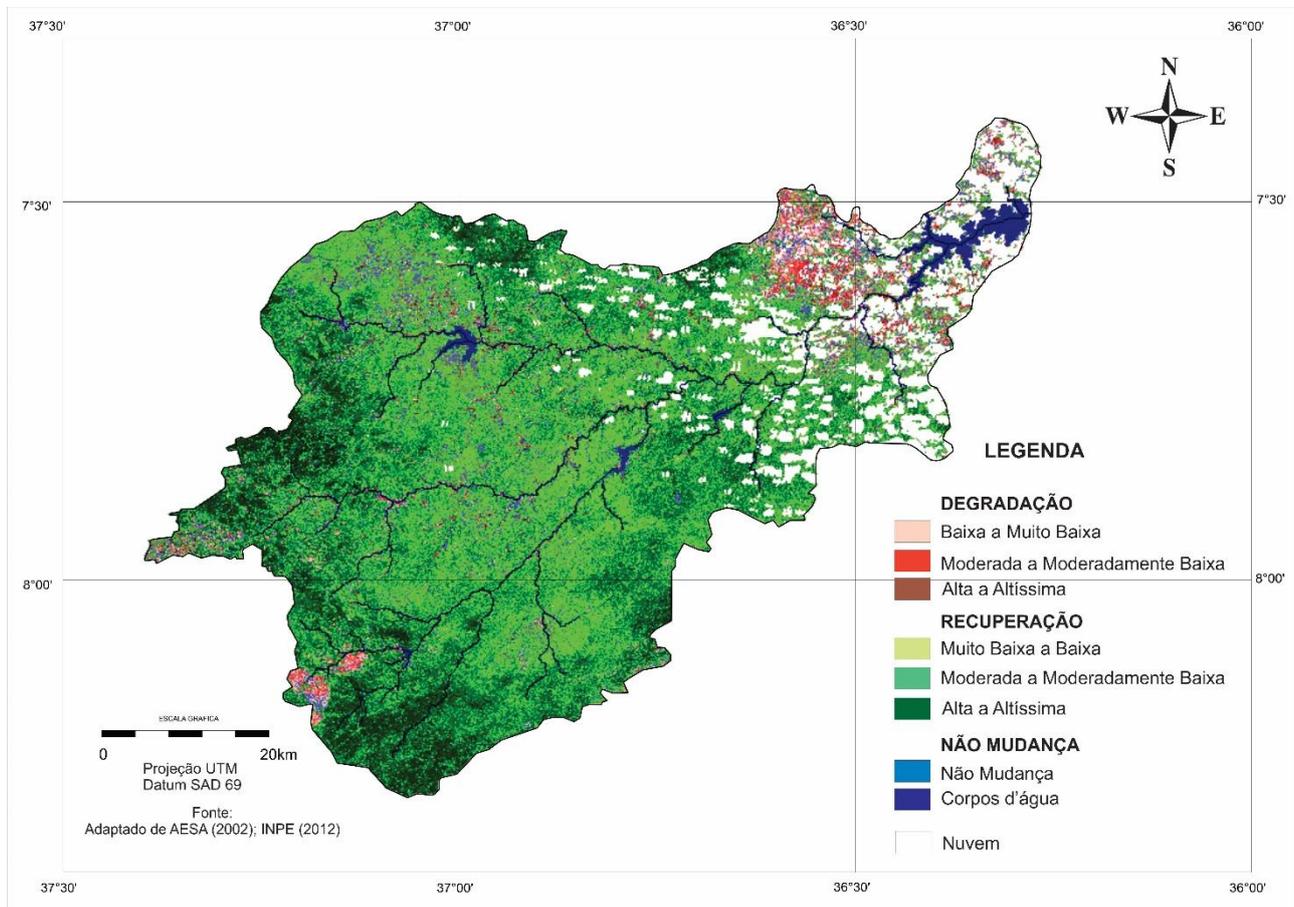


Figura 4. Mapa de detecção de mudanças.

A classe de Não Mudança com 352,77 km² representando 5,25% da área da bacia, ocorre em sua maioria em terras próximas a drenagem dos rios da bacia, encontrando-se em abandono ou em uso pela agricultura e pela pecuária extensiva.

No mapa temático, as proporções em área entre classes demonstram uma maior recuperação da área. De acordo com Francisco et al. (2012), isso ocorre porque a bacia é composta por áreas sendo degradadas e outras em processo de recuperação. Considerando a erosividade das chuvas da região semiárida brasileira, devido a sua concentração temporal, a cobertura vegetal do solo é fundamental para protegê-lo da ação erosiva das chuvas.

Observa-se que 5.236,29 km² representando 77,95% da área da bacia, encontra-se nas classes de Recuperação Muito Baixa a Altíssima, demonstrando a capacidade da vegetação semiárida em aumentar a

biomassa e o porte da vegetação quando da influência da chuva. Estas áreas mapeadas se encontram principalmente nas regiões com maiores altitudes nas divisas da bacia que sofrem uma maior influência orográfica das chuvas e se localizam em declividade mais acentuada de menor acesso ou de preservação e que respondem mais ao fator umidade. Observa-se que, nas áreas em que houve uma maior recuperação estão localizadas em boa parte na drenagem em solos aluviais e com uma maior umidade disponível durante os 7 anos de temporalidade. De acordo com Francisco et al. (2012), nestas áreas em sua maioria são as algarobeiras (*Prosopis juliflora* (sw) DC) que predominam.

As classes de Degradação Muito Baixa a Altíssima 420,06 km² representando 6,25% da área da bacia ocorre à nordeste, onde estas são áreas planas e que ocorrem os Solonetz Solodizado, e ao noroeste da bacia, em áreas

onde ocorrem os Luvisolos. Estas terras são representadas por solos muito susceptíveis a erosão e consequente degradação pelo mau uso e má conservação. Resultados similares encontrados por Francisco et al. (2012).

Conclusão

Com o uso de imagens de satélite temporal de média resolução e técnicas de geoprocessamento pôde-se detectar a mudança com rapidez e precisão que proporcionaram resultados satisfatórios.

Através do uso do NDVI na detecção de mudança pode-se constatar que houve uma recuperação da vegetação em 5.236,29 km², Não Mudança em uma área de 352,77 km² e Degradação em 420,06 km².

Referências

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. João Pessoa, 2011. Disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 9 de julho 2018.
- ALLEN, R.; BASTIAANSSEN, W.; WATERS, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. Surface energy balance algorithms for land (SEBAL). Idaho implementation – Advanced Training and User's Manual, 2002. 97p.
- BASTIAANSSEN, W. G. M. Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain. A Remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climates. 273f. Tese. Wageningen Agricultural University. The Netherlands, 1995.
- BRANDELERO, C. Espectrorradiometria do visível e infravermelho próximo em povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. 82f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Maria, 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca – PAN-Brasil. Brasília-DF, 2005, 213p.
- CAMPOS, M. C. C.; QUEIROZ, S. B. Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v.6 n.1, p.45-50, 2006.
- FEITOSA, J. R. P.; COSTA FILHO, J. F. DA; SILVA, B. B. DA. Avaliação de índices de vegetação em área irrigada do sub-médio São Francisco, Petrolina-PE, a partir de imagens do satélite LANDSAT 5-TM. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 18, 2004, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2004.
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.
- FRANCISCO, P. R. M. Modelo de mapeamento da deterioração do Bioma Caatinga da bacia hidrográfica do rio Taperoá, PB. 97f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2013.
- FRANCISCO, P. R. M.; CHAVES, I. B.; CHAVES, L. H. G.; LIMA, E. R. V. Detecção de Mudança da Vegetação de Caatinga. Revista Brasileira de Geografia Física, v.6, n.4, p.1473-61487, 2012.
- IQBAL, M. An introduction to solar radiation. Academic Press. Toronto, 1983.
- MANZATTO, H. R. H.; CUNHA, T. J. F.; SILVA, C. A.; MATOS, J. A. DE; RAMOS, D. P. Diagnóstico ambiental como subsídio ao desenvolvimento sustentável para produção rural em comunidades das microbacias hidrográficas no estado do Rio de Janeiro. Embrapa Solos - CNPS, n.8, 1998, 4p.
- MARKHAM, B. L.; BARKER, J. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. Journal of Remote Sensing, v.8, n.3, p.517-523, 1987.
- MENESES, P. R.; NETTO, J. S. M. Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais. Brasília. UnB, Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologia de aplicação. 2. ed. São José dos Campos, Viçosa: UFV, 2004. 307p.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 320p.
- OLIVEIRA, W. M. DE; CHAVES, I. DE B.; LIMA, E. R. V. DE. Índices espectrais de vegetação de caatinga em um Neossolo Litólico do semiárido paraibano. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009. p.2103-2110.
- PARAÍBA. Governo do Estado. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. CEPA-PB. Zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Relatório ZAP-B-D-2146/1. UFPB-Eletr Consult Ltda. 1978. 448p.
- PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente. Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, AESA. PERH-PB: Plano Estadual de

- Recursos Hídricos: Resumo Executivo e Atlas. Brasília, DF, 2006. 112p.
- PONZONI, F. J.; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação. 1. ed. São José dos Campos: Ed. Parêntese. v.1, 2007. 135p.
- SÁ, I. B. Monitoramento ambiental: a degradação ambiental no Trópico Semiárido do Nordeste Brasileiro. In: Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, 1, 2002, Aracaju. Anais...Aracaju, 2002.
- SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens LANDSAT 5-TM. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.13, n.2, p.11-21, 2005a.
- SILVA, B. B.; LOPES, G. M.; AZEVEDO, P. V. Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens LANDSAT 5 - TM. Revista Brasileira de Meteorologia, v.20, n.2, p.243-252, 2005b.
- SILVA, W. A. DA; IMAI, N. N.; POLIDORIO, M. A. Validação de nuvens e sombras detectadas em imagens CCD/CBERS por correlação de pontos candidatos. In: Simpósio Brasileiro de Geomática, 2, Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 5, 2007, Presidente Prudente. Anais...Presidente Prudente, 2007. p.996-1002.
- SOUSA, R. F. DE; BARBOSA, M. P.; SOUSA JÚNIOR, S. P. DE; TERCEIRO NETO, C. P. C.; MORAIS NETO, J. M. Estudo da degradação de terras do município de Boa Vista - Paraíba. Revista Engenharia Ambiental, v.4, n.2, p.005-013, 2007.
- SOUZA, B. I. DE; SUERTEGARAY, D. M. A.; LIMA, E. R. V. DE. Desertificação e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano. Mercator, v.8, n.16, p.217-232, 2009.
- UNITED NATIONS. Text of the United Nations Convention to Combat Desertification. 2001. Disponível em: <www.unccd.int/convention/text/convention.php>. Acesso em: 12 março de 2012.
- VAREJÃO-SILVA M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE M. H.; SILVA, B. B. Atlas Climatológico do Estado da Paraíba. UFPB. Campina Grande, 1984.

Capítulo 5

RECONFIGURAÇÃO DE REDES ELÉTRICAS DE DISTRIBUIÇÃO UTILIZANDO ALGORITMO COLÔNIA DE FORMIGAS MODIFICADO**Cristiane Lionço Zeferino¹****Edson Andreoli²****Hugo Andrés Ruiz Flórez³****Jonathan dos Santos Cruz⁴****Leandro Antônio Pasa⁵**¹Dra. Profa. Titular, UTFPR, Medianeira-PR, cristianel@utfpr.edu.br²Me. Prof. Titular, UTFPR, Medianeira-PR, andreoli@utfpr.edu.br³Dr. Prof. Titular, UTFPR, Medianeira-PR, hugoflorez@utfpr.edu.br⁴Graduando em Eng. Elétrica, UTFPR, Medianeira-PR, cruz.2015@alunos.utfpr.edu.br⁵Dr. Prof. Titular, UTFPR, Medianeira-PR, pasa@utfpr.edu.br**Introdução**

O sistema de distribuição é caracterizado como o segmento do setor elétrico dedicado ao rebaixamento da tensão proveniente do sistema de transmissão, à conexão de centrais geradoras e ao fornecimento de energia elétrica ao consumidor. Esse sistema é composto pela rede elétrica e pelo conjunto de instalações e equipamentos elétricos que operam em níveis de alta tensão (superior a 69 kV e inferior a 230 kV), média tensão (superior a 1 kV e inferior a 69 kV) e baixa tensão (igual ou inferior a 1 kV) (ANEEL, 2019).

A qualidade de energia entregue pelo sistema de distribuição aos consumidores é de extrema importância, estando relacionada diretamente aos níveis de tensão para operação do sistema. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) define por meio dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST), limites de tensão para operação dos sistemas de distribuição. Isso implica no monitoramento do perfil de tensão da rede elétrica pelas concessionárias de energia para evitar a violação dos limites definidos, não necessitando compensar financeiramente os consumidores devido as violações. Os níveis de tensão estão associados as impedâncias das linhas de distribuição e conseqüentemente as perdas ativas, sendo estas decorrentes do transporte de energia elétrica, que também geram custos adicionais para as concessionárias (ANEEL, 2019).

As perdas dependem de diversos fatores como topologia dos alimentadores, de sua demanda e de seus parâmetros elétricos em cada seção. Uma vez que em um Sistema Elétrico de Potência (SEP) em operação a demanda não

pode ser controlada e os parâmetros elétricos são fixos, a única alteração que pode ser realizada por parte da concessionária de energia visando à redução das perdas está na reconfiguração da rede elétrica de distribuição (GOMES, 2005).

Para que o sistema opere de modo a satisfazer os níveis de tensão definidos no PRODIST, reduzindo as perdas ativas, é necessário a reconfiguração do sistema. Pode-se afirmar que o processo de reconfiguração em uma rede elétrica de distribuição consiste na formação de novas configurações por meio da transferência de cargas entre circuitos. Isso é feito pela abertura e fechamento de chaves seccionadoras que interligam os dispositivos da rede (SILVA et al., 2016).

A reconfiguração é uma ferramenta muito importante para o planejamento e controle em tempo real da operação dos sistemas de distribuição. A operação *online* requer respostas rápidas para que possam ser tomadas as devidas ações de controle no comando automático dos sistemas (NETO, 2014).

Nesse contexto, objetiva-se com este trabalho a implementação de um algoritmo de otimização baseado em colônia de formigas - *Ant Colony Optimization (ACO)* para reconfiguração de redes elétricas de distribuição, de forma que, o sistema reconfigurado satisfaça os limites de tensão definidos no PRODIST, e apresente perdas de potência ativa mínima, seja radial e atenda todas as cargas.

Material e Métodos

Representação do sistema e formulação do problema

A rede elétrica foi representada por um conjunto de pontos interconectados por onde os agentes (formigas) se deslocam para formar novas configurações para os sistemas de distribuição. Sendo que, os pontos e as conexões representam respectivamente as barras do sistema e as linhas que interligam as barras.

A reconfiguração foi formulada como sendo um problema de otimização, com o objetivo de minimizar as perdas de potência ativa da rede elétrica de distribuição, satisfazendo as restrições de radialidade e limites de tensão nas barras do sistema. Esta formulação é expressa na Equação 1.

$$\text{Minimizar } f(x) = \sum_{j=1}^{N_R} R_j I_j^2 \text{ (Eq.1)}$$

Sujeita as restrições de limite de magnitude das tensões nodais descrita pela Equação 2, e de configuração radial.

$$V_{min} \leq V_i \leq V_{max}, i \in N_b \text{ (Eq.2)}$$

Sendo: R_j e I_j a resistência e a corrente do ramo j , N_R o número de ramos e N_B o número de barras.

Fluxo de carga

O método *Backward/Forward Sweep (BFS)* proposto em Rana et al. (2014) foi utilizado para executar o fluxo de carga em sistemas de distribuição radiais e balanceados. Este método utiliza equações algébricas simples para calcular iterativamente os módulos das tensões dos nós e das correntes nos ramos.

O método apresenta duas etapas: a varredura inversa e a varredura direta. Na varredura inversa, a tensão e as correntes são calculadas por meio das Leis de Kirchhoff para tensões (LKT) e para correntes (LKC), sendo executada a partir do nó mais distante do nó de origem. Na varredura direta, a tensão do nó descendente é calculada a partir do nó de origem.

Para a execução do algoritmo assumiu-se para a 1ª iteração, tensão de 1pu para o nó de extremidade j . A partir do nó j foi calculada a corrente do nó usando a Equação 3.

$$I_j = \left(\frac{S_j}{V_j}\right)^* \text{ (Eq.3)}$$

Após calculou-se com essa corrente a tensão no

nó intermediário i usando a Equação (4).

$$V_i = V_j + Z_{ij} \cdot I_{ij} \text{ (Eq.4)}$$

A seguir aplicou-se LKC no nó i para determinar a corrente que flui do nó de referência para o nó i usando a Equação 5.

$$I_{i-1,i} = I_i + \sum \text{correntes nas ramificações que saem do nó } i \text{ (Eq.5)}$$

Após calculou-se a tensão no nó de referência, utilizando a Equação 4, e comparou-se a magnitude da tensão calculada no nó de referência com a tensão especificada para este nó.

De acordo com a metodologia, o processo é encerrado se a tensão no nó de referência for igual a tensão especificada para este nó, caso contrário, a varredura direta será iniciada.

Forward Sweep:

O método *forward sweep* utilizado nesta metodologia foi realizado começando com o nó de referência na tensão especificada.

Após calculou-se as tensões dos nós a jusante do nó de referência usando a Equação 6, processo este, que é feito até o nó de extremidade j .

$$V_i = V_{i-1} - Z_{i-1,i} \cdot I_{i-1,i} \text{ (Eq.6)}$$

Novamente iniciou-se a varredura inversa com a tensão de barramento atualizada calculada na varredura direta.

Depois de calculadas as tensões dos nós e as correntes de linha usando o algoritmo padrão de varredura BFS, as perdas ativas foram calculadas.

Formação das configurações e movimento dos agentes

A reconfiguração da rede de distribuição foi feita baseada na metodologia de otimização *Ant Colony System para Reconfiguração (ACS-R)* proposto em Pereira (2010) para geração das diferentes configurações, que se trata de uma modificação feita no método clássico *Ant Colony System (ACS)* proposto em Dorigo e Gambardella (1997) para solucionar o problema do caixeiro viajante, onde cada agente (formiga) era responsável por encontrar uma rota que interligasse todas as cidades do problema proposto em cada ciclo, sendo adotado então um novo método de busca, em

que os agentes interagem entre si para gerar apenas uma rota por ciclo, ou seja, apenas uma configuração por ciclo.

No ACS-R, inicialmente todas as chaves do sistema são fechadas e os agentes são posicionados em uma barra do sistema, escolhida aleatoriamente, sendo o movimento de cada agente em direção a outras barras definido de acordo com o conhecimento heurístico (resistência do ramo percorrido) e a quantidade de feromônio presente sobre os ramos.

A probabilidade calculada de um agente k posicionado em uma barra i visitar uma barra j é dada pela Equação 7.

$$P_{ij}^k = \frac{[\tau_{ij}][\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in J_i} [\tau_{il}][\eta_{il}]^\beta} \quad (\text{Eq.7})$$

Sendo: τ_{ij} e η_{ij} a quantidade de feromônio e a heurística (inverso da resistência) do ramo (ij), β o peso dado a heurística e J_i uma lista de barras a serem visitadas a cada ciclo.

A escolha da barra j a ser visitada por um agente posicionado na barra i é definida de acordo com a regra de transição apresentada na Equação 8.

$$j = \begin{cases} \operatorname{argmax}_{j \in J_i} \{[\tau_{ij}][\eta_{ij}]^\beta\}, & \text{se } q \leq q_o \\ J, & \text{se } q > q_o \end{cases} \quad (\text{Eq.8})$$

Onde: q é um valor aleatório no intervalo $[0,1]$ sorteado para cada agente, q_o um parâmetro constante, também no intervalo $[0,1]$, que permite concentrar a busca por melhores soluções ou a exploração de soluções alternativas, e $J \in J_i$ uma barra escolhida aleatoriamente de acordo com a probabilidade apresentada na Equação 7.

Porém o deslocamento só pode ser executado, se a barra j ainda não foi visitada ou se a barra j foi visitada no ciclo t pelo agente k_1 e o agente k_2 que pretende executar o movimento em direção a barra j estava na barra i com o agente k_1 no ciclo $t - 1$.

Após o deslocamento do agente sobre o ramo (ij) é feita a atualização local do feromônio sobre o ramo pela Equação 9.

$$\tau_{ij} \leftarrow (1 - \rho)\tau_{ij} + \rho\tau_o \quad (\text{Eq.9})$$

Sendo: $\rho \in [0,1]$ a taxa de evaporação de feromônio, e τ_o a quantidade inicial de feromônio.

Para as melhores configurações

encontradas, ou seja, as que satisfazem as restrições e apresentam menores perdas de potência ativa, foi feita a atualização global de feromônio sobre os ramos, utilizando a Equação 10.

$$\tau_{ij} \leftarrow (1 - \rho)\tau_{ij} + \rho\Delta_{ij} \quad (\text{Eq.10})$$

Onde: Δ_{ij} é dado pela Equação 11.

$$\Delta_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{\text{perdas}}, & \text{se } (ij) \in \text{melhor configuração} \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (\text{Eq.11})$$

Software, sistemas-teste e análises

O algoritmo ACS-R foi desenvolvido no software Matrix Laboratory (MATLAB) de modo a determinar as configurações dos sistemas-teste que apresentaram menores perdas ativas, satisfazendo a restrição de tensão, seguindo a determinação do módulo 8 do PRODIST, que define para sistemas de distribuição com tensão nominal superior a 1 kV e inferior a 69 kV, tensões de atendimento adequado, igual ou superior a 0,93 pu e igual ou inferior a 1,05 pu, e que as configurações sejam radiais, sendo essa restrição garantida pelas agentes.

Os sistemas padrão Institute of Electrical and Eletronics Engineers (IEEE), com as configurações de 33 barras obtido em Baran e Wu (1989) e 69 barras obtido em Chiang e Jumeau (1990), foram utilizados para verificar o desempenho do algoritmo.

As perdas ativas e as configurações obtidas pelo método foram comparadas à metodologias clássicas baseadas em heurísticas, apresentadas em Baran e Wu (1989), Shirmohammadi e Hong (1989) e Chiang e Jumeau (1990), e também a metodologias modernas baseadas no comportamento biológico de seres vivos, como no movimento das formigas, apresentados em Pereira (2010) e Ghorbani et al. (2008), no movimento de vagalumes, desenvolvido em Silva et al. (2016) e em redes neurais, apresentado em Patel et al. (2017). Além disso foram analisados os perfis dos módulos de tensão nas barras dos sistemas-teste antes e após a reconfiguração, para verificar as mudanças causadas nestes devido a reconfiguração e se os níveis de tensão satisfazem os limites definidos no módulo 8 do PRODIST.

Os parâmetros definidos no algoritmo para os sistemas-teste IEEE de 33 e 69 barras são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros para os sistemas-teste

Parâmetro	IEEE de 33 barras	IEEE de 69 barras
Número de Ciclos (N_c)	500	500
Número de agentes (N_a)	33	69
Feromônio inicial (τ_o)	1,0	1,0
Peso (β)	2,0	2,0
Decaimento (ρ)	0,1	0,1
Parâmetro (q_o)	0,8	0,8

Resultados e Discussão

Sistema-teste IEEE de 33 barras

Observa-se na Figura 1 o resultado encontrado pelo ACS-R para este sistema-teste, que se trata da nova configuração para operação do sistema, formada devido a abertura das

chaves s7, s9, s14, s28 e s32, e fechamento das demais. A nova configuração obtida possui perdas de potência ativa igual a 140 kW. O processo de reconfiguração possibilita a redução das perdas ativas em 30,90%

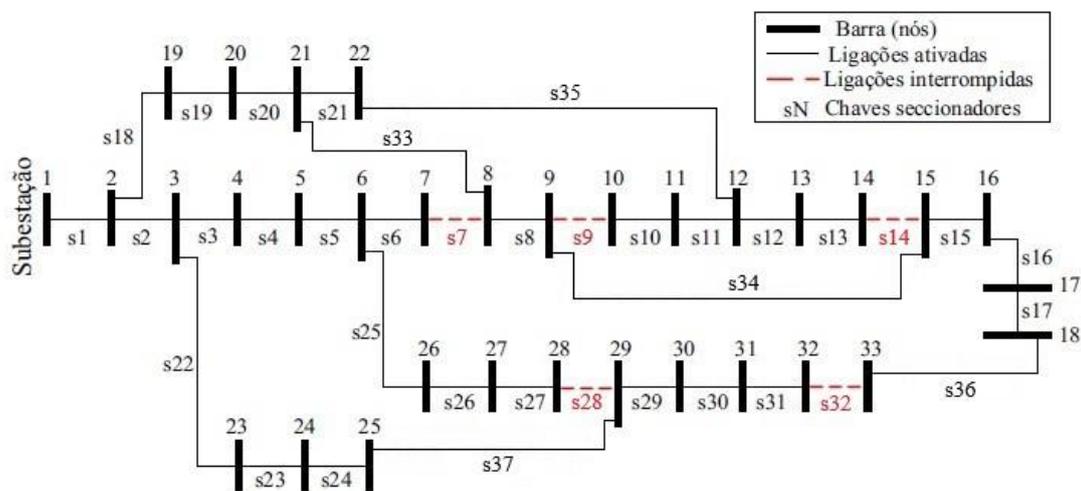


Figura 1. Nova configuração para o sistema-teste IEEE de 33 barras.

Fonte: Adaptado de Sanca (2013).

O sistema-teste IEEE de 33 barras obtido em Baran e Wu (1989) é apresentado na Figura 2. O sistema possui tensão nominal de 12,66 kV e potência base de 10MVA. No sistema-teste, a barra 1 corresponde a subestação e as

demais são definidas como barras de carga. O sistema apresenta 37 chaves de interconexão, sendo 32 chaves fechadas (s1 a s32) e 5 chaves abertas (s33 a s37) para a configuração inicial, possuindo perdas ativas de 202,64 kW.

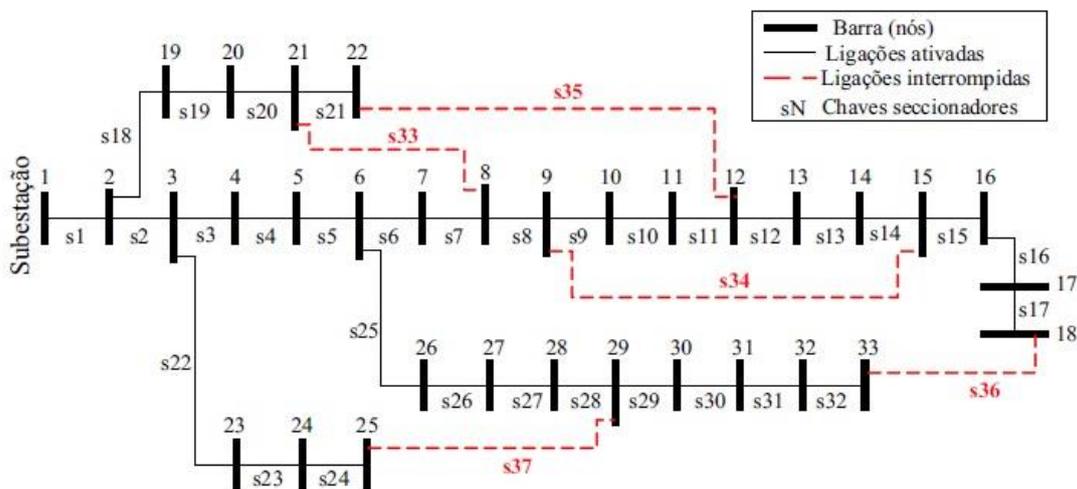


Figura 2. Configuração inicial para o sistema-teste IEEE de 33 barras.

Fonte: Adaptado de Sanca (2013).

Apresenta-se na Figura 3 o perfil do módulo das tensões em cada barra da configuração inicial e da nova configuração encontrada pelo algoritmo ACS-R implementado, sendo possível verificar que além de reduzir as perdas de potência ativa do

sistema, a reconfiguração melhora o perfil de tensão das barras, tornando todas as tensões acima de 0,94 pu, satisfazendo a restrição de limite de magnitude das tensões de acordo com os valores exigidos no módulo 8 do PRODIST.

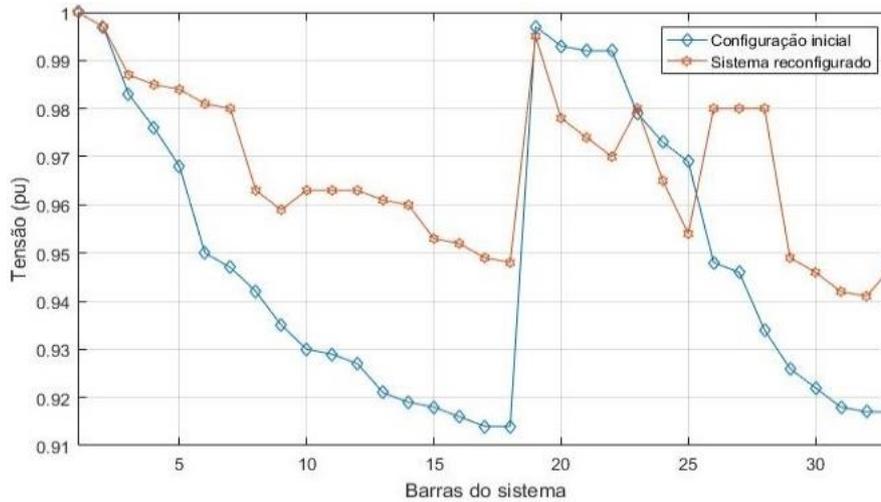


Figura 3. Perfil de tensão para o sistema-teste IEEE de 33 barras.

Sistema-teste IEEE de 69 barras

Observa-se na Figura 4 o resultado obtido pelo ACS-R para este sistema-teste, sendo a nova configuração formada pela abertura das chaves s14, s56, s61, s69 e s70, e fechamento das

demais. A nova configuração encontrada possui perdas de potência ativa igual 9,42 kW. O processo de reconfiguração possibilita a redução das perdas ativas em 55,29%.

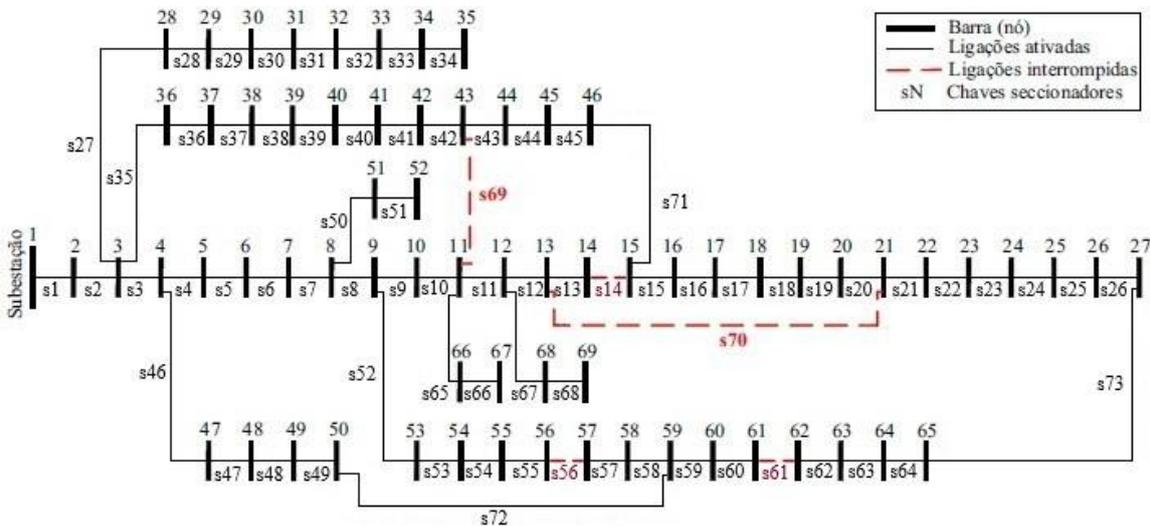


Figura 4. Nova configuração para o sistema-teste IEEE de 69 barras.

Fonte: Adaptado de Sanca (2013).

O sistema-teste IEEE de 69 barras obtido em Chiang e Jumeau (1990) é apresentado na Figura 5. Este sistema apresenta tensão nominal de 12,66 kV e potência base de 10 MVA. No sistema-teste, a barra 1 representa a subestação e as demais correspondem a

barras de carga. O sistema apresenta 73 chaves de interconexão, sendo 68 chaves fechadas (s1 a s68) e 5 chaves abertas (s69 a s73) para a configuração inicial, possuindo perdas ativas de 21,07 kW.

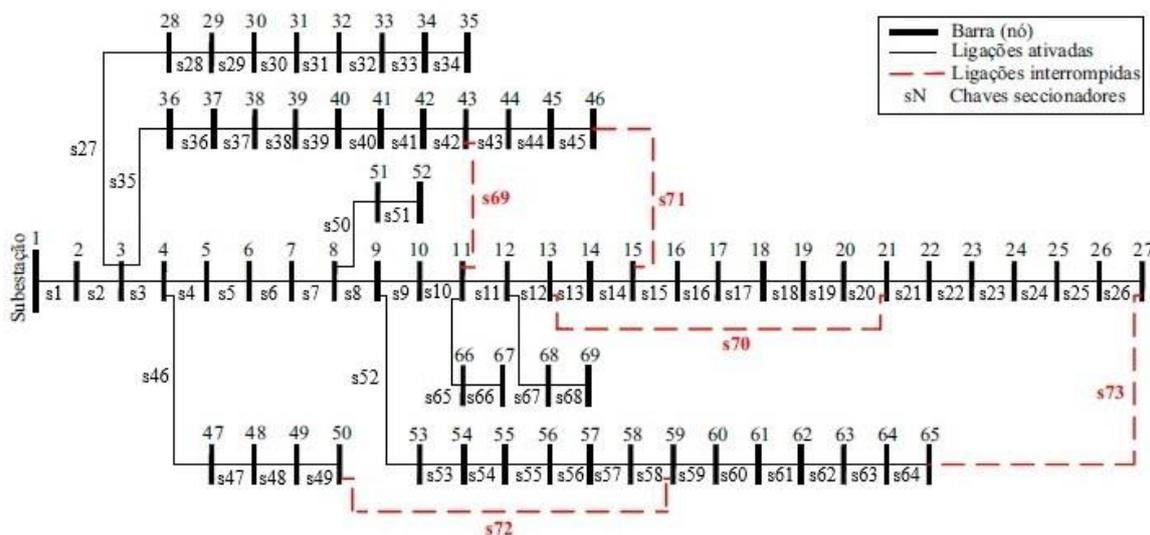


Figura 5. Configuração inicial para o sistema-teste IEEE de 69 barras.

Fonte: Adaptado de Sanca (2013).

O perfil do módulo das tensões nas barras da configuração inicial e da nova configuração encontrada pelo algoritmo ACS-R implementado é apresentado na Figura 6, sendo possível verificar que a reconfiguração melhora

o perfil de tensão das barras, e que todas as tensões obtidas estão acima de 0,98 pu, satisfazendo a restrição de limite de magnitude das tensões de acordo com os valores exigidos no módulo 8 do PRODIST.

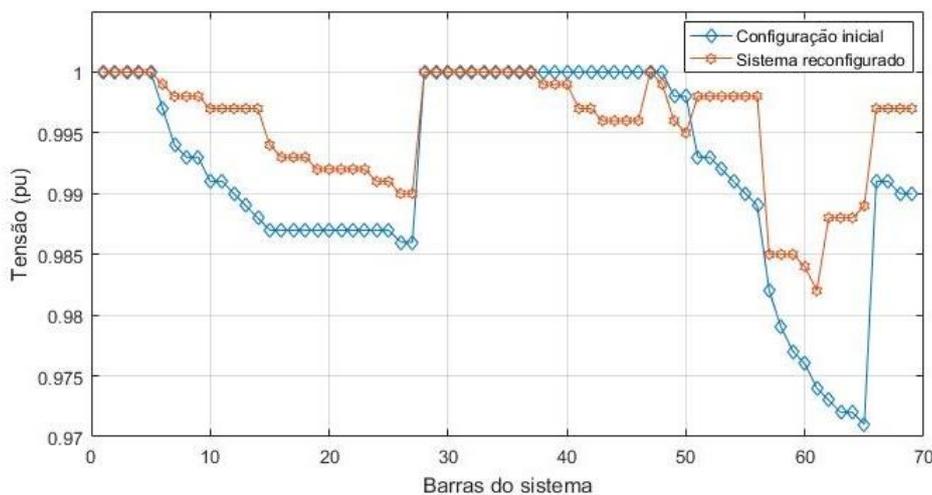


Figura 6. Perfil de tensão para o sistema-teste IEEE de 69 barras.

Para operação do sistema-teste IEEE de 33 barras, a nova configuração encontrada pelo ACS-R com perdas ativas de 140 kW, corresponde a segunda melhor configuração, sendo a configuração ótima obtida na literatura de Ghorbani et al. (2008), formada pela abertura das chaves s7, s9, s14, s32 e s37, e fechamento das demais, apresentando perdas ativas de 139,55 kW, que é 0,32% inferior a obtida pelo ACS-R. Nas literaturas de Baran e Wu (1989), Shirmohammadi e Hong (1989) e Patel et al. (2017) são apresentadas soluções alternativas para operação do sistema-teste, que possuem perdas ativas superiores as encontradas pelo ACS-R e por Ghorbani et al.

(2008), sendo apresentado em Baran e Wu (1989) a nova configuração formada pela abertura das chaves s7, s10, s14, s27 e s30, e fechamento das demais, com perdas ativas de 160,99 kW, em Shirmohammadi e Hong (1989) com abertura das chaves s7, s10, s14, s32 e s37, e fechamento das demais, apresentando perdas ativas de 140,27 kW e em Patel et al. (2017), a configuração formada pela abertura das chaves s7, s9, s14, s36 e s37, e fechamento das demais, com perdas ativas de 142,12 kW.

A nova configuração encontrada pelo ACS-R para a operação do sistema-teste IEEE de 69 barras, formada pela abertura das chaves s14, s56, s61, s69 e s70, e fechamento das demais,

que apresenta perdas ativas de 9,42 kW corresponde a configuração ótima, sendo esta a mesma configuração apresentada nas literaturas de Chiang e Jumeau (1990) e Pereira (2010), com diferença apenas no cálculo das perdas ativas, sendo obtido em Chiang e Jumeau (1990) perdas ativas de 9,41 kW e em Pereira (2010) perdas de 9,34 kW.

A diferença das perdas ativas ocorre devido as três metodologias utilizarem técnicas para fluxo de carga diferentes, sendo utilizado neste trabalho o método *BFS*, em Chiang e Jumeau (1990) o método *DistFlow* e em Pereira (2010) o método da Função Penalidade-Newton.

Além dos resultados apresentados anteriormente, pode-se citar o resultado obtido em Silva et al. (2016), que apresenta uma nova configuração com as chaves s14, s55, s63, s69, s70 abertas, e as demais fechadas, com perdas ativas de 9,50 kW, que é superior as perdas obtidas pelo *ACS-R*.

Conclusão

Nos últimos anos, tem sido crescente o desenvolvimento de metodologias inspirados no comportamento natural dos seres vivos para resolver problemas complexos. As empresas fornecedoras de energia buscam em tais metodologias melhorar a eficiência de operação do sistema de distribuição para assim fornecer um serviço adequado, eficiente e com qualidade.

O algoritmo *Ant Colony System para Reconfiguração (ACS-R)* desenvolvido no software *MATLAB*, mostrou-se robusto quando aplicado aos sistemas-teste *IEEE* de 33 e 69 barras. O algoritmo foi capaz de encontrar novas configurações para os sistemas-teste, reduzindo as perdas e melhorando os níveis de tensão de todos os sistemas-teste, satisfazendo os limites definidos no módulo 8 do *PRODIST*, sendo os resultados obtidos, iguais ou melhores que os resultados apresentados por metodologias clássicas e bioinspiradas.

Os resultados obtidos mostraram que o método é eficiente e com grande potencial para a utilização em redes elétricas inteligentes, uma vez que este é uma alternativa para as concessionárias de energia, de forma a determinar configurações que reduzam os custos associados as perdas de potência ativa e aos níveis de tensão estabelecidos para operação dos sistemas de distribuição.

Referências

ANEEL. Procedimentos de Distribuição de

Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional – *PRODIST*. 2019. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/modulo-8>>. Acesso em: 10 mai. 2019.

BARAN, M. E.; WU, F. F. Reconfiguração de rede em sistemas de distribuição para redução de perdas e balanceamento de carga. *IEEE Relatórios sobre Entrega de Energia*, v.4, n.2, p.1401–1407, 1989.

CHIANG, H. D.; JUMEAU, R. J. Reconfigurações ótimas de rede em sistemas de distribuição: Parte 2: Algoritmos de solução e resultados numéricos. *IEEE Relatórios sobre Entrega de Energia*, v.5, n.3, p.1568–1574, 1990.

DORIGO, M.; GAMBARDILLA, L. M. Sistemas de colônia de formigas: uma abordagem de aprendizagem cooperativa para o problema do caixeiro viajante. *IEEE Relatórios sobre Computação Evolucionária*, v.1, n.1, p. 53–66, 1997.

GHORBANI, M. A.; HOSSEINIAN, S. H.; VAHIDI, B. Aplicação do algoritmo de sistema de colônia de formigas na reconfiguração de redes de distribuição para redução de perdas. In: Conferência Internacional sobre Otimização de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos, 11, 2008, Brasov. Anais... Brasov, Romênia: IEEE, 2008. p.1–5.

GOMES, F. V. Reconfiguração de sistemas de distribuição utilizando técnicas de otimização contínua e heurística para minimização de custos. 184f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). COPPE/UFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

NETO, M. P. S. Reconfiguração de sistemas elétricos de distribuição utilizando algoritmo híbrido. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2014.

PEREIRA, F. S. Reconfiguração ótima de sistemas de distribuição de energia elétrica baseado no comportamento de colônia de formigas. 105f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade São Paulo. São Paulo, 2010.

PATEL, V. S.; CHAKRABARTI, S.; SINGH, S. N. Um algoritmo de reconfiguração baseado em redes neurais de hopfield para sistemas de distribuição de energia. In: IEEE Simpósio da Região 10, 4, 2017, Cochín. Anais...Cochín, Índia: IEEE, 2017. p.1–5.

RANA, A. D.; DARJI, J. B.; PANDAYA, M. Algoritmo de fluxo de carga de varredura inversa/direta para o sistema de distribuição radial. *Revista Internacional de Pesquisa Científica e Desenvolvimento*, v.2, n.1, p.398–400, 2014.

SANCA, H. S. Reconfiguração ótima de sistemas de distribuição de energia elétrica aplicando o algoritmo MAX-MIN Ant System. 86f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2013.

SHIRMOHAMMADI, D.; HONG, H. W. Reconfiguração de redes elétricas de distribuição para redução de perdas resistivas

na linha. IEEE Relatórios sobre Entrega de Energia, v.4, n.2, p.1492-1498, 1989.

SILVA, L. I.; BELATI, E. A.; JUNIOR, I. C. S. Algoritmo heurístico para reconfiguração de sistemas elétricos de distribuição baseado na equação do movimento vagalumes. IEEE Relatórios da América Latina, v.14, n.2, p.752-758, 2016.

Capítulo 6**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS ÁGUAS PROVENIENTES DOS BEBEDOUROS DE UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA DE ENSINO**

¹Marília Sousa e Silva
²Geralda Magela Costa Nobre
³Isak Paulo de Andrade Ruas
⁴Diana Soares Magalhães
⁵Sildimar Rodrigues Ferreira

¹Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental, IFNMG, Januária-MG, mariliasousaeng@gmail.com

²MSc. Em Tecnologia de Alimentos, IFNMG, Januária-MG, maginobre@yahoo.com

³Acad. Licenciatura em Matemática, IFNMG, Januária-MG, isakruas@gmail.com

⁴Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental, IFNMG, Januária-MG, dianasoaresmagalhaes@gmail.com

⁵Bacharel em Administração, Tecnóloga em Produção de Cachaça, Técnica em Agroindústria, IFNMG, Januária, sildimar.ferreira@ifnmg.edu.br

Introdução

A água é um recurso natural essencial e primordial à manutenção da vida de todos os seres vivos (vegetal, animal ou humano). Ainda que seja um direito fundamental, não se deve atribuir a água o conceito de “doação da natureza”, sendo imprescindível que o uso seja consciente e intuitivo, em relação a qualidade e quantidade (ONU, 1992). Apesar de ser uma fonte abundante em todo o planeta, uma porcentagem mínima de água está disponível para consumo (MENEZES & FOGAÇA, 2017).

Devido à grande influência que tem sobre a nutrição e higiene dos alimentos, diversos agentes patogênicos podem ser transportados facilmente pela água, o que implica em um importante meio de transmissão de doenças (PONGELUPPE et al., 2009). Isso porque as propriedades físicas e químicas que constituem a água, faz dela um elemento capaz de solubilizar substâncias polares, caracterizando-a como um solvente universal (SANTANA & FREITAS, 2012).

A água contaminada por agentes patogênicos nocivos pode acarretar sérios problemas de saúde e comprometer o desenvolvimento da população em geral (MATTOS & SILVA, 2002). São citados como alguns exemplos: cólera, febre tifoide, leptospirose e giardíase (SANTOS et al., 2013). Os micro-organismos patogênicos mais comuns são: *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Escherichia coli*, *Campylobacter*, entre outros.

O aumento populacional e como consequência a necessidade por alimentos, são fatores determinantes da falta de água de qualidade para consumo. O elevado índice de contaminação das águas e a falta de saneamento são alguns dos maiores problemas enfrentados

pela população humana (GIRARDI, 2012). Estima-se que aproximadamente 1,5 milhão de crianças chegam a óbito por ano, em média cinco mil por dia. Esse índice pode ser em decorrência de algumas doenças causadas pela falta de saneamento adequado e boas condições de higiene (MACEDO et al., 2018).

Lemos et al. (2017) destacam que quando a água é destinada ao consumo humano deve ser devidamente tratada para não trazer riscos à saúde. Diante disso deve-se seguir a Portaria nº 2.914 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde (MS) que estabelece parâmetros organolépticos, físicos, químicos, radioativos e microbiológicos, como indicadores de qualidade da água (BRASIL, 2011).

Considerando que muitas pessoas consomem um grande volume de água em instituições de ensino, é necessário a manutenção dos padrões de potabilidade para o consumo humano, bem como o monitoramento da qualidade da água (ALMEIDA et al., 2017).

A Instituição pesquisada possui como fonte de abastecimento, águas providas de poços artesianos e rede de abastecimento público disponibilizada pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA). A água provida dos poços artesianos não passa por avaliações bacteriológicas (FERREIRA & SILVA, 2018).

A água para consumo é distribuída aos usuários por meio de bebedouros, que podem ser fontes potenciais de contaminação. Essa contaminação pode ocorrer devido ao mau uso por parte dos consumidores e por falhas na distribuição e higienização corretas por parte das instituições, que não cumprem todas as etapas de tratamento para garantir a potabilidade da água (OLIVEIRA et al., 2018).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica das águas dos bebedouros de uma instituição pública de ensino em Januária-MG. Justifica-se a realização do estudo em função da grande quantidade de água que é distribuída na instituição, tanto para fins de consumo quanto para a elaboração de produtos alimentícios.

Material e Métodos

O município de Januária (Figura 1) está localizado à margem esquerda do Rio São Francisco no extremo norte do Estado de Minas Gerais, o solo predominante na região é o Latos solo Vermelho-Amarelo distrófico (UFV et al.,

2010). O Rio São Francisco é a principal fonte de captação de água para abastecimento do município, o tratamento e distribuição da água para população é realizado pela COPASA. Segundo Censo Demográfico de 2018 Januária possui uma população estimada de 67.628 habitantes (IBGE, 2019).

A comunidade estudantil do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais (IFNMG) - Campus Januária, objeto de estudo deste trabalho, constitui-se de estudantes, professores, técnicos administrativos e de serviços gerais, com aproximadamente 2.200 indivíduos. A instituição recebe estudantes do município em que está inserida e também de outras localidades circunvizinhas.

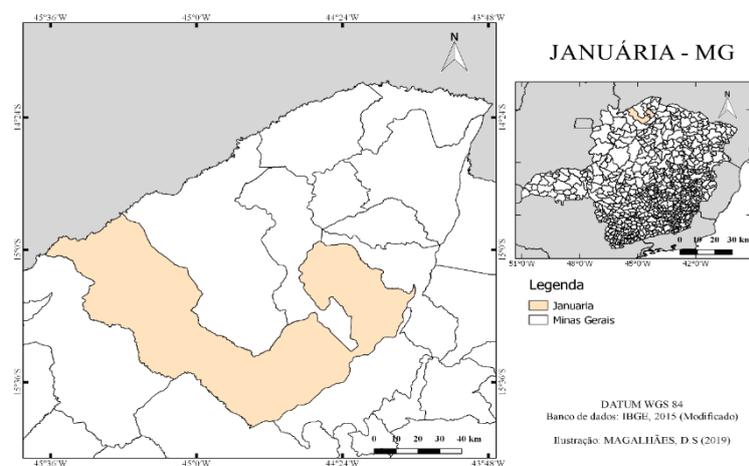


Figura 1. Localização do município de Januária -MG. Fonte: adaptado de IBGE (2015).

A pesquisa foi realizada Instituto Federal do Norte de Minas Gerais onde as principais fontes de abastecimento de água da referida instituição são providas de poços artesianos e abastecimento público. A água disponibilizada na instituição tem como finalidade o consumo humano, produção de alimentos, irrigação de hortaliças e criação de animais. A água destinada ao consumo humano é distribuída por meio de bebedouros, instalados nos diversos setores da instituição.

Os pontos para amostragens, referentes a cada bebedouro foram selecionados e numerados de 1 a 14, tendo como critério seletivo, os setores que abrangem maior fluxo de pessoas e que utilizam os mesmos. Foi realizada uma investigação prévia a respeito da origem da água de cada bebedouro (água de poço ou abastecimento público) como observa-se na Tabela 1.

Tabela 1. Localização e identificação dos bebedouros

Pontos de coleta	Localização dos bebedouros
B1	Prédio de Ensino Superior
B2	Prédio de Ensino Superior
B3	Biblioteca
B4	Biblioteca
B5	Prédio de Ensino Técnico (térreo)
B6	Prédio de Ensino Técnico (2º pavimento)
B7	Refeitório
B8	EAD (Ensino a Distância)
B9	Setor de agroecologia
B10	Laboratórios
B11	Assistência ao Educando
B12	Oficina mecânica
B13	Setor de produção de alimentos
B14	Laboratório de solos e água

Para coleta das amostras e realização das análises físico-químicas e microbiológicas, utilizou-se a metodologia descrita no Manual Prático de Análise de Água (BRASIL, 2013). Efetuou-se a desinfecção prévia das torneiras utilizando álcool 70%. Após a abertura da torneira aguardou-se 2 minutos para a coleta das amostras. As amostras foram coletadas em recipientes de vidro previamente esterilizados que continham 02 (duas) gotas de solução de tiosulfato de sódio pentahidratado ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) a 10% para neutralização da ação bactericida do CRL, sobre os possíveis micro-organismos presentes nas amostras. As amostras foram transportadas ao laboratório em caixa de isopor. Foram coletadas 14 amostras para análise microbiológica e 14 para análise físico-química.

Nos pontos de coleta de água provinda de poço artesiano não se adicionou duas gotas de solução de tiosulfato de sódio a 10%.

Os parâmetros analisados foram o pH, Condutividade Elétrica (CE), Cloro Residual Livre, Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), coliformes totais e *Escherichia coli*. Para isso utilizou-se os métodos pHmetro - JK-PHM-005, pHmetro - JK-PHM-005, DPD (reagente HI701-0) colorímetro digital portátil, Termômetro digital, substrato cromogênico e substrato cromogênico, respectivamente.

Os parâmetros físico-químicos foram determinados quantitativamente, de acordo com a metodologia descrita pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA/ AWWA/WEF, 1998).

As amostras foram coletadas em frascos plásticos de 300 mL e conduzidas ao Laboratório de Solos e Água do Instituto Federal

do Norte de Minas, Campus-Januária, onde as análises de pH e CE foram realizadas.

Para determinação dos valores de pH e CE utilizou-se o pHmetro - JK-PHM-005 devidamente calibrado. 100 mL da amostra foi adicionada em recipientes para aferição dos valores, mediante a introdução do eletrodo na amostra. As análises foram realizadas em triplicata. O resultado final foi obtido através do cálculo da média aritmética simples.

Para a análise de Cloro Residual Livre foi utilizado o método N, N-dietil-p-fenilenediamina (DPD) aprovado e adaptado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), com uso do colorímetro digital portátil HANNA HI701Checker@HCcom. Neste método, o composto DPD em pó HI701-0 é usado para indicar a presença de CRL. Quando o reagente DPD é oxidado pelo cloro livre, a amostra apresenta uma cor rosada intensa, proporcional à concentração de CRL. A dosagem de CRL foi mensurada *in loco*, e de acordo com as instruções do fabricante do equipamento (HANNA instruments).

Afim de comparar-se os resultados obtidos nas análises de CLR das amostras dos bebedouros, coletou-se uma amostra de água diretamente do hidrômetro da Instituição pesquisada e determinou-se o teor de CRL.

Para a determinação da temperatura das amostras utilizou-se um termômetro digital, inserindo-o numa cubeta, com a amostra de água a ser analisada. Posteriormente realizou-se a leitura do parâmetro diretamente no termômetro.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais

Campus Januária, seguindo a metodologia descrita pelo manual prático de análise de água pelo método Colilert IDEXX Quanti-Tray*/2000. O método é baseado em atividades enzimáticas específicas dos coliformes totais, orto-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo (ONPG) e *coli* 4-metilumbeliferil- β -D-glucuronídeo (MUG). O Colilert contém nutrientes orgânicos indicadores (substrato cromogênico) que, quando hidrolisados pelas enzimas específicas dos coliformes e/ou *E. coli* provocam uma mudança de cor no meio, detectando assim a presença de micro-organismos de interesse durante o período de incubação (BRASIL, 2013).

As amostras foram conduzidas à capela de fluxo laminar imediatamente após a coleta. Em 100 mL de cada amostra foi adicionado o reagente colilert. Posteriormente as amostras diluídas foram adicionadas em cartelas Quanti-Tray*/2000, composta por 49 poços grandes e

48 poços pequenos. As cartelas foram lacradas em seladora Quani-Tray Sealer, modelo 2X. Em seguida foram incubadas à temperatura de 35°C, por 48 horas.

Após o período de incubação foi realizada a contagem e interpretação dos resultados para coliformes totais, baseados no NMP.100 mL⁻¹ da amostra, obtido na tabela de combinação de poços positivos IDEXX Quanti-Tray*/2000. As cartelas que apresentaram resultado positivo para coliformes totais foram expostas a luz ultravioleta (UV) para verificação da possível presença da bactéria *E. coli*.

Resultados e Discussão

Ao analisar-se as amostras, considerando o pH, Condutividade Elétrica (CE), Cloro Residual Livre (CRL) e Temperatura (°C), obteve-se os resultados listados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas

Bebedouros	Origem	Parâmetros			
		pH	CE $\mu\text{S.cm}^{-1}$	Temperatura °C	CRL (mg.L ⁻¹)
B1	AP	6,61	573	24,3	0
B2	AP	6,82	473	18,3	0
B3	AP	6,92	413	16,3	0
B4	AP	6,92	407	13,3	0
B5	AP	7,97	367	15,9	0
B6	AP	6,99	363	15,2	0
B7	AP	7,00	353	22,3	0
B8	AP	7,02	340	25,9	0
B9	AP	6,99	360	22,3	0
B10	AP	6,91	413	20,8	0
B11	AP	6,83	450	12,9	0
B12	AP	6,96	380	24,7	0
B13	PA	7,19	243	18,4	0
B14	AP	7,13	267	13,2	0,14
Média	AP	7,02	386	18,8	

Legenda: AP: Abastecimento Público; PA: Poço Artesiano; CE: condutividade elétrica; CRL: Cloro Residual Livre.

Observa-se na Tabela 1 que o resultado médio para o valor de pH é de 7,02, com uma variação de $\pm 0,31$, assim como o valor mínimo de 6,61 e o máximo de 7,97. Nota-se que os valores apurados estão de acordo com estabelecidos pela Portaria vigente. Lemos et al. (2017) ao analisarem a água de bebedouros de uma faculdade privada de Minas Gerais obtiveram resultados semelhantes.

Castania (2009) encontrou resultados contraditórios em relação ao pH das amostras de água provenientes de bebedouros de instituições de ensino. Alguns valores de pH aferidos estavam inferiores ($\text{pH} < 6,0$). Melo (2016) obteve valores de pH abaixo de 6,0 em algumas análises de água providas também de bebedouros de instituições de ensino. O autor

afirma que este resultado de pH é benéfico à ação do cloro, porém, representa agressividade para as tubulações, com risco de corrosão. Ressalta-se, porém, que alguns fatores naturais podem interferir no valor do pH da água, como a formação geológica e tipo de solo da região.

Observa-se neste trabalho que dentre todas as amostras analisadas apenas a amostra do ponto de coleta B5 apresenta um pH mais elevado, de 7,97. No entanto esse valor ainda está de acordo com as recomendações da Portaria do MS (BRASIL, 2011).

Conforme a Tabela 1, as medidas de condutividade elétrica variam entre 243 e 573 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ com média de 386 $\mu\text{S.cm}^{-1} \pm 82,3$, estando acima do valor proposto pela CETESB (2016). Valores de CE compreendidos entre

254,67 e 464,30 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, com média de 383,51 $\mu\text{S.cm}^{-1} \pm 70,03$ foram aferidos por Freitas-Filho (2015). O autor comenta que, a condutividade elétrica está associada a presença de íons dissolvidos na água, podendo variar também em função da temperatura e pH.

Oliveira et al. (2018) detectaram valores de CE entre 434,93- 445,43 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ e segundo os autores valores assim são aceitáveis para água de bebedouros, tendo em vista que ocorre variação da temperatura e pH.

O ponto de coleta B13 que possui abastecimento provindo de poço artesiano apresenta a CE de 243 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Zerwes et al. (2015) realizaram análises de água de poços artesianos no Rio Grande do Sul e encontraram valores entre 90,8 e 377,5 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Os autores afirmam que o menor valor está associado a ausência de sólidos totais dissolvidos.

Segundo a CETESB (2016) a CE da água aumenta à medida que sólidos são acrescentados. Isso não indica a quantidade de substâncias presentes, porém dá um subsídio para outras investigações, uma vez que valores elevados de CE podem indicar corrosão pela água.

Silva et al. (2010) ao estudarem a variabilidade da qualidade da água na bacia do Rio São Francisco encontraram, para a região do Norte de Minas, valores de CE entre 30 e 50 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. De acordo com os autores, a qualidade da água da bacia do Rio São Francisco é afetada pela crescente degradação ambiental, com perda de biodiversidade e alteração dos ecossistemas aquáticos, deficiência dos serviços de saneamento, construção de barragens e atividades industriais e agrícolas.

O Rio São Francisco é a principal fonte de captação de água para abastecimento do Município de Januária-MG, conseqüentemente da Instituição pesquisada. Esse fator pode ser um dos possíveis motivos para os valores elevados de CE. Outro fator pode estar relacionado com a formação do solo e as condições das tubulações da instituição de ensino em estudo.

Silva et al. (2018), ao avaliarem a condutividade elétrica do rio Pitanga em Sergipe, encontraram valores médios de 276,2 $\mu\text{S.cm}^{-1}$. Para os autores, valores de CE acima de 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ podem indicar ambientes impactados, devido à presença de resíduos industriais, mineração e esgotos.

Como observa-se na Tabela 1, em nenhuma amostra foi detectada dose de CRL conforme preconizado pela legislação. Apenas o

ponto de coleta B14 apresenta valor mínimo de CRL (0,14 mg. L⁻¹). No entanto, esse valor está abaixo do mínimo estabelecido pela legislação, que é de 0,2 mg. L⁻¹. Esse ponto de coleta está próximo ao hidrômetro, o que pode ter contribuído com o resultado encontrado.

Silva et al. (2011) obtiveram valores inferiores ao estipulado na legislação vigente. Segundo os autores os resultados podem estar relacionados com a ocorrência de vazamentos nas operações de manutenção das tubulações. Durante a coleta das amostras foi observado no ponto de coleta B8 vazamento nas tubulações.

Kamiyama (2012) observa que, valores baixos de CRL podem refletir uma baixa qualidade microbiológica da água de abastecimento, a falta de algum tipo de tratamento da água, ou porque não há controle do teor de cloro na água distribuída.

Lima e Santos (2016) enfatizam que, alguns fatores como diâmetros, materiais e idade das tubulações, manutenção da qualidade da água, pH, vazão de tempo de escoamento e temperatura, podem interferir na queda da dosagem de cloro residual na água.

Santos et al. (2018) avaliando a qualidade da água na rede de distribuição da Universidade de Maringá constataram que, em apenas uma amostra não havia presença de cloro residual livre. Os autores alertam sobre um longo período de permanência da água no referido ponto, o que pode ter levado à degradação do cloro.

Melo (2016) afirma que, o fato de ser o cloro um reagente sem poder conservativo, faz com que haja um enfraquecimento da concentração deste ao longo da rede de distribuição, e, para a autora é importante realizar o monitoramento e nova adição de cloro quando a concentração de CRL estiver abaixo do preconizado pela Portaria.

Em estudo realizado por Campos et al. (2017), onde foram analisadas 21 amostras de água em uma instituição de ensino, todos os resultados apurados para CRL estavam abaixo do preconizado pela legislação vigente. Os autores concluíram que os valores encontrados não seriam eficientes na eliminação de bactérias.

Ao analisar-se o CRL da amostra obtida no hidrômetro da Instituição pesquisada encontra-se um valor de 0,72 mg. L⁻¹, comprovando a eficiência na garantia do tratamento da água até a entrada da rede de distribuição. Portanto, em comparação as análises realizadas, esse resultado evidencia que, a ação do cloro está

decaindo ao longo das tubulações. Tal fato também pode estar influenciando nos resultados microbiológicos obtidos, já que o cloro residual livre é o responsável por manter a desinfecção da água em qualquer ponto da rede de distribuição.

Na Tabela 1 observa-se os valores aferidos para temperatura que variam entre 12,9 e 25,9°C, com média de $18,8 \pm 4,54^\circ\text{C}$. A Portaria 2914/11 não estabelece uma temperatura ideal. Apesar de não existir um padrão legal de temperatura para água de consumo, essa característica pode influenciar na aceitação e uso dos consumidores.

A temperatura consiste em uma das variáveis de características físicas mais importantes no que se refere a qualidade da água (FREITAS et al., 2008). Segundo Almeida e Souza (2019), a temperatura tem total influência sobre os processos de reações ocorridas na água, como a diminuição da solubilidade de gases, quando a mesma estiver baixa e o aumento da solubilidade de sais minerais quando estiver alta. Para os autores a

faixa ideal de temperatura deve ser entre 10 e menor que 40°C.

No presente trabalho, a temperatura mais elevada detectada é no ponto de coleta B8, 25,9°C (Tabela 1), e o maior valor de coliforme totais detectados encontra-se no ponto B8, com valor $>2400 \text{ NMP.100 mL}^{-1}$ (Tabela 2). Resultado semelhante foi descrito por Sousa et al. (2016) que obtiveram temperaturas variando entre 2 e 25°C. Os autores afirmam que, temperaturas elevadas da água para consumo representam favorável proliferação de micro-organismos termotolerantes no ambiente.

De acordo com a Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011, a água para consumo humano e preparação de alimentos deve apresentar ausência em 100 mL de coliformes totais e *E. coli*.

Os resultados obtidos no presente trabalho para os parâmetros microbiológicos (Coliformes totais e *E. coli*) se apresenta na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das análises microbiológicas

Bebedouros	Parâmetros	
	Coliformes totais NMP.100 mL ⁻¹	<i>E.coli</i>
B1	290	ausência
B2	1299,7	ausência
B3	ausência	ausência
B4	ausência	ausência
B5	1553,1	ausência
B6	166,4	ausência
B7	104,2	ausência
B8	$>2419,6$	ausência
B9	ausência	ausência
B10	ausência	ausência
B11	105	ausência
B12	ausência	ausência
B13	648,8	ausência
B14	ausência	ausência

Conforme observa-se na Tabela 2 que não são detectados resultados positivos para *Escherichia coli*, indicando conformidade com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente.

Resultados semelhantes estão descritos em pesquisa realizada por Seco et al. (2012) no campus da Universidade Estadual de Londrina-PR, ao avaliarem condições bacteriológicas das águas de bebedouros, utilizando também o método cromogênico colilert.

De acordo Almeida et al. (2017) a *E. coli* é uma das bactérias patogênicas mais

frequentemente encontradas em águas contaminadas. Para os autores, água contaminada é um meio de transmissão de doenças, desde gastroenterites até outras doenças mais graves, que podem em alguns casos, levar a óbito.

Das 14 amostras analisadas, 8 que representando 57,14%, apresentam resultados positivos para coliformes totais, com valores acima do estabelecido pela Portaria em vigor (Figura 2).

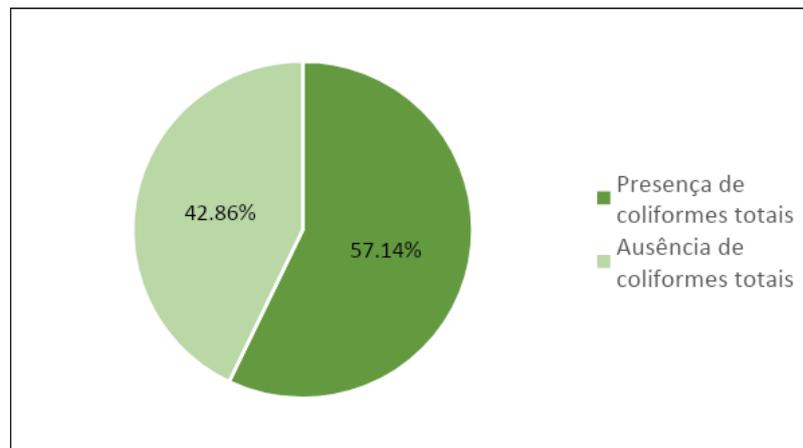


Figura 2. Análise microbiológica para coliformes totais.

Silva-Neto e Peixoto (2016) ao avaliarem a qualidade da água para consumo humano da Universidade do Tocantins *Campus* Palmas (UNITINS), não constataram a presença da bactéria *E. coli* nos pontos avaliados. No entanto, ao que se refere a coliformes totais, os autores relataram que, em apenas uma amostra não foi detectada a presença desse grupo de bactérias. As demais amostras apresentaram elevados índices de NMP, ultrapassando os limites estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde.

De acordo com Castania (2009) a determinação de coliformes é considerada de extrema importância como parâmetro indicador de uma possível existência de micro-organismos patogênicos, sendo estes responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, disenteria bacilar e cólera.

Silva et al. (2017), após avaliarem a qualidade bacteriológica da água para consumo dos bebedouros da Faculdade Evangélica de Ceres (Fecer) constataram que, em 75% das análises, os resultados foram positivos para coliformes totais. Para os autores a alta ocorrência de bebedouros contaminados se deve a higienização precária, tanto dos bebedouros quanto dos reservatórios e a presença de contaminantes como insetos e aves.

Os reservatórios de água da instituição estudada, podem ter ocasionado anormalidades nos valores das amostras coletadas, conforme especificado no subitem 5.2.4.3 na NBR 5626/1998, “o reservatório deve ser um recipiente estanque que possua tampa ou porta de acesso opaca, firmemente presa na sua posição, com vedação que impeça a entrada de líquidos, poeiras, insetos e outros animais no seu interior (ABNT, 1998, p. 9), ou seja, a não observação destas características favorecem a

proliferação de microrganismos, podendo assim alterar a qualidade da água.

Freitas et al. (2013) observaram em pesquisa que, a maioria dos bebedouros se localizam próximos aos banheiros, apresentando falta de saneamento e sujeiras visíveis. Segundo os autores a legislação brasileira não determina uma localização adequada de bebedouros em instituições de ensino, o que pode contribuir para a contaminação dos aparelhos. Foi observado durante a coleta das amostras que alguns dos bebedouros (B3, B4, B12 e B13) encontram-se localizados próximos à banheiros.

Em estudo desenvolvido por França (2016), sobre o controle de qualidade microbiológica da água filtrada disponível nos bebedouros da Universidade de Rio Verde-GO (UniRV), 75% das amostras analisadas estavam contaminadas por coliformes totais. De acordo com o autor, esta contaminação está diretamente ligada a falta de habilidade em manter a desinfecção residual da água tratada.

No presente trabalho a amostra B8 apresenta valor máximo de (>2.400) NMP.100 m L⁻¹. Nesse ponto de coleta foi observado sinais de falta de manutenção e higiene no interior do reservatório de água e no próprio bebedouro. O bebedouro possui torneiras de material plástico, não possui filtro, está localizado sob construção em alvenaria, revestido com azulejo e com presença de rachaduras, o que facilita a proliferação de insetos e formação de biofilmes. No momento da coleta foi observada a presença de vários insetos e acúmulo de água próximo a tubulação interna.

Oliveira et al. (2012), alertam sobre a necessidade de realizar periodicamente a manutenção de todos os reservatórios que armazenam e distribuem água, bem como a

troca dos filtros para garantir a qualidade da água até o consumo.

Em consonância, Santos et al. (2013) afirmam que, a precariedade de instalações hidráulico-sanitárias, falta de manutenção dos reservatórios e manuseio inadequado da água, após passarem pelo sistema de tratamento e abastecimento, dão origem a prováveis contaminações.

A amostra do ponto de coleta B13, localizada no setor de produção de alimentos, apresenta alta contagem para coliformes totais de 648,8 NMP.100 mL⁻¹ não estando, portanto, em conformidade com a NBR 5626/98, que em seu item 5.2.1.4, salienta que a "água proveniente da rede pública ou outra fonte de abastecimento deve, no mínimo, atender ao padrão de potabilidade estabelecido na Portaria do MS" (ABNT, 1998, p. 9).

Ferreira e Silva (2018) ao realizarem uma análise da água dos poços artesianos do IFNMG - Campus Januária com objetivo de avaliar a qualidade microbiológica das águas provindas das fontes de abastecimento, detectaram nos poços estudados contaminação por bactérias do grupo coliformes totais, o ponto de coleta B13 foi um dos poços estudados pelos autores, neste ponto os autores encontraram um índice de 833,16 NMP.100 mL⁻¹.

A RDC 275 de outubro de 2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) recomenda que os estabelecimentos produtores e/ou industrializadores de alimentos, devem implementar e manter procedimentos que evitem contaminações microbiológicas, sendo o principal o controle da potabilidade da água (BRASIL, 2002, p. 5).

Porto et al. (2011) afirmam que, o controle da potabilidade da água é indispensável para garantir uma segura produção de alimentos, uma vez que, a água representa papel fundamental nesse segmento, pois é utilizada na formulação de produtos alimentícios, higienização de alimentos, instalações, utensílios, equipamentos, superfície de manipulação e manipuladores.

O ponto de coleta B7, está localizado em um refeitório e apresenta contagem de coliformes totais de 104,8 NMP.100 mL⁻¹, portanto, fora dos padrões estabelecidos. É importante destacar que, a água proveniente deste bebedouro é utilizada pelos comensais, para elaboração de sucos e lavagem de hortaliças. Foi observado a presença de mofo nas tubulações do bebedouro.

Rocha et al. (2010), encontraram resultados insatisfatórios em um estudo realizado em cozinhas e cantinas de instituições de ensino de Teixeira de Freitas (BA), que apresentaram contaminação por coliformes totais. Segundo os autores a ingestão de alimentos contaminados por micro-organismos quando preparados com água de má qualidade, torna-se um problema gravíssimo para os consumidores, causando toxinfecções alimentares.

Conclusão

Os resultados para análise de pH apresentaram-se em conformidade com a legislação. A CE apresentou valores elevados indicando alta concentração de íons dissolvidos, podendo causar corrosão e gosto na água. A temperatura esteve dentro dos padrões com média de 18,8°C.

Para a análise de CRL todos os valores estiveram abaixo do recomendado pela Portaria 2914/2011. Todas as amostras, exceto uma, apresentaram ausência de CRL. A ausência ou valor muito baixo de concentração de CRL deixa a água susceptível à contaminação.

Os resultados obtidos podem ter sido influenciados por diversos fatores, entre eles uma possível contaminação cruzada entre as instalações que recebem água tratada e as que fornecem água não tratada, como os poços artesianos.

Durante a condução da pesquisa foi observado vazamento e desperdício considerável de água em alguns bebedouros, presença de substâncias visíveis, como sobra de alimentos, areia e terra, que causam entupimentos no sistema de escoamento dos bebedouros. Sendo assim, há a necessidade de manutenção e higienização das tubulações, bebedouros e reservatórios.

Em todos os bebedouros que possuem filtros foi observado a necessidade de troca, que deve ser realizada de acordo com orientação do fabricante. Ressalta-se que os filtros não possuem eficiência bacteriológica, fato que reforça a necessidade de manutenção e análises periódicas da qualidade das águas disponibilizadas à comunidade estudantil, não só de bebedouros, como também dos reservatórios e poços artesianos.

Os resultados do estudo permitem considerar que, as amostras de água analisadas não estão de acordo com os padrões de potabilidade preconizado pela legislação vigente. Isso implica que o processo de

instalação e manutenção dos bebedouros, bem como a higienização adequada necessitam ser revistos ou até mesmo realizados.

A Instituição possui infraestrutura e profissionais capacitados, e diante da importância da qualidade da água para saúde, é imprescindível que haja por intermédio dos gestores, planejamentos e ações que possam melhorar a percepção sensorial, segurança e qualidade da água utilizada na instituição. Novos estudos qualitativos e quantitativos devem ser realizados para futuras comparações.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998, 41p.
- ALMEIDA, A. G.; CARVALHO, L. R. DE; ALVES, F. Q.; ADRY, A. P.; SANTINI, A. C.; ALELUIA, M. M. Análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no município de Ilhéus-BA. SaBios-Revista de Saúde e Biologia, v.12, n.2, p.20-26, 2017.
- ALMEIDA, W. R. F. de.; SOUZA, F. M. de. Análise físico-química da qualidade da água do rio pardo no município de Cândido Sales – BA. Revista Multidisciplinar e de Psicologia, v.13, n.43, p.353-378, 2019.
- APHA; AWWA; WEF. American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environmental Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater, 20 ed. Washington, 1998.
- BRASIL. FUNASA. Manual prático de análise de água. 4. ed. Brasília: Funasa, 2013. 150p.
- BRASIL. Ministério da Saúde-ANVISA. Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 de out. 2002. Seção 3, nº 206, p.126.
- CAMPOS, D. A. G.; FRANCO, J. de M.; ABREU FILHO, B. A. de.; BERGAMASCO, R.; YAMAGUCHI, N. U. Avaliação da qualidade da água destinada ao consumo humano em instituição de ensino. RUVRV, v.15, n.1, p.289-98, 2017.
- CASTANIA, J. Qualidade da água utilizada para consumo em escolas públicas municipais de ensino infantil de Ribeirão Preto - SP. 146f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública). Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2009.
- CETESB. Apêndice E. Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade da Água. 2016. Disponível em: <https://www.cetesb.sp.gov>. Acesso em: 25 de Jan. 2019.
- FERREIRA, L. C.; SILVA, J. R. Análise microbiológica da água proveniente das fontes de abastecimento utilizadas em uma instituição de ensino pública da cidade de Januária/MG, Brasil. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. v.12, n.1, p.31-42, 2018.
- FRANÇA, D. L. Controle de Qualidade microbiológica da água filtrada disponível nos bebedouros da UniRV- Universidade de Rio Verde. 37f. Monografia (Graduação em Farmácia). Faculdade de farmácia. Universidade de Rio Verde. Rio Verde, 2016.
- FREITAS FILHO, J. R. de; SOUZA FILHO, J. S. de; CAVALCANTI, P. M. de M.; BEZERRA, J. D. C.; FREITAS, J. C. R. de; FREITAS, J. J. R. de; FREITAS, J. R. de. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica da água de barreiro utilizada no fabrico de queijo artesanal em Jucati, PE. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v.9, n.2, p.1920-1931, 2015.
- FREITAS, L. L. de; SILVA, K. C. da; SOUZA, T. M. de; DEMARQUE, I. L. D.; AGOSTINHO, L.; FERNANDES, F. Quantificação microbiológica de bebedouros de escolas públicas em Muriaé, MG. Revista Científica da Faminas, v.9, n.1, p.81-93, 2013.
- FREITAS, T. O.; OLIVEIRA, M. D. S.; CAIXETA, É. F. V.; ARAÚJO, M. A. G.; VIDIGAL, L. M.; FALONE, S. Z. Determinação da temperatura, pH e da alcalinidade total como etapas preliminares para o ensaio de coagulação para o tratamento da água do CEFET- Urutaí. In: Jornada da Produção Científica da Educação Profissional e Tecnológica da Região Centro Oeste, 2, 2008, Cuiabá. Anais.... Cuiabá: Centro Federal de Educação Tecnológica, 2008.
- GIRARDI, A. P. Avaliação da qualidade bacteriológica da água das instituições de ensino do município de São Miguel do Oeste/SC. 43f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental). Universidade do Oeste de Santa Catarina. São Miguel do Oeste, 2012.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama Populacional de Januária, MG. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/januaria/a/panorama>. Acesso em: 29 de jan. 2019.

- KAMIYAMA, C. M. Qualidade da água em laticínios- a realidade da agroindústria participante do programa PROSPERAR/AGROINDÚSTRIA. 116f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2012.
- LEMO, A. C.; TREVENZOLI, C. de M.; GOMES, L. C.; DIAS, L. de S.; SANTANA, U.; MELO, V. de; GONÇALVES, G.; VIEIRA, V. M.; FERNANDES, A. Análise dos parâmetros da potabilidade da água dos bebedouros da Faculdade Pitágoras Betim. *Revista Ciências Exatas Tecnológicas*, v.12, n.12, p.9-14, 2017.
- LIMA, S. C. A. de.; SANTOS, C. A. B. Educação e saúde pública: determinação de cloro e *Escherichia coli*, na água utilizada para consumo no IFPE, Campus Afogados da Ingazeira. *Revista Ouricuri*, v.6, n.2, p.029-041, 2016.
- MACEDO, T. de. L.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J. Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesanais em um município do vale do TAQUARI, RS. *Técnico-Lógica*, v.22, n.1, p.58-65, 2018.
- MATTOS, M. T; SILVA, M. D. Controle da qualidade microbiológica das águas de consumo na microbacia hidrográfica Arroio Passo do Pilão. Comunicado Técnico 61. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pelotas, Rio Grande do Sul, 2002. p.1-3.
- MELO, R. A. Qualidade físico-química e microbiológica da água fornecida em bebedouros de escolas municipais em Cabedelo-PB. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2016.
- MENEZES, P. O. de.; FOGAÇA, L. C. S. Qualidade da água consumida em escolas estaduais do município de Vitória da Conquista, BA. *Revista Multidisciplinar e de Psicologia*, v.11, n.38, p.612-622, 2017.
- OLIVEIRA, L. B.; BATISTA, D. F.; OLIVEIRA, I. S. Análise físico-química e microbiológica da água dos bebedouros, torneiras e caixa d'água, consumida no IFS, Campus Lagarto. In: Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação, 7, 2012, Palmas. Anais... Palmas: IFTO, 2012
- OLIVEIRA, E. M. de; RIBEIRO, D. M.; CRONEMBERGER, M. G. de O.; CARVALHO, W. F. de; LIMA, M. D. P.; SOUSA, K. R. F. Análises físico-químicas e microbiológicas da água de bebedouros em escolas públicas da cidade de Timon, MA. *PUBVET*, v.12, n.5, p.1-6, 2018.
- ONU. Organização das Nações Unidas. Declaração universal dos direitos da água - 1992. Biblioteca Virtual de Direitos Humanos, USP-SP. Disponível em: <http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>. Acesso em: 08 mar. 2019.
- PONGELUPPE, A. T.; OLIVEIRA, D. B. de; SILVA, E. A. da; AGUILEIRA, K. K.; ZITEL, V.; BASTOS, M. F. Avaliação de coliformes totais, fecais em bebedouros localizados em uma instituição de ensino de Guarulhos. *Revista Saúde*, v.3, n.2, p.5-9, 2009.
- PORTO, M. A. L.; OLIVEIRA, A. de M.; FAI, A. E. C.; STAMFORD, T. L. M. Coliformes em água de abastecimento de lojas fast-food da região metropolitana de Recife, PE, Brasil. *Ciência e Saúde coletiva*, v.16, n.5, p.2653-2658, 2011.
- ROCHA, E. S.; ROSICO, F. S.; SILVA, F. L.; LUZ, T. C. S. da; FORTUNA, J. L. Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das instituições de ensino do município de Teixeira de Freitas, BA. *Revista Baiana de Saúde Pública*, v.34, n.3, p.694-705, 2010.
- SANTANA, A. C.; FREITAS, D. A. F. de. Educação ambiental para a conscientização quanto ao uso da água. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v.28, p.79-188, 2012.
- SANTANA, F. B. F.; MARTINS, D. S. S.; OLIVEIRA, J. de S.; NÓBREGA, A. L. Análise microbiológica e bromatológica da água em bebedouros de escolas públicas em Belém do Brejo do Cruz, PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.10, n.2, p.145-149, 2015.
- SANTOS, J. O. dos; SANTOS, R. M. de S.; GOMES, M. A. D.; MIRANDA, R. C. de.; NÓBREGA, I. G. de M. A qualidade da água para o consumo humano: Uma discussão necessária. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental*, v.7, n.2, p.19-26, 2013.
- SANTOS, S. M. dos; SILVA, L. H. B. R. da; MELLUZZI NETO, G.; TAVARES, C. R. G. Qualidade da água na rede de distribuição da universidade estadual de Maringá. *Cadernos Zygumt Bauman*, v.8, n.18, 2018.
- SECO, B. M. S.; BURGOS, T. N.; PELAYO, J. S. Avaliação bacteriológica das águas de bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina, PR. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, v.33, n.2, p.193-200, 2012.
- SILVA NETO, L. K.; PEIXOTO R. H. P. B. Qualidade microbiológica da água para consumo humano no campus da UNITINS no município de Palmas,

TO. Agri-Environmental Sciences, v.1, n.2, p.2525-4804, 2016.

SILVA, A. R. de S. e; MACHADO, A.; BARBOSA, S. A.; SANTOS, L de O.; SANTOS, M. do N. Avaliação da qualidade da água do rio Pitanga, São Cristóvão, SE. Interfaces Científicas- Saúde e Ambiente, v.6, n.3, p.63-74, 2018.

SILVA, D. F. da; GALVÍNCIO, J. D.; CARVALHO ALMEIDA, H. R. R. de. Variabilidade da qualidade de água na bacia hidrográfica do rio São Francisco e atividades antrópicas relacionadas. Qualitas, Revista Eletrônica, v.9, n.3, 2010.

SILVA, H. E. B.; COSTA, S. C.; MOREIRA, V. P. Determinação do teor de cloro residual livre na água consumida no campus do Paricarana pela comunidade da UFRR. In: Associação Norte-Nordeste de Química, Congresso Norte-Nordeste de pesquisa e Inovação, 4, 2011, Natal. Anais... Natal: ANNQ, 2011.

SILVA, M. S.; SILVA, T. M. P.; SOUZA, M. J. M. F. Qualidade bacteriológica da água dos bebedouros da Faculdade Evangélica de Ceres, GO. Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer, v.14, n.25, p.1277, 2017.

SOUZA, N. C. F. de; GAZOLA, H. Q. G. B.; ALVES, E. R. da S; SILVA, O. B. da. Análise físico-química e bacteriológica de coliformes totais e termotolerantes da água de consumo distribuída aos alunos de 3 creches privadas do setor leste da cidade de Porto Velho, Rondônia. Revista Saber Científico, v.5, n.1, p.24-32, 2016.

Universidade Federal de Viçosa; Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais; Universidade Federal de Lavras; Fundação Estadual do Meio Ambiente. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.

ZERWES, C. M.; SECCHI, M. I.; BELLENZIER CALDERAN, T.; DE BORTOLI, J.; FERNANDES TONETTO, J.; TOLDI, M.; CONCEIÇÃO DE OLIVEIRA, E.; RAMOS DE SANTANA, E. R. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari, RS. Ciência e Natura, v.37, n.4, p.651-663, 2015.

Capítulo 7**NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE DAS QUEIJARIAS NO MUNICÍPIO DE POMBAL – PB****¹Rubilene Agra da Silva****²Maria Luiza Agra de Oliveira****³Michel Douglas Santos Ribeiro****⁴Ivys Medeiros da Costa****⁵Rosilene Agra da Silva**¹Graduanda do Curso de Administração, UNIPE-PB, rubileneagra@hotmail.com²Graduanda do Curso de Relações Internacionais, UFPB/CCSA, marialuiza_agra@hotmail.com³Graduando do Curso de Agronomia, UFCG/CCTA/UAGRA, Campus de Pombal, micheldouglass@gmail.com⁴Profa. Dra. do Curso de Administração do Centro Universitário de João Pessoa – UNIPE

ivys.medeiros@unipe.edu.br

⁵Profa. Assoc. II, UFCG/CCTA/UAGRA, Campus Pombal, rosilene@ccta.ufcg.edu.br**Introdução**

Em meados do século XX, surgiram e se expandiram as primeiras empresas industrializadas no mundo, porém estas sem grandes preocupações com os impactos ambientais e sociais gerados, pois o progresso era visto como consequência de crescimento e desenvolvimento econômico e o meio ambiente seria um meio para se alcançá-lo (SOUSA, 2005).

A ampliação dos mercados consumidores e do número de empresas gerou um aumento na geração de resíduos e no consumo de matéria-prima, tudo isso em um contexto no qual reinava a percepção de que os recursos naturais e a capacidade de absorção da poluição pelo planeta eram infinitos (BORGES et al., 2013). Nos questionamentos sobre o meio ambiente, ocorridos nas Conferências em Estocolmo (1972) e no Rio de Janeiro (1992), nasce a noção de que o desenvolvimento tem, além de um cerceamento ambiental, uma dimensão social (NASCIMENTO, 2012).

Segundo Sachs (1994), no desenvolvimento sustentável é buscado a integração do tripé social-econômico-ambiental (*Triple Bottom Line*), de forma que seja criada uma harmonia da rentabilidade financeira em conjunto com o crescimento econômico, do bem-estar social assim como também da conservação ambiental e a utilização racional dos recursos naturais. Nesse contexto, o empreendedorismo sustentável é visto como a descoberta, desenvolvimento e exploração de oportunidades ligadas aos nichos sociais e ambientais que geram ganho econômico e melhoria social ou ambiental (HOCKERTS & WUSTENHAGEN, 2010; SHEPHERD & PATZELT, 2011).

Cada vez mais, o empreendedorismo sustentável ganha mais adeptos, devido a crescente conscientização da população acerca da necessidade da prática sustentável, e também políticas públicas de incentivo criadas para os centros urbanos e rurais. Em meados dos anos 60, a agricultura familiar no Brasil foi perdendo espaço e deixada em segundo plano, devido às políticas públicas aplicadas no setor agrícola aprofundando, dessa forma, a desigualdade social. Contudo, na década de 1990 o setor voltou a se fortalecer, com a ajuda do Governo Federal, através da criação de programas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), que permanecem até os dias atuais (BUENO et al., 2018).

Sendo um dos segmentos que mais se destaca como gerador de empregos e renda, a agropecuária brasileira é de suma importância para a economia do país (BUENO et al., 2018). No Brasil, apesar de ainda não possuir a visibilidade necessária em algumas indústrias, alguns setores do agronegócio já buscam introduzir, mesmo que de forma primária, a sustentabilidade em suas produções. A frente de produtos como o arroz e o café beneficiado, tradicionais da agropecuária brasileira, o leite se destaca ficando entre os seis principais produtos da economia brasileira. É estimado que a cada real de aumento no sistema da produção de leite, é acrescido no Produto Interno Bruto (PIB), em média, cinco reais, fazendo com que setores importantes como o da siderúrgica e indústria têxtil fiquem atrás do agronegócio do leite na economia do país (EMBRAPA, 2003).

Entre os derivados do leite, o queijo é uma das maiores fontes nutritivas conhecidas.

Nesse contexto, de acordo com Cavechia e Vasquez (2017), o Brasil já ocupava a terceira posição de países que mais consomem queijo, chegando a uma média de oito quilos por habitante, no ano de 2017. A região de maior produção é a sudeste com destaque para o estado de Minas Gerais, que foi um dos berços do desenvolvimento do queijo no país. Todavia, a região nordeste também pode se destacar quanto a sua produção, especialmente do queijo de coalho, por sua maioria ser feita de maneira artesanal, conservando o tradicionalismo da produção familiar que possibilita a geração de renda para inúmeras famílias do interior nordestino. Um dos estados de grande destaque e de referência quando se trata da produção de queijo artesanal no nordeste é o Ceará, mais especificamente o município de Jaguaribe. É estimado que 70% de sua produção leiteira seja destinada a produção do queijo de coalho, que segundo Cavalcante (2017) em sua maioria, é revendido para as regiões sul e sudeste nos grandes mercados e feiras, como a de São Cristóvão no Rio de Janeiro.

No estado da Paraíba, a região polarizada pelo município de Pombal, no Sertão Paraibano, é conhecida como a bacia leiteira do estado, com grande destaque na criação de bovinos leiteiros, que são animais de grande importância para o desenvolvimento da agroindústria e do agronegócio favorecendo, dessa maneira, a grande produção de queijo. Conforme dados mais recentes do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) em 2018, a região de Pombal com mais de mil produtores, com várias queijarias artesanais, cerca de 14.028 vacas ordenhadas e uma produção de aproximadamente 11.608 mil litros de leite por dia, gera uma movimentação financeira em torno de R\$ 20.894,40 diariamente (LIMA, 2018). Isso demonstra a grande importância dessa atividade, não apenas para a economia local, como também para a economia do estado paraibano.

Todo esse leite produzido na região, com ênfase para o município de Pombal, é direcionado em sua maioria para produção de queijos, existindo, portanto, um grande número de queijarias no município. Porém, como toda atividade geradora de emprego e renda e que passa por vários processos de fabricação na elaboração dos queijos, há produção de rejeitos e o seu não direcionamento correto durante a fabricação, pode impactar negativamente o nível de sustentabilidade das queijarias artesanais, sendo necessário uma análise sobre o seu processo de fabricação.

Com base nessas considerações, o trabalho traz a seguinte problemática: qual o nível de sustentabilidade das queijarias da região de acordo com diferentes itens que compõe as características sociais, econômicas, tecnológicas e ambientais destes estabelecimentos?

Portanto, este trabalho objetiva identificar o nível de sustentabilidade da atividade de produção de queijo artesanal no município de Pombal, através dos indicadores social, ambiental, econômico e institucional/tecnológico das queijarias artesanais, e verificar se ocorre impacto ambiental na atividade, e sua viabilidade econômica.

Material e Métodos

Caracterização da área e amostragem

O município de Pombal localizado no Estado da Paraíba apresenta uma área de 888,61 km². Seu posicionamento encontra-se entre os paralelos 6061' e 7001' de latitude sul e entre os meridianos de 37062' e 38003' de longitude oeste. Está inserida na Região Geográfica do Agreste Paraibano, limitando-se com os municípios de Paulista, Condado, Lagoa, São Bentinho, São Francisco, Cajazeirinhas, Aparecida, Coremas, São José da Lagoa Tapada e São Domingos de Pombal (AESAs, 2011) (Figura 1).

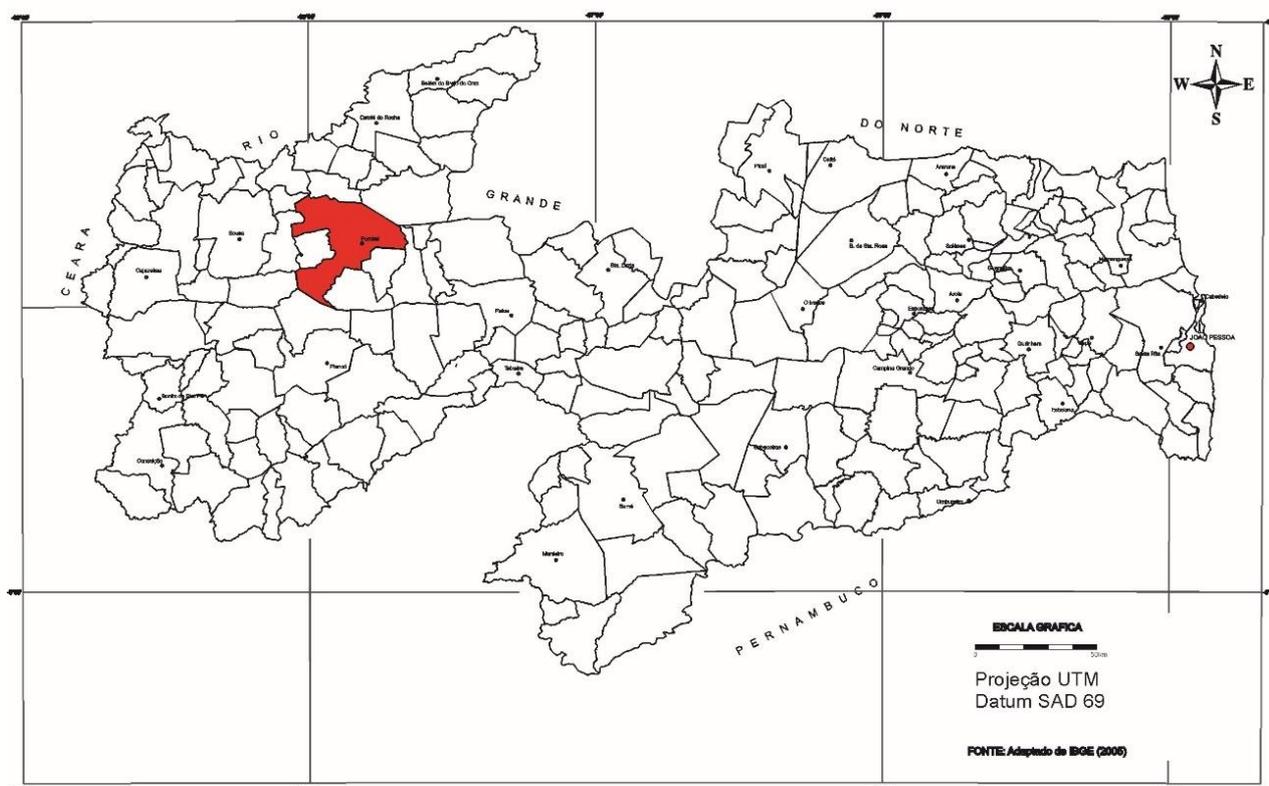


Figura 1. Mapa de localização do município da área de estudo.

Fonte: Francisco (2010) adaptado de IBGE (2009).

De acordo com a classificação de Köppen o clima da área de estudo é considerado do tipo Aw'-Tropical Quente e Úmido com chuvas de verão-outono (FRANCISCO, 2010).

Na Tabela a1 observa-se dados Climatológicos mensais e anuais, os quais representam médias de, no mínimo, trinta anos de dados e foram obtidos através da publicação da AESA (2011).

Tabela 1. Distribuição Pluviométrica e Precipitação Média Mensal e Anual Registrada no Município nos últimos 30 anos

Município/ Posto	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
Pombal	73.7	124.4	191.8	162.1	73.3	31.1	12.1	7.4	2.9	7.7	12.6	20.6	730.9

Fonte: AESA (2011).

Foram visitadas, no período de fevereiro a abril de 2019, 12 queijarias artesanais no município de Pombal, localizado no Alto Sertão Paraibano. Estas estão situadas em 10 comunidades de Gado Bravo, Trincheiras, na sede do município, Riachão de Baixo, Pinhões, São Pedro, Cachoeira, São Bráz III, Gameleira e Mãe D'água.

De acordo com o levantamento realizado pela EMATER Regional Pombal no ano de 2018 existem cerca de 36 queijarias no município, das quais foi utilizada uma amostra de 12 unidades selecionadas com base em seu nível de produtividade, ou seja, aproximadamente 30% do total existente, de forma que essa amostra estime com precisão o total das queijarias existentes.

A metodologia adotada foi a aplicação de questionários com o critério de amostragens baseadas em agrupamentos. O primeiro realizado com a seleção das quatro queijarias mais produtivas (com mais de 5000 kg de queijo por mês), o segundo com as quatro queijarias de produtividade mediana (acima de 1000 kg e menor que 5000 kg de queijo por mês), e o terceiro agrupamento com quatro queijarias de menor produtividade (com menos de 1000 kg de queijo por mês).

Coleta de dados

Os dados foram obtidos mediante aplicação de questionário com 21 questões objetivas semiestruturadas, denominadas de indicadores, com análise, discussão e

considerações finais dos dados no mês de maio. O questionário foi elaborado com base no Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2008), identificando assuntos sociais, ambientais,

econômicas e institucional/tecnológicas, estes denominados de escopo, da atividade produtora de queijos artesanais como demonstrado na Figura 2.

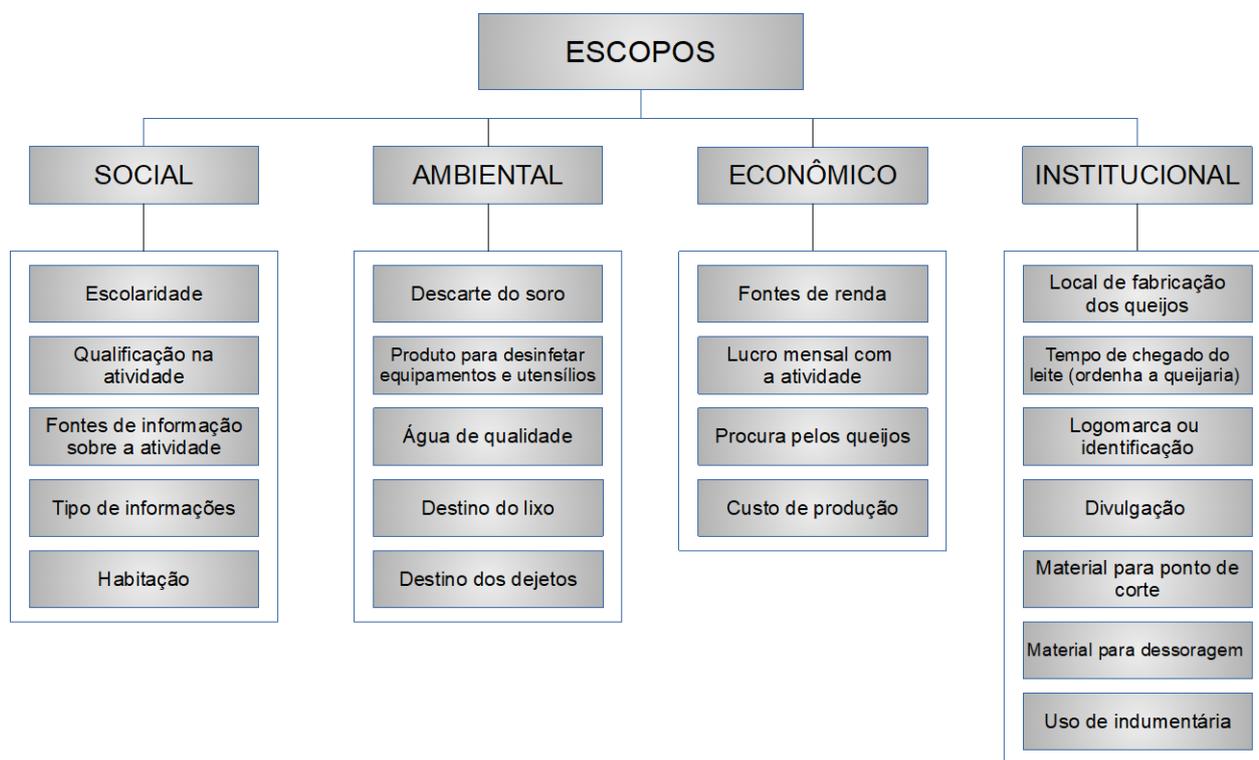


Figura 2. Escopos/Dimensões e seus indicadores utilizados na mensuração dos índices de sustentabilidade e do grau de sustentabilidade das queijarias artesanais no município de Pombal – PB. Maio de 2019. Fonte: Adaptado do IPARDES (2008).

Todos os 21 indicadores utilizados receberam escores pelo grau de importância para comporem o índice de sustentabilidade de cada escopo, e posteriormente calculado o índice global de sustentabilidade (IGS).

Obtenção dos índices

Para analisar o nível de sustentabilidade da atividade de produção de queijos artesanais tendo como base o teste denominado de Índice Global de Sustentabilidade (IGS), foi utilizado o modelo desenvolvido por Rabelo e Lima (2007), onde a sequência metodológica proposta foi adaptada e consta de duas etapas. O cálculo dos índices individuais para as dimensões social, econômica, ambiental e institucional da sustentabilidade, e o cálculo do índice de sustentabilidade.

Para o cálculo dos índices individuais de desenvolvimento sustentável para os escopos considerados no estudo foi utilizada a Equação 1.

$$I_w = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \left[\frac{\sum_{i=1}^m E_{ij}}{\sum_{i=1}^m E_{maxi}} \right] \text{ (Eq.1)}$$

Onde: I_w = Índices que comporão o índice de sustentabilidade: econômico, social, ambiental e institucional; E_{ij} = Escore o i-ésimo indicador do I_w obtido no i-ésimo questionário; E_{maxi} = escore máximo da i-ésimo indicador do I_w ; $i = 1, \dots, m$, número de indicadores; $j = 1, \dots, n$, número de questionários aplicados; $w = 1, \dots, 4$, número de índices que comporão o índice de sustentabilidade.

Quanto mais próximo de 1 o valor do índice I_w , melhor o desempenho do objeto de estudo, comunidade ou atividade econômica, no aspecto em questão. Esse procedimento atribui importância igual a todos os indicadores dentro do mesmo escopo. Com isso, a melhor condição de sustentabilidade alcançada em cada índice será quando o resultado mais se aproximar de 1 (RABELO & LIMA, 2007).

Para o cálculo do Índice Global de Sustentabilidade (IGS), incorporou-se todas as

dimensões ou escopos considerados. O IGS é definido pela Equação 2.

$$\text{IGS (\%)} = \{[\sum(\text{CT} + \text{CS} + \text{CA} + \text{CE})] / \text{Total de ações}\} \times 100 \text{ (Eq.2)}$$

Onde: CT é a Caracterização Técnica; CS é a Caracterização Social; CA é a Caracterização Ambiental e CE é a Caracterização Econômica.

Se o IGS é maior que 50%, a atividade enquadra-se no campo da sustentabilidade

sensata, Se o IGS é menor que 50 ou igual a 50%, a atividade extrativa é caracterizada como desfavorável, a sustentável não foi alcançada e, portanto, deverá revisar todas as ações, assim esclarece González e Carvajal (2002).

Tomando como referência o método do PNUD/ONU (1998), este estudo dividiu-se em graus e segue este parâmetro e adaptou-se o necessário com a atividade em estudo, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Graus da Sustentabilidade

Grau	Sustentabilidade
0,00 – 25%	Crítico
25 – 50%	Ruim
50 – 75%	Bom
75 – 100%	Excelente

Fonte: Adaptando do PNUD/ONU (1998).

Sendo assim, na presente metodologia usou-se os graus com uma variação de zero (0) a cem (100), que por sua vez cada uma corresponde quatro níveis de sustentabilidade: crítica, ruim, boa e excelente.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos com a aplicação dos questionários nas queijarias artesanais existentes no município de Pombal para avaliar o nível de sustentabilidade destes empreendimentos, encontram-se na Tabela 3.

Ressalta-se que os dados da Tabela 3 estão apresentados para cada queijaria e de forma agrupada de acordo com a produtividade. Desta forma, teremos condições de avaliar se a atividade é sustentável para cada empreendedor de forma individual, bem como se há sustentabilidade por grupo de produção.

De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que no grupo das queijarias de menor produtividade, apenas uma apresenta

resultado excelente (80%) para a dimensão social. Já para o grupo de queijarias de produtividade mediana o nível social é melhor (55%) tendo em vista que há produtores com um melhor nível de escolaridade e maior interesse em se qualificar na atividade. Para o grupo das queijarias de maior produtividade observa-se uma variação nas respostas obtidas, resultando em uma dimensão social entre ruim e boa (50%). De forma geral, observa-se ainda que para o indicador escolaridade, com exceção de três queijeiros, os demais apresentam escore zero (0), pois nenhum havia terminado o ensino fundamental, sendo assim, o grupo de queijarias de menor produtividade, é a que apresenta o pior resultado no nível social (25%). Além disso, a maioria nunca participou ou se interessou em participar de cursos ou treinamentos para melhorias na atividade, sendo a prática de fabricação de queijos, adquirida de familiares ou vizinhos.

Tabela 3. Nível de sustentabilidade de queijarias artesanais no município de Pombal no período de fevereiro a abril de 2019

Queijarias	Social (%)	Institucional (%)	Econômico (%)	Ambiental (%)	Grau de sustentabilidade (%)	Sustentabilidade
1	80	57	50	100	72	Bom
2	0	14	75	100	47	Ruim
3	0	29	100	100	57	Bom
4	20	43	50	83	49	Ruim
Média	25	36	69	96	57	Bom
5	60	71	25	100	64	Bom
6	60	86	100	100	86	Excelente
7	20	43	0	100	41	Ruim
8	80	57	50	100	72	Bom
Média	55	64	44	100	66	Bom
9	40	71	50	100	65	Bom
10	20	43	0	83	36	Ruim
11	80	71	50	100	75	Bom
12	60	86	50	100	74	Bom
Média	50	68	38	96	63	Bom

Legenda: Queijarias de 1 a 4 - queijarias de menor produtividade (menos de 1000 kg de queijo por mês); 5 a 8 - queijarias de produtividade mediana (acima de 1000 kg e menor que 5000 kg de queijo por mês); 9 a 12 - queijarias mais produtivas (mais de 5000 kg de queijo por mês).

Silva e Menezes (2012), observaram que o produtor do queijo caseiro de Porto da Folha (Sergipe) é detentor de aprendizados e técnicas adquiridas e compartilhadas entre seus descendentes, procedimentos que garantem até hoje a sua sustentabilidade e permanência no seu território de origem. Do mesmo modo, Vinha et al. (2010) também verificaram que maioria dos proprietários (83%) das agroindústrias familiares de Viçosa - MG produzia queijos minas frescal em função do conhecimento que foi herdado da família e de demanda regional, corroborando com a qualificação dos queijeiros da região de Pombal -PB. Porém, difere dos resultados encontrados por Moreno (2013), ao caracterizar queijo Minas artesanal em propriedades cadastradas ou em processo de cadastramento na Microrregião Campo das Vertentes, onde verificou que todos os produtores, ou a esposa ou o empregado, já participaram de cursos para aprender o ofício ou no IMA ou EMATER ou no Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR).

Logo, verifica-se que há pouca preocupação na qualificação pessoal, seja no estudo básico ou na formação técnica dos

queijeiros do município de Pombal, dificultando desta forma o conhecimento suficiente para ampliação da atividade. Segundo Sá et al. (2012), o grau de instrução do produtor pode ser uma limitação séria para o desenvolvimento agrícola, pois se este não possui um bom nível de escolaridade, torna-se difícil o desenvolvimento de práticas agrícolas mais adequadas, bem como a implementação de inovações tecnológicas. Estes dados devem ser considerados no momento de planejar uma intervenção nos sistemas produtivos da região.

Quanto à dimensão institucional para o grupo de queijarias de menor produção, verifica-se que estas apresentam resultado ruim (36%), porém as queijarias de produção intermediária e as mais produtivas obtiveram bons resultados, 64 e 68% respectivamente. Os menores escores obtidos foram em função das respostas para os indicadores material para ponto de corte da massa, material utilizado para dessoragem e uso de indumentária, principalmente para as queijarias de menor produtividade.

Ainda em relação à dimensão institucional, alguns pontos positivos foram observados nas entrevistas, o primeiro é que

todos possuem um local específico para fabricação dos queijos e o outro é que a maioria mesmo sem o conhecimento técnico e científico, sabe da importância do menor tempo que se deve levar da ordenha à queijaria, tendo em vista um melhor rendimento da massa do queijo, pois há uma menor proliferação das bactérias indesejáveis.

Porém, todas as queijarias de maior produtividade recebem seu leite diário com mais de duas horas após a ordenha, em função da quantidade de produtores fornecedores e a distância. Apenas a queijaria de número 12 possui uma infraestrutura melhor, tendo todos os equipamentos e utensílios de inox e um caminhão refrigerado para colher o leite desses locais mais distantes, e assim diminuir a proliferação dos microrganismos indesejáveis.

Vale salientar que, o aço inoxidável se trata de uma superfície de fácil higienização, impedindo o desenvolvimento de culturas bacterianas, virais e fúngicas. Seguindo as regras de higiene e de limpeza (Resolução RDC nº 20, de 22 de março de 2007), as indústrias alimentícias que adotam utensílios e equipamentos de aço inoxidável demandam menor custo na produção de alimentos, garantindo que seus produtos cheguem ao consumidor final sem oferecer qualquer risco à saúde (PÓVOA, 2017).

No que se refere ao tempo que o leite leva para chegar da ordenha até a queijaria, há um aumento de bactérias indesejáveis com o passar do tempo pós ordenha (MENEZES et al., 2014). Segundo Mattiello et al. (2018), a contagem de células somáticas (CCS) do leite são formadas por células de descamação epitelial natural da glândula mamária e por células de defesa do organismo, que migram do sangue para a glândula mamária, na tentativa de combater os agentes causadores da mastite.

A principal alteração na composição do leite causada pela alta de CCS é a diminuição do teor de caseína, lactose e dos minerais cálcio e fósforo, que pode impedir o adequado processamento industrial. Portanto, as mais diversas alterações que podem ocorrer em decorrência da alta CCS, são o aumento do tempo de coagulação do leite, diminuição da firmeza do coágulo formado, maior perda de componentes do leite para o soro, menor rendimento e alterações de características organolépticas e de textura.

Para o nível de sustentabilidade das queijarias de menor produtividade levando-se em consideração a dimensão econômica, obtive-

se um bom resultado (69%), porém para as queijarias de maior produtividade o resultado foi ruim (38%), principalmente em função do indicador lucro mensal, pois nenhum soube ou não quis informar o lucro obtido na fabricação dos queijos. De uma forma geral, a maioria dos queijeiros responderam que a atividade é a principal ou a única fonte de renda da família e todos consideraram o custo de produção baixo, sendo mais rentável fabricar queijos e comercializá-los do que vender o leite "*in natura*".

Em se tratando da dimensão ambiental, o nível de sustentabilidade de uma forma geral foi bom para todos os três grupos, onde apenas dois queijeiros consideram de má qualidade a água utilizada para lavagem dos equipamentos e fabricação dos queijos. Ressaltamos ainda neste item que todos os queijeiros utilizam o soro obtido na fabricação dos queijos para alimentação de suínos criados por eles, reduzindo assim o custo de produção destes animais.

Alguns responderam que esta prática do uso do soro na alimentação de suínos dá mais lucro do que se eles aproveitassem o soro para fazerem outros subprodutos derivados do leite, como bebidas lácteas ou ricotas, por exemplo, pois demandaria mais investimentos nas queijarias, o que no momento não é possível. Segundo os pesquisados, a concorrência está muito grande, pois está mais viável fabricar queijos do que vender o leite, sendo que uma das queijarias que atualmente está agrupada nas de menor produção, há uns anos atrás produzia mais de 2000 quilos de queijos por mês, afirmando que há também uma grande concorrência na oferta de queijos tanto no município de Pombal como nos municípios circunvizinhos, sendo a concorrência um dos pontos mencionados como desestímulo para continuar na atividade.

Lopes et al. (2006) afirma que a produção de queijo é uma atividade mais rentável que a comercialização do leite, o que possibilita o aumento da receita sem alterar significativamente o custo operacional efetivo da produção.

Reghelim e Righi (2018) realizando levantamento quanto às práticas de gestão ambiental existentes em quatro (04) agroindústrias processadoras de queijo, localizadas em um município da Região Metropolitana da Serra Gaúcha, verificaram que em todas o soro do queijo é utilizado exclusivamente para a alimentação animal e

quando há excedente, o mesmo é doado às propriedades vizinhas para também ser dado aos animais. Uma das agroindústrias passou a ter esse comportamento a pouco menos de um (01) ano, depois que análises laboratoriais detectaram alterações na qualidade da água utilizada, a qual vinha do poço artesiano da propriedade.

O volume de soro gerado com a produção de queijo depende do tipo do laticínio. Em média, cada quilo de queijo gera oito litros de soro, o que significa uma produção anual de mais de quatro bilhões de litros deste subproduto no Brasil. Anualmente, estima-se que metade desse montante é descartado no

meio ambiente, o que representa mais de dois bilhões de litros. Este dado é alarmante, não só pelas perdas comerciais e de geração de renda ao setor produtivo, mas também pela forma de descarte inadvertido, como efluentes não tratados, gerando alta taxa de contaminação orgânica na água e resultando em um grande problema ambiental (EMBRAPA, 2015).

Ao avaliar-se o Índice Global de Sustentabilidade (IGS), verifica-se que o nível de sustentabilidade na gestão de queijarias artesanais na bacia leiteira do município de Pombal – PB apresenta-se de forma geral bom (61% de sustentabilidade) (Tabela 4).

Tabela 4. Índice Global de Sustentabilidade (IGS %) de queijarias artesanais no município de Pombal no período de fevereiro a abril de 2019

Social (%)	Institucional (%)	Econômico (%)	Ambiental (%)	Índice Global de Sustentabilidade (IGS %)	Sustentabilidade
43,33	56	50	97	62	Bom

A dimensão ambiental apresenta o melhor resultado para todas as queijarias (97% de sustentabilidade), não havendo impacto ambiental nesta atividade, seguido pelo bom resultado na dimensão institucional (56%).

Segundo Reghelim e Righi (2018), a preocupação com a sustentabilidade ambiental juntamente com o interesse em ampliar a competitividade do setor de lácteos, acaba por incitar pesquisas de universidade e entidades voltadas à pesquisa e desenvolvimento de novos produtos a partir do reaproveitamento. No mercado atual a qualidade ambiental é um componente importante de competitividade, porque se para algumas empresas o controle ambiental não passa de um custo adicional à produção, para outras é sinônimo de investimento, aumento de competitividade e lucros. Assim como o soro do leite, outros subprodutos que também são vistos como resíduos hoje, podem vir a serem convertidos em fontes de arrecadação, ajudando na composição dos resultados financeiros de uma empresa ou agroindústria.

Vinha et al. (2010) afirmam que, a diversificação de produtos é uma alternativa para a melhoria da renda familiar e possibilita maior aproveitamento da matéria-prima e utilização de subprodutos a exemplo do uso do soro para a produção de bebida láctea e ricota.

Porém, o pior resultado apresenta-se para a questão social (43,33% de

sustentabilidade) e econômica (50% de sustentabilidade), tendo em vista a falta e o interesse de qualificação no setor bem como a não existência de gerenciamento da contabilidade do negócio. De forma geral, entre os três grupos de queijarias avaliadas, obteve-se níveis de sustentabilidade que variam de ruim para excelente, sendo que o pior resultado é para uma queijaria de maior produtividade, cujo grau de sustentabilidade apresenta 36% (sustentabilidade ruim), onde as dimensões econômica (0%), social (20%) e institucional (43%) contribuem para este resultado.

Em trabalho realizado por Abreu et al. (2014), na pretensão de calcular o custo de produção de queijo de uma pequena propriedade agropecuária, através do custeio de absorção e verificando se o preço de venda do produto está correto, observaram que com produção mensal de leite da fazenda de 4.320 L/mês, e vendas mensais de aproximadamente 420 queijos, o estudo demonstrou que o custo de produção de queijo mensal fica em torno de R\$ 4.890,75, com queijo vendido por R\$ 12,00/un., sendo inadequado, pois o custo de produção unitário é R\$ 11,64, e gera um prejuízo de R\$ 128,18 no período. Logo, o ponto de equilíbrio contábil encontra-se acima das receitas, com 512 unidades. Portanto, o proprietário necessitaria com urgência modificar o preço de venda dos produtos, e como sugestão adotar uma margem de lucro adequada sobre o preço

de custo. Finalmente, após este estudo, o proprietário estará mais bem inserido no mercado, adotando práticas corretas e maximizando a produção.

Identifica-se ainda que, todas as queijarias comercializam seus produtos para atravessadores, e a maioria afirmou não se preocupar com a divulgação e propaganda dos seus produtos. Isto é um ponto negativo para quem quer ser um empreendedor de sucesso no setor.

De acordo com Machado e Scalco (2006), ultimamente, a postura do consumidor em relação aos produtos que adquire tem sido mais consciente, onde no setor de alimentos, essa evolução pode ser observada na busca pela qualidade de vida, agregando à dieta questões de saúde, incluindo produtos com menos gorduras e calorias, e rico em fibras. No mercado de laticínios, aspectos demográficos e socioculturais, qualidade e preço dos produtos ofertados, são importantes para que as empresas se ajustem a essa realidade.

Assim, estudar as estratégias de marketing no segmento industrial da cadeia produtiva do leite, buscando melhorias na coordenação e na competitividade dessa cadeia visa possibilitar, junto a outras iniciativas, uma alternativa de desenvolvimento regional.

Porém, para que a cadeia produtiva do leite direcionada para as pequenas, médias e grandes indústrias de produção de queijo artesanal tanto no município de Pombal como em todo Nordeste possam alcançar o sucesso na atividade, é importante a realização do registro de dados sobre custos, despesas e investimentos no empreendimento, bem como a organização e união de todos os envolvidos, para que desta forma haja uma boa gestão dos negócios.

Conclusão

Obteve-se de forma global um bom nível de sustentabilidade da atividade de produção de queijo artesanal no município de Pombal, através dos indicadores social, ambiental, econômico e institucional/tecnológico um bom grau de sustentabilidade de 62%.

O melhor resultado foi para a dimensão ambiental (96%), não havendo impacto ambiental, seguida pela dimensão institucional (56% de sustentabilidade). E o pior resultado foi para a dimensão social (43,33%), pela baixa escolaridade e qualificação técnica.

Sugere-se como melhoria para elevar o índice de sustentabilidade nas queijarias artesanais, nos âmbitos social e econômico, a

promoção de treinamento e qualificação nas técnicas de fabricação e boas práticas na produção dos queijos, gestão e gerenciamento de negócios, respectivamente.

Como sugestão para a dimensão institucional, tem-se a necessidade de adequar utensílios e equipamentos utilizados na produção dos queijos, bem como otimizar a estratégia de marketing. Dessa maneira, poderá ser buscada a elevação do nível de sustentabilidade das queijarias da região.

Referências

- ABREU, G. da S.; SHIMOYA, A.; BARROSO, M. de F. da C. M. Cálculo do custo de produção de queijo da roça pelo custeio integral. *Persp. Online: Exatas. & Eng.*, v.9, n.4, p.1-12, 2014.
- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br>. Acesso em: 25 de março de 2011.
- BORGES, C.; BORGES, M. M.; FERREIRA, V. R. S.; NAJBERG, E.; TETE, M. F. Empreendedorismo Sustentável: Proposição de uma tipologia e sugestões de pesquisa. *Revista de Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas*, v.2, n.1, p.77-100, 2013.
- BUENO, M. P.; MEIRELES, E.; FERNANDES, C. A. Agricultura Familiar no Brasil e os impactos do PRONAF como políticas públicas. In: Congresso Internacional de Administração, 2018.
- CAVALCANTE, J. F. M. Queijo Coalho artesanal do Nordeste do Brasil. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil S.A. 2017. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/projwebren/Exec/livroPDF.aspx?cd_livro=279>. Acesso em: 21 fev. 2019.
- CAVECHIA, M.; VASQUEZ, A. Brasil já é o terceiro maior produtor de queijos do mundo. *Metrópoles*, 2017 (revista online). Disponível em: <<https://www.metropoles.com/alta-fermentacao/brasil-ja-e-o-terceiro-maior-produtor-de-queijos-do-mundo>>. Acesso em: 20 abr 2019.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Pesquisadores identificam composto benéfico para a saúde em soro de leite. Segurança alimentar, nutrição e saúde. Brasília, DF – Brasil, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/4989705/pesquisadoresidentificam-composto-benefico-para-a-saude-em-soro-de-leite>. Acesso em: 25 jun. 2019.

- EMBRAPA. Gado de Leite. Sistema de Produção de Leite (Zona da Mata Atlântica). Sistemas de Produção, 1. Janeiro, 2003. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Leite/LeiteZonadaMataAtlantica/importancia.html>>. Acesso em: 05 abr. 2019.
- FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas. 122f. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2010.
- GONZÁLEZ, A.; CARVAJAL, D. Sustainability Indicators in the Spanish Extractive Industry. In: Indicators of sustainability: for the mineral extraction industries. Rio de Janeiro: CNPq/CYTED, 2002. 409p.
- HOCKERTS, K.; WÜSTENHAGEN, R. Greening Goliaths versus emerging Davids: theorizing about the role of incumbents and new entrants in sustainable entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, v.25, p.481-492, 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 de março, 2011.
- IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Caracterização socioeconômica da atividade leiteira no Paraná. Curitiba, IPARDES: 2008. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/sumario_executivo_atividade_leiteira_parana.pdf>. Acesso em: 05 maio de 2019.
- LIMA, M. E. Feira em Pombal celebra retomada da produção leiteira no Sertão. Disponível em: <<http://www.jornaldaparaiba.com.br/economia/feira-celebra-retomada-da-producao-leiteira-apos-perda-de-40-por-conta-da-seca.html>>. Acesso em: 04 abr. 2019.
- LOPES, M. A. et al. Análise de rentabilidade de uma empresa com opção de comercialização de queijo ou leite. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v.58, n.4, p.642-647, 2006.
- MACHADO, J. G. C. F.; SCALCO, A. R. Estratégias de marketing em laticínios: um estudo em empresas da região de Tupã-SP. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia e Rural Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento. 44, 2006, Fortaleza. Anais... Fortaleza, 2006.
- MATTIELLO, C. A.; SILVEIRA, S. M.; CARLI, F.; CUNHA JÚNIOR, A.; ALESSIO, D. R. M.; PELIZZA, A.; CARDOZO, L. L.; THALER NETO, A. Rendimento industrial, eficiência de fabricação e características físico-químicas de queijo colonial produzido de leite com dois níveis de células somáticas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.70, n.6, p.1916-1924, 2018.
- MENEZES, M. F. C.; SIMEONI, C. P.; ETCHEPARE, M. de A.; HUERTA, K.; BORTOLUZZI, D. P.; MENEZES, C. R. de. Microbiota and conservation of milk. *REGET*, v.18, Ed. Especial, p.76-89, 2014.
- MORENO, V. J. Caracterização física e físico-química do queijo minas artesanal da Microrregião Campo das Vertentes. Dissertação (Mestrado Profissional). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia do Leite e Derivados. Faculdade de Farmácia e Bioquímica. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013.
- NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. *Estud. Av.*, v.26, n.74, p.51-64, 2012.
- PNUD/ONU. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil. 1998. Edição em CD - ROM. Brasília.
- PÓVOA, P. V. N. Aço inoxidável como material para equipamentos da indústria de alimentos. 38p. Monografia. Graduação em Engenharia Química. Universidade Federal de Uberlândia. 2017.
- RABELO, L. S.; LIMA, P. V. P. S. Indicadores de Sustentabilidade: a possibilidade da mensuração do desenvolvimento sustentável. *Revista Eletrônica do PRODEMA*, v.1, n.1, p.55-76, 2007.
- REGHELIM, M.; RIGHI, E. Reaproveitamento de Resíduo: Alternativas para o Soro do Queijo. In: Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, 6, 2018. Bento Gonçalves. Anais...Bento Gonçalves, 2018.
- SÁ, C. O.; MARINHO, G. L. de O. C.; SÁ, J. L.; RONER, M. N. B.; NASCIMENTO, I. R.; SÁ, F. P. Sustentabilidade dos sistemas de produção dos agricultores familiares e produtores de queijo em Nossa Senhora da Glória, semiárido sergipano. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.7, n.3, p.26-39, 2012.
- SACHS, I. Estratégias de transição para o século XXI. In: BURSZTYN, M. (Org.). Para pensar o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Brasiliense, 1994. p.29-56.
- SILVA, J. N. G. da; MENEZES, S. de S. Produção de queijo de coalho caseiro: estratégias de reprodução social e econômica na agricultura familiar do município de Porto da Folha/SE. Encontro Nacional de Geografia Agrária, 21, 2012, Uberlândia. Anais...Uberlândia-MG, 2012.

SOUSA, A. C. A. A evolução da política ambiental no Brasil no século XX. 2005. Disponível em: <<https://www.ebah.com.br/content/ABAAAAnvkAA/a-evolucao-politica-ambiental-no-brasil-seculo-xx>>. Acesso em: 30 maio 2019.

VINHA, M. B.; PINTO, C. L. de O.; SOUZA, M. R. de M.; CHAVES, J. B. P. Fatores socioeconômicos da produção de queijo minas frescal em agroindústrias familiares de Viçosa, MG. *Cienc. Rural*, v.40, n.9, p.2023-2029, 2010.

Capítulo 8**EMPREGO DE EXTRATOS VEGETAIS NO CONTROLE DE FUNGOS DE ARMAZENAMENTO EM SEMENTES DE AMENDOIM****¹Niédja Marizze Cezar Alves****²Josivanda Palmeira Gomes****³Thiago Aurélio Arruda Silva****⁴Nahyara Batista Caires Galle****⁵Francisco de Assis Cardoso Almeida**¹Professora adjunta IV, UFMT/CUR/ICAT, niedjamarizze@yahoo.com.br²Professora Titular, UFCG/CTRN, Pós-graduação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, josivanda@gmail.com^{3,4}Mestrandos em Engenharia Agrícola, UFMT/CUR/ICAT/PGEAgri, thiagoarruda@ufmt.br, nahyarak@hotmail.com⁵Professor Titular, Universidade Federal de Campina Grande, almeida.diassis@gmail.com**Introdução**

No Nordeste Brasileiro, o amendoim, se destaca na agricultura familiar, como alternativa viável para os agricultores, por contribuir para a diversificação e autossustentação das pequenas propriedades agrícolas. É de fácil manejo, ciclo curto e de preço bastante atraente, além de se constituir uma fonte adicional agregadora de renda em razão das várias formas de produtos que podem ser processados e incentivam a agroindústria regional (MELO FILHO & SANTOS, 2010).

A falta de técnicas avançadas desde o cultivo até a pós-colheita contribui para o agravamento dos problemas de ordem fitossanitária. A contaminação do amendoim por fungos pode ocorrer quando da formação das sementes ou quando da realização das tradicionais práticas de colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento e por ser colhido nas mais adversas condições climáticas aumenta, assim, a probabilidade de desenvolvimento de bactérias e fungos e de produção de aflatoxina (FONSECA, 2019; SILVA & MARTINS, 2014).

Os produtos armazenados, grãos e sementes, podem ser o alvo preferido de alguns fungos, por serem substratos apropriados ao desenvolvimento de algumas espécies. A associação de fungos às sementes afeta a qualidade fisiológica das mesmas com redução da germinação e vigor e, permite o desenvolvimento destes, com liberação de micotoxinas, como a aflatoxina, prejudicial aos humanos e animais (KRISHNAN et al., 2019). A toxicidade dessas substâncias é confirmada por seu caráter cancerígeno, como a aflatoxina B1, tida como um carcinógeno classe I, de acordo

com a Agência Internacional de Pesquisa sobre Câncer (IARC) (IARC, 2002).

O controle dos microrganismos durante o armazenamento, em especial os fungos, é feito de preferência com produtos químicos, prejudiciais ao meio ambiente e ao homem. É por isso, que cada vez mais os pesquisadores têm investigado formas alternativas de fazer o controle das pragas de grãos e sementes armazenadas. A utilização de compostos orgânicos, como os extratos vegetais, como fungicida alternativo, é uma forma de prover um controle sem desencadear os problemas provocados pelos inseticidas sintéticos (BRITO et al., 2019).

Diversos estudos relatam que, os componentes principais encontrados nas plantas que possuem propriedades para controle de patógenos são os compostos fenólicos. De acordo com Scalbert (1991), substratos ricos em taninos inibem o desenvolvimento de fungos pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Penicillium* e *Trichoderma*.

O angico (*Anadenanthera colubrina* L.) é uma planta que se destaca por possuir elevado teor de compostos fenólicos, principalmente taninos (REITZ et al., 1988). Sendo assim, utilizar extrato de angico no controle de fungos em sementes durante o armazenamento demonstra ser uma alternativa viável, principalmente no controle de fungos, em especial o *Aspergillus parasiticus*, como também dos metabólitos por estes produzidos. Registra-se a facilidade na obtenção deste produto, geralmente disponível na propriedade, aliada ao seu fácil manejo, baixo custo e eficiência no controle, tornando compatível com a realidade socioeconômica da maioria dos pequenos

produtores que fazem, em especial, a agricultura familiar (DRUMOND et al., 2000).

Objetiva-se com o referido estudo, avaliar o efeito do extrato de angico (casca e folha) sobre a viabilidade das sementes do amendoim armazenadas em embalagem de PET, durante 90 dias.

Material e Métodos

Local de realização do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas (LAPPA) da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEAg) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Campina Grande, PB.

Obtenção da matéria-prima

Foram utilizadas sementes de amendoim da cultivar BR1, adquiridas de campos de sementes da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB. As sementes foram caracterizadas quanto à germinação, micoflora e teor de umidade.

Obtenção do extrato de angico

O extrato foi obtido a partir de casca e folha de angico adquiridas no sertão Paraibano, na cidade de Patos. O material foi triturado em moinho de facas, depois pesado em balança e em seguida umedecido com álcool etílico a 70% (v.v⁻¹) e, após, colocado em percolador para extração, conforme metodologia descrita por Almeida (2003).

Análise fitoquímica do extrato de angico

A análise fitoquímica da casca e da folha do angico foi realizada conforme metodologia descrita por Matos (1997).

Tratamento das sementes do amendoim

Foi utilizado, no tratamento das sementes, uma dose de 6 ml do extrato, para cada 250 g de sementes. Em seguida, as sementes foram secadas a temperatura ambiente pelo tempo de 48 h, sobre folhas de papel jornal. Depois, amostras de sementes foram acondicionadas em recipientes PET (Politereftalato de Etileno), onde permaneceram armazenadas por 3 meses no LAPPA, em ambiente não controlado de temperatura e umidade relativa do ar.

Após tratadas e acondicionadas nas embalagens PET, às sementes foram avaliadas

quinzenalmente, durante três meses, quanto ao teor de umidade (%), germinação (%), micoflora (%).

Teor de umidade

Foi utilizado o método padrão de estufa a 105 ± 2°C, com 3 subamostras de 20 g acondicionadas em recipientes metálicos, previamente secados, pesados e colocados em estufa pelo tempo de 24 h. Após este período os recipientes foram retirados da estufa e postos em um dessecador, durante 45 min (BRASIL, 2009). Em seguida, as sementes foram novamente pesadas obtendo-se a percentagem de peso expresso em base úmida, através da expressão analítica (conforme a Equação 1).

$$\% \text{ Umidade} = \frac{(P-p)}{P-t} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

Em que: P - peso inicial (peso do recipiente + peso da semente úmida), g; p - peso final (peso do recipiente + peso da semente seca), g; t - tara (peso do recipiente), g.

Determinação e avaliação da micoflora

Foi analisada uma amostra de 40 sementes, pelo emprego do método de papel de filtro umedecido (NEERGAARD, 1979), em que, as sementes, em número de três réplicas de 10, foram distribuídas igualmente e espaçadas sobre uma camada constituída de três folhas sobrepostas de papel de filtro, umedecidas com água destilada esterilizada (ADE) e contidas em placa de Petri (Ø = 9,5 cm). Após a distribuição das sementes as placas de Petri foram mantidas em ambiente de laboratório (não controlado). No oitavo dia de incubação as sementes foram observadas ao microscópio estereoscópico, para a identificação dos fungos considerando-se as características de suas colônias e avaliação de incidência (% de sementes afetadas).

Teste de germinação

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes por tratamento. As sementes foram dispostas em folhas de papel germitest (duas na base e uma na cobertura) umedecidas com água destilada, na proporção de três vezes o peso do papel seco.

Em seguida organizados em forma de rolo, acondicionados em sacos de polietileno para evitar a perda de umidade e mantidos na posição de 45° em relação à horizontal em BOD (modelo 101/3) a temperatura de 25 ± 1°C e umidade relativa 95 ± 2% (BRASIL, 2009). Foram consideradas germinadas as sementes

que no 10^o dia após a instalação do teste emitirem radícula superior a 2 cm obtendo-se assim, o percentual de plântulas germinadas.

Delineamento estatístico

Os resultados foram analisados através do Programa Computacional Assisat (SILVA & AZEVEDO, 2016), versão 7.4. beta; utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) disposto em fatorial 2 x 6, ou seja, 2 procedimentos (tratamento das sementes com extrato da folha do angico e extrato da casca do angico) e 6 tempos, respectivamente.

Tabela 1. Resultados dos testes empregados na fitoquímica dos extratos hidro alcoólicos de angico (casca) e angico (folha)

Partes estudadas	Análise fitoquímica				
	Alcaloides	Esteroides	Tanino	Flavonoides	Saponinas
Folha	-	+	+	+	+
Casca	-	+	+	+	+

Segundo Almeida et al. (2012), as diferenças nos resultados obtidos, em relação a outros trabalhos citados, podem ser explicadas pelo momento em que o material vegetal foi coletado, e pelas diferenças nas condições climáticas, o que altera a produção de metabólitos pelas plantas, e consequentemente os extratos podem apresentar concentrações diferentes daquelas substâncias que possuem bioatividade sobre o inseto ou microrganismo estudado.

Os resultados das análises fitoquímica dos extratos angico casca e angico folha, resulta numa composição de compostos que possibilita a inibição dos fungos em sementes armazenadas de amendoim.

Paes et al. (2010), estudando as substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore do angico-vermelho, concluíram que, as partes com maior teor de taninos foram: flores (29,50%), frutos com sementes (23,40%) e casca da raiz (20,63%).

Resultados e Discussão

Análise fitoquímica

Mediante os dados contidos na Tabela 1, referente à análise fitoquímica do extrato hidro alcoólico da casca e folha do angico, tem-se positividade de esteroides, tanino, flavonoides e saponinas para ambos os extratos, concordando em parte com os resultados obtidos por Santos (2010) ao encontrar positividade para o extrato de angico em alcaloides, taninos e flavonoides.

Os taninos, compostos formados pela polimerização de unidades de flavonoides são deterrentes de alimentação por herbívoros e atuam também como antimicrobianos (TAIZ & ZEIGER, 1998).

Geralmente, a toxicidade dos taninos em experimentos de laboratório é estimada pela medida da redução do crescimento do micélio do fungo, cultivado em placas de Petri, ou por métodos de contagem de placas, quando se investiga seu efeito tóxico sobre bactérias (SCALBERT, 1991).

Teor de umidade

Na Tabela 2, encontram-se os resultados médios do teor de umidade para a interação Procedimento com tempo de sementes de amendoim, onde verifica-se que, a partir do tempo de 30 dias não foi registrada variação estatística no teor de umidade para as sementes tratadas com o extrato de angico proveniente da folha e da casca.

Tabela 2. Valores médios do teor de umidade (%) para a interação procedimento com tempo de sementes de amendoim da cv. BR1 tratadas com extratos de angico folha e angico casca durante 90 dias de armazenamento

Procedimentos	Tempo (dias)					
	15	30	45	60	75	90
Angico Folha	8,78 aA	7,83 aB	7,65 aB	7,87 aB	7,59 aB	7,65 aB
Angico Casca	8,90 aA	7,78 abB	7,63 aB	7,79 aB	7,62 aB	7,88 aB
Testemunha	7,39 bA	7,47 bA	7,36 aA	7,12 bA	7,38 aA	7,12 bA
DMS(Coluna)	0,32					
DMS (Linha)	0,40					

Médias seguida da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Umidade inicial = 6,92.

Já para as sementes que não receberam os extratos, tem-se igualdade estatística em todos os tempos analisados e que o teor de umidade das sementes não variou varia com os procedimentos angico casca e angico folha dentro dos tempos, desde a primeira leitura (15 dias) a última leitura (90 dias) e, que a exceção dos 45 e 75 dias do armazenamento é maior estatisticamente do que o teor de umidade apresentado pela testemunha. A maior umidade das sementes tratadas com a folha e a casca do angico se deve à absorção do extrato pelas sementes quando do tratamento destas, uma vez que, depois de estabilizado a umidade (30 dias) a embalagem utilizada, não permitiu troca de umidade com a umidade atmosférica do ambiente. Dados que vem a corroborar com Alves (2008), ao observar que não houve variações no teor de umidade de sementes de amendoim tratadas com extratos vegetais ao longo do armazenamento em embalagens tipo PET.

Silva et al. (2010), estudando o acondicionamento de sementes de arroz, milho e feijão em embalagens do tipo PET, plástico com espessura de 0,10 mm, plástico trançado e papel verificaram para a influência das condições ambientais na umidade das sementes que, quando estas foram armazenadas em embalagem PET, permitiram uma uniformidade maior do teor de umidade das sementes, até os 8 meses de armazenamento, por se tratar de uma embalagem impermeável, enquanto as armazenadas nas demais embalagens houve variações no teor de umidade com o tempo.

Germinação das sementes de amendoim

Em análise aos dados da Tabela 3 e Figura 1, pode-se verificar superioridade estatística da germinação com relação às sementes tratadas com o extrato de angico casca frente às sementes tratadas com angico folha, a exceção dos tempos 30 e 90 dias e desta (angico folha) com a testemunha a exceção do armazenamento aos 60 dias.

Tabela 3. Valores médios da germinação (%) para a interação procedimento x tempo de sementes de amendoim da cv. BR1 tratadas com extratos de angico folha e angico casca durante 90 dias de armazenamento

Procedimentos	Tempo (dias)					
	15	30	45	60	75	90
Angico Folha	61,50 b	60,00 a	41,00 b	33,00 c	28,50 b	25,75 a
Angico Casca	67,50 a	61,00 a	50,00 a	50,50 a	34,75 a	26,00 a
Testemunha	59,75 c	50,00 b	21,00c	38,00 b	22,25 c	20,00 b
DMS(Coluna)	1,62					
DMS (Linha)	1,99					

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Germinação inicial = 70,0%.

Aquino et al. (2010), avaliando o efeito de extratos aquosos de plantas no controle de fungos associados à qualidade fisiológica de sementes de girassol, observaram que, os extratos de alfavaca-cravo, gengibre, cravo da Índia e pimenta do reino foram iguais a testemunha, e não interferiram na percentagem

de germinação das sementes de girassol. Zida et al. (2018), também notaram o potencial de inibição fúngica do extrato de *Eclipta alba*, em sementes de sorgo, reduzindo a incidência de fungos na plântula e aumentando seu rendimento.

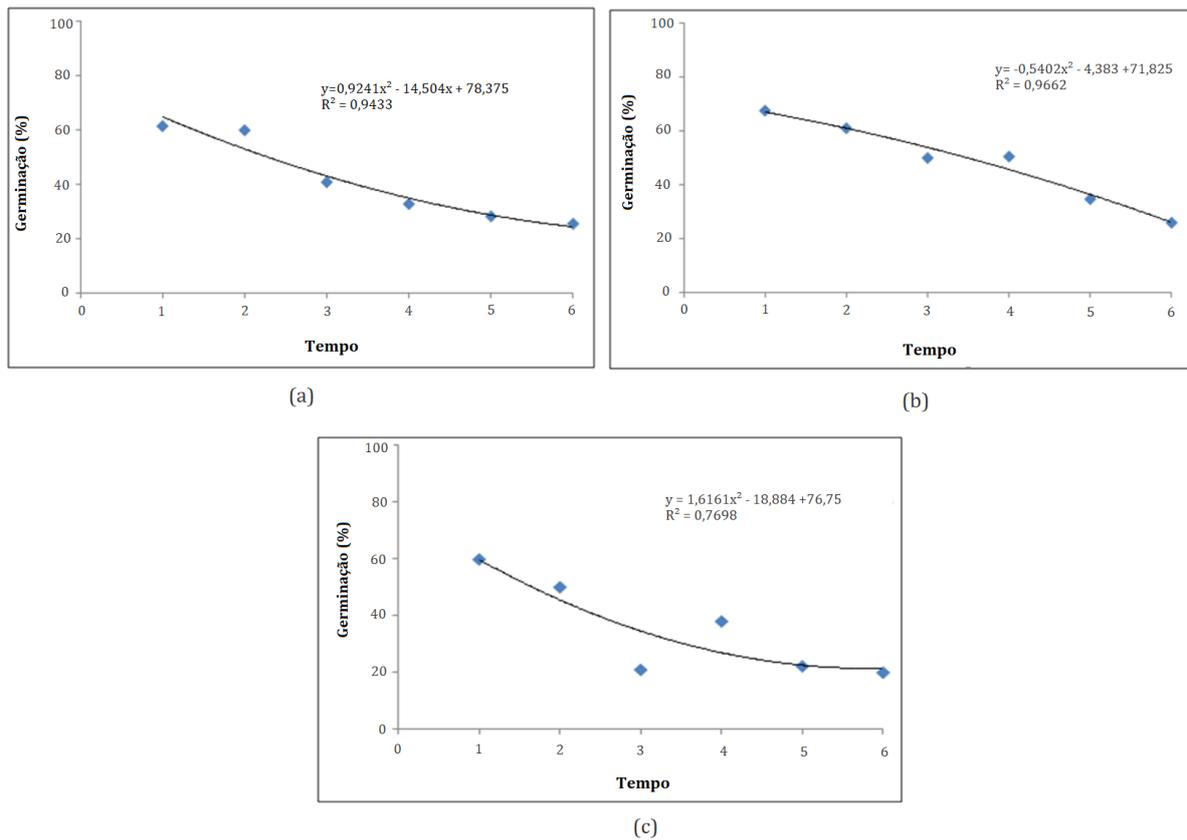


Figura 1. Representação gráfica da porcentagem de germinação das sementes de amendoim cv. BR 1 tratadas com extrato de angico folha (a) angico casca (b) e não tratadas (c) armazenadas nos tempos 1 (15 dias), 2 (30 dias), 3 (45 dias), 4 (60 dias), 5 (75 dias) e 6 (90 dias).

De acordo com a Figura 1, observa-se que, as sementes de amendoim foram perdendo sua viabilidade com o avanço do tempo de armazenamento, independentemente do procedimento aplicado às sementes. O estudo das equações polinomiais revela efeito significativo e R^2 acima de 94% para equação de segundo grau e sementes tratadas com o extrato de angico folha e, acima de 96% para as sementes tratadas com extrato de angico casca e de 76% para as sementes não tratadas, indicando que estas podem ser utilizadas para representar o comportamento da germinação de sementes de amendoim tratadas com estes extratos vegetais (Figura 1).

Referidas equações representam estatisticamente o comportamento das sementes tratadas com extrato de angico (folha e casca) e acondicionadas em embalagem de PET por 90 dias e, são importantes por permitir

estimar os pontos intermediários entre os valores obtidos experimentalmente durante o tempo de 90 dias.

Segundo Usberti e Amaral (1999), as sementes da maioria das leguminosas normalmente apresentam perda rápida de viabilidade durante o armazenamento, que é influenciado pelas condições ambientais, teor de umidade e pela aplicação de fungicida.

Incidência de fungos

Os resultados da análise de variância da incidência de fungos revelam efeito altamente significativo de todos os fatores e suas interações duplas. Os dados da interação Extrato com Tempo da incidência de fungos nas sementes de amendoim tratadas com extrato de angico (folha e casca) acondicionadas em embalagem de PET por 90 dias se encontram na Tabela 4 e na Figura 2.

Tabela 4. Valores médios da incidência de fungos (%) para a interação procedimento com tempo da incidência de fungo em sementes de amendoim tratadas com extrato de angico casca e folha durante 90 dias de armazenamento

Procedimentos	Tempo (dias)					
	15	30	45	60	75	90
<i>Aspergillus flavus</i>						
Angico Folha	62,50 b	45,00 b	50,00 b	62,50 b	70,00 b	70,00 b
Angico Casca	40,00 c	27,50 c	30,00 c	35,00c	50,00 c	52,50 c
Testemunha	100,00a	100,00a	100,00 a	100,00a	100,00a	100,00a
DMS (coluna)	6,46					
DMS (linha)	7,91					
<i>Aspergillus niger</i>						
Angico Folha	0,00 cB	10,0bAB	15,00 bA	0,00 bB	15,0 bA	17,5 bA
Angico Casca	10,0bBCD	22,50 aA	17,50bABC	0,00 bD	7,50bCD	7,50bCD
Testemunha	20,00 aC	22,50 aC	30,00 aC	67,50aA	45,00 aB	47,50 aB
DMS (coluna)	8,76					
DMS (linha)	10,72					
<i>Penicillium</i>						
Angico Folha	0,00 bA	0,00bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00bA	0,00 bA
Angico Casca	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00 bA	0,00bA	0,00bA
Testemunha	20,00 aD	20,00aD	22,50 aD	45,00aA	27,50 aC	40,00aB
DMS (coluna)	3,67					
DMS (linha)	4,49					

Médias seguida da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; Microflora inicial (A. flavus = 70%; A. niger = 30%; Penicillium = 20%).

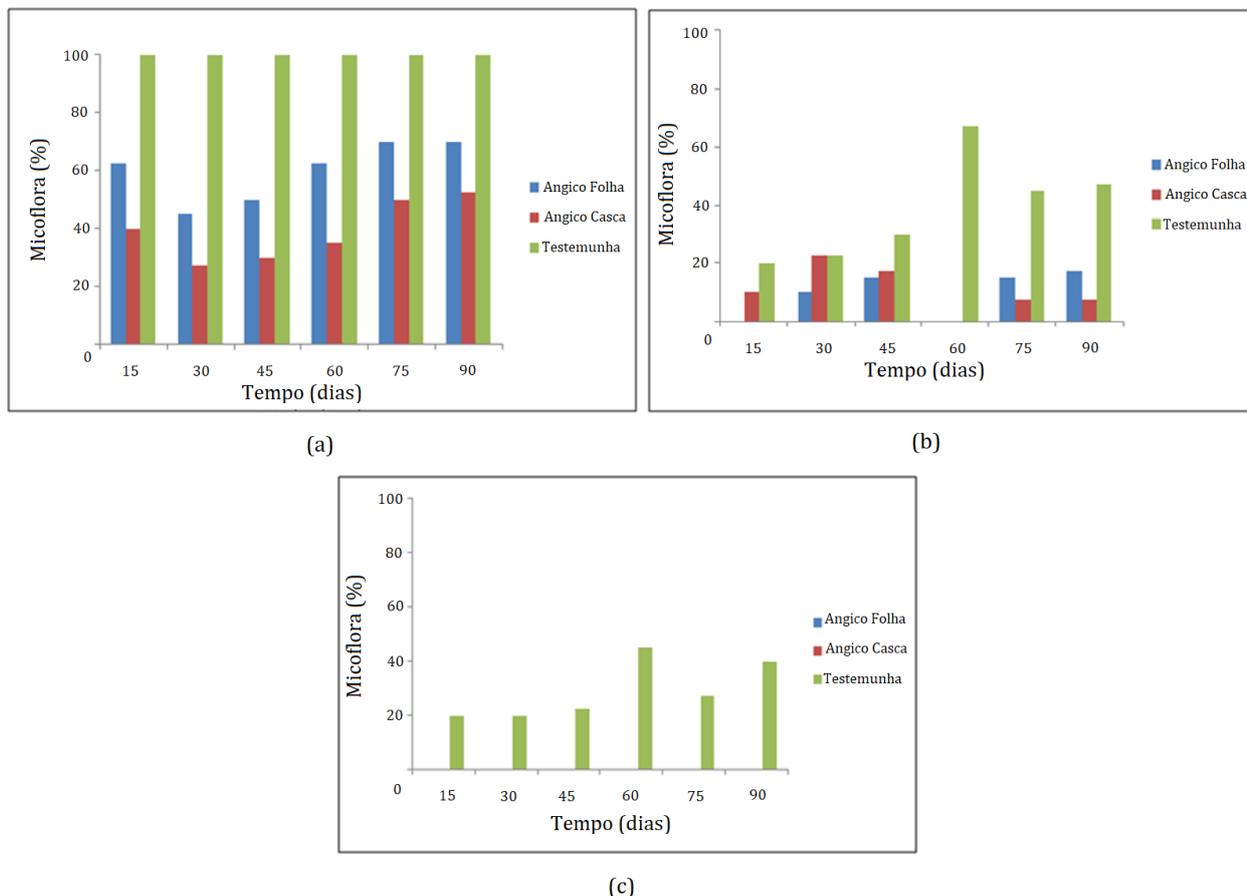


Figura 2. Representação gráfica da porcentagem de *A. flavus* (A), *A. niger* (B) e *Penicillium* (C) para os diferentes procedimentos (angico folha e angico casca e testemunha) e tempo de armazenamento.

Observando-se a Tabela 4 para o *Aspergillus flavus*, tem-se redução da incidência deste fungo durante o armazenamento para as sementes tratadas com o extrato de angico casca em relação à caracterização das sementes, ou seja, o percentual de *A. flavus* que as sementes chegaram ao LAPP (70%). Para as sementes tratadas com o extrato de angico folha a redução se deu até o tempo de 60 dias (62,50%), para os demais períodos o percentual se igualou ao da caracterização (70%).

Na Figura 2, tem-se que o percentual de *A. flavus* nas sementes tratadas com os extratos de angico, folha e casca, é menor que as sementes que não receberam o tratamento dos extratos (testemunha), as quais apresentaram percentual de 100% de sementes contaminadas por este fungo.

Para o *A. niger*, observa-se (Tabela 4) total controle nos tempos de 15 e 60 dias e para os demais tempos, percentual de contaminação abaixo do percentual da caracterização (30%) para as sementes tratadas com angico folha; comportamento semelhante se dá para as sementes tratadas com o extrato de angico casca, sendo que o controle total (100,0%) se dá apenas para o tempo de 60 dias. Em todo o período de armazenamento (Figura 2) as sementes que não receberam os extratos apresentam-se com maior percentual de contaminação frente às tratadas, sendo a contaminação máxima detectada aos 60 dias de armazenamento (67,50%).

Alves (2008) observou que, o extrato de pimenta-do-reino controlou o *A. flavus* em percentuais maiores que o extrato de nim, em ambas as embalagens estudadas (PET e polietileno trançado), e nas sementes não inoculadas artificialmente com o fungo *A. flavus*; já o extrato de nim promoveu maior controle para os fungos *A. niger*, *Rhizopus* e *Penicillium* durante o armazenamento, nas sementes inoculadas.

Com relação ao fungo *Penicillium*, observa-se na Tabela 4 e Figura 2, o controle total deste fungo (100%) em todo o armazenamento para as sementes que receberam os extratos; já para as sementes que não foram tratadas com os extratos, tem-se uma contaminação de 40% no final do armazenamento, 50% a mais do que a contaminação no tempo zero (20%).

Venturoso et al. (2011) trabalhando com extratos de cravo-da-índia, alho e canela observaram em todas as avaliações,

significativa atividade antifúngica sobre o crescimento micelial de *Penicillium* sp.

Segundo Barreto et al. (2003), os princípios ativos são oriundos do metabolismo secundário das plantas, esses compostos são produzidos como mecanismo de defesa da planta contra fatores externos e, sobremaneira, contra patógenos, nos quais se destacam os fungos. Essas propriedades são dependentes de uma série de fatores inerentes às plantas, como órgão utilizado, idade e estágio vegetativo, fatores do ambiente como pH do solo, estação do ano e diferentes tipos de estresse que as plantas sofrem.

Conclusão

Os resultados mostraram que, as sementes tratadas com o extrato da folha de angico apresentam os menores percentuais de germinação que as tratadas com o extrato da casca do angico. Tal constatação, permite observar que uma melhor ação do angico é conquistada, usando a casca como parte vegetativa para fabricação do extrato.

Isso é corroborado ainda pelo fato de que o extrato de angico casca controla o *A. flavus* em percentuais maiores que o extrato da folha; apesar de ambos extratos serem eficazes, com eficiência em 100%, no controle do *Penicillium*, durante o armazenamento das sementes de amendoim BR1.

Portanto, o angico mostra ser uma boa alternativa, considerando seu caráter tecnológico de controle dos fungos de armazenamento, comprovado pelos resultados. Sendo assim, é uma alternativa de fácil acesso e baixo custo, tornando-se um método sustentável, atóxico e de grande potencial para uso por parte de pequenos proprietários. Logo, os agricultores de amendoim podem oferecer produtos com uma segurança sanitária mais concreta e mais competitivo no mercado regional.

Referências

- ALMEIDA, F. A. C.; COSTA, G. V.; SILVA, J. F.; SILVA, R. G.; PESSOA, E. B. Bioatividade de extratos vegetais no controle do *Zabrotes subfasciatus* isolado e inoculado em uma massa de feijão *Phaseolus*. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v.14, p.445-455, 2012.
- ALMEIDA, S. A. Extratos vegetais no controle ao *Callosobruchus maculatus* (Fabr., 1775) e seus efeitos na conservação do feijão *Vigna unguiculata* (L. Walp.). 80f. Dissertação

(Mestrado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2003.

ALVES, N. M. C. Comportamento da micoflora e da aflatoxina em sementes de amendoim tratadas com extratos vegetais e irradiação gama. 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2008.

AQUINO, C. S.; CATÃO, H. C. R. M.; SOARES, E. P. S.; SALES, N. L. P. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de girassol tratadas com hidrolatos e extrato de plantas. In: Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 4, 2010, João Pessoa. Anais...João Pessoa, 2010. p.2159-2164.

BARRETO, A. F.; ARAÚJO, E.; BELTRÃO, N. E. M.; DIONÍZIO, G. Análise sanitária de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch) da cultivar BRS 201 tratadas com extrato de agave. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 4, 2003, Goiânia, Anais.... Goiânia, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para Análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 398p. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise_sementes.pdf. Acesso em: 16 jun. 2019.

BRITO, V. D.; ACHIMÓM, F.; DAMBOLENA, J. S.; PIZZOLITTO, R. P.; ZYGALDO, J. A. Trans-2-hexen-1-ol as a tool for the controle of *Fusarium verticillioides* in stored maize grains. Journal of Stored Products Research, v.82, p.123-130, 2019.

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, V. R.; ALBUQUERQUE, S. G.; NASCIMENTO, C. E. S.; CAVALCANTE, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Embrapa/Cpatsa, UFPE e Conservation International do Brasil, Petrolina, 2000. 23p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/134000/1/usosustentavel.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019

FONSECA, H. O amendoim e a aflatoxina. Boletim Técnico, n.13, Disponível em:

<www.micotoxinas.com.br>. Acesso em: 17 jun. 2019.

IARC. International Agency for Research on Cancer. Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphtalene and styrene. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk to Humans, IARC press, Lyon, 2002. 590p. Disponível em: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono82.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2019.

KRISHNAN, N.; VELRAMAR, B.; VELU, R. K. Investigation of atigungal activity of surfactin against mycotoxigenic phytopathogenic fungus *Fusarium moniliforme* and its impact in seed germination and mycotoxicosis. Pesticide Biochemistry and Physiology, v.155, p.101-107, 2019.

MATOS, F. J. A. Introdução à Fitoquímica Experimental. Fortaleza: Edições UFC, 2 ed., 1997, 141p.

MELO FILHO, P. A.; SANTOS, R. C. A cultura do amendoim no Nordeste: situação atual e perspectivas. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v.7, p.192-208, 2010.

NEERGAARD, P. Seed pathology. London: Mac Millan, v.2, 1979. 1164p.

PAES, J. B.; SANTANA, G. M.; AZEVEDO, T. K. B.; MORAIS, R. M.; CALIXTO JÚNIOR, J. T. Substâncias tânicas presentes em várias partes das árvores angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. Var. *cebil* (Gris.) Alts.). Scientia Florestalis, v.38, n.87, p.441-447, 2010.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. Herbário Barbosa Rodrigues-H.B.R.; Superintendência do desenvolvimento da Região Sul SUDESUL; Secretaria da Agricultura e Abastecimento DRNR, 1988. 525p.

SANTOS, P. B. Contribuição ao estudo químico, bromatológico e atividade biológica de angico *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. Var. *cebil* (Gris.) Alts e pereiro *Aspidosperma pyrifolium* Mart. 46f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Centro de Saúde e Tecnologia Rural. Universidade Federal de Campina Grande. Patos, 2010.

SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. Phytochemistry, v.30, n.12, p.3875-3883, 1991.

SILVA, C. B.; MARTINS, J. D. C. Aflatoxina em amendoim. Revista Engenharia, v.9, p.103-120, 2014.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the

analysis of experimental data. Afr. J. Agric. Res., v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; PASCUALI, L. C.; SILVA, F. T. C. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. Revista de Ciências Agro-ambientais, v.8, n.1, p.45-56, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. 792p.

USBERTI, R.; AMARAL, H. M. Fungicide dressing timing, seed size, seed origin and fungal incidence effects on groundnut (*Arachis hypogaea* L.) storability. Seed Science and Technology, v.27, n.2, p.699-706, 1999.

VENTUROSO, L. R.; BACCHI, L. M. A.; GAVASSONI, W. L.; CONUS, L. A.; PONTIM, B. C. A.; BERGAMIN, A. C. Atividade antifúngica de extratos vegetais sobre o desenvolvimento de fitopatógenos. Suma Phytopathology, v.37, n.1, p.18-23, 2011.

ZIDA, P. E.; NÉYA, B. J.; STOKHOLM, M. S.; JENSEN, S. M.; SOALLA, W. R.; LUND, O. S. Increasing sorghum yields by seed treatment with an aqueous extract of the plant *Eclipta alba* may involve a dual mechanism of hydropriming and suppression of fungal pathogens. Crop Protection, v.107, p.48-55, 2018.

Capítulo 9**SECAGEM CONVECTIVA DE CASCAS DE KIWI CV. HAYWARD, DIFUSIVIDADE EFETIVA E ENERGIA DE ATIVAÇÃO****¹Newton Carlos Santos****²Virgínia Mirtes de Alcântara Silva****³Victor Herbert de Alcântara Ribeiro****⁴Sâmela Leal Barros****⁵Raphael Lucas Jacinto Almeida****⁶Márcia Ramos Luiz****⁷Yolanda Albertina Silva Beserra**

^{1,4}Mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/UAEA/Campus Campina Grande – PB, newtonquimicoindustrial@gmail.com; samelaleal7@gmail.com

^{2,3}Doutorandos do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/Campus Campina Grande - PB, virginia.mirtes2015@gmail.com; victor_herbert@hotmail.com

⁵Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN/CCT/Campus Natal - RN, raphaelqindustrial@gmail.com

⁶Dra. Professora Titular do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, UEPB/CCT/DESA/Campus Campina Grande – PB, maricarluiz@yahoo.com.br

⁷Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG/CTRN/UAEALI/Campus Campina Grande – PB, yolanda.beserra@hotmail.com

Introdução

O kiwi (*Actinidia deliciosa*) é uma fruta que possui grande importância econômica, principalmente na China, Itália e Nova Zelândia, que são seus principais produtores. Possui em sua composição alto teor de vitamina C e compostos bioativos, como os compostos fenólicos, fibra insolúvel, carotenoides, flavonoides e minerais. A qualidade nutricional e o sabor atraente são responsáveis pela boa aceitação do kiwi todo o mundo, e apesar das inúmeras qualidades, o kiwi é uma fruta que apresenta grande perecibilidade, devido a sua sensibilidade à danos mecânicos e elevado teor de água, que possibilitam o desenvolvimento de microrganismos e a ocorrência de reações bioquímicas que provocam sua rápida deterioração, e conseqüentemente muitas perdas nas etapas de pós-colheita (LYU et al., 2018; MÓRAN et al., 2018).

Frutas que contêm níveis significativos de substâncias biologicamente ativas, que têm benefícios fisiológicos e bioquímicos, são importantes para a saúde humana. Frutas exóticas, especialmente kiwi, abacate, manga e caqui, possuem alto potencial nutricional e bioativo devido à sua composição (LEONTOWICZ et al., 2016).

O principal destino do kiwi é o consumo *in natura*, mas com o passar dos anos, novas técnicas de aproveitamento foram desenvolvidas, destacando-se polpas, sorvetes,

geleias, amaciante de carnes, entre outros (SOQUETTA et al., 2015). Segundo Kim et al. (2018) e Jamaóz et al. (2019), o rápido amolecimento e enrugamento da sua casca, devido à perda de água, causa uma curta vida útil, além de contribuírem com o aumento da geração de resíduos alimentares.

O processamento de frutas pelas indústrias de alimentos, produz ao longo de sua cadeia produtiva em todo mundo, milhões de toneladas de resíduos agroindustriais, que ocasionam diversos problemas ambientais. Atualmente as agroindústrias têm investido cada vez mais na capacidade de processamento, gerando quantidades enormes de subprodutos, sendo parte reaproveitada como ração animal. Todavia em muitos casos os subprodutos são considerados custo operacional para as empresas, dessa forma grande quantidade é descartado e atua como fonte de contaminação (NASCIMENTO FILHO & FRANCO, 2015).

Segundo Martins e Farias (2002), do total de frutas processadas, são gerados entre 30 e 40% de resíduos. A industrialização da casca pode ser uma alternativa para abrandar a geração de resíduos orgânicos sólidos e produzir alimentos saudáveis, pela incorporação de fibras e compostos com atividade antioxidante (SOUSA et al., 2011).

Nesse sentido, muitos estudos têm sido realizados utilizando-se resíduos agroindustriais do processamento de alimentos,

visando à redução do impacto ambiental e do desperdício (OLIVEIRA, 2015). Tornando-se promissora a transformação dos resíduos em farinha, já que este processo reduz o volume e a perecibilidade destes subprodutos. Segundo a legislação vigente, farinha de origem vegetal é o produto obtido pela moagem de vegetais, podendo sofrer previamente processos tecnológicos adequados (BRASIL, 1978).

A secagem é uma das operações unitárias aplicadas com o objetivo de melhorar a estabilidade do alimento por meio da retirada de água de um material mediante a evaporação. Neste processo, estão envolvidos mecanismos simultâneos de transferência de calor e massa. A troca de energia sob a forma de calor é motivada pela diferença de temperatura entre o alimento e o ar aquecido do aparelho, enquanto a perda de massa se dá devido à diferença da pressão parcial de vapor da corrente de ar e do produto ocasionando o arraste do vapor do alimento (PARK et al., 2001; SILVA et al., 2019).

O estudo do processo de secagem fornece informações relativas ao comportamento do fenômeno de transferência de calor e massa entre o material biológico e o elemento de secagem, normalmente ar atmosférico, aquecido ou não; essas informações são fundamentais para o projeto, operação e simulação de sistemas de secagem e secadores (CORRÊA et al., 2003).

Com o crescimento das pesquisas e também do aumento da cultura nas principais regiões produtoras do país, técnicas de secagem vêm sendo aplicadas para atender às crescentes necessidades das indústrias em transformar esses subprodutos e novos produtos, além de simplificar e reduzir os custos associados ao processo produtivo. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a cinética de secagem das cascas de kiwi nas temperaturas de 40 a 70°C, ajustar aos dados experimentais utilizando modelos matemáticos empíricos e

difusivos, assim como calcular a energia de ativação do processo.

Material e Métodos

Os kiwi cv. Hayward foram adquiridos no comércio local da cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil. Os mesmos foram selecionados, higienizados e descascados manualmente. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Secagem de alimentos da Universidade Federal de Campina Grande.

Cinética de secagem

A cinética de secagem foi realizada em estufa de circulação de ar com velocidade de 1,0 m.s⁻¹, nas temperaturas de 40, 50,60, 70°C, nas quais as cascas de kiwi com espessura média de 0,85 mm foram distribuídas uniformemente em bandejas. Os dados experimentais foram expressos em termos de razão de teor de água (X*), dada pela relação entre as diferenças de teores de água no tempo, t, e teor de água de equilíbrio (X(t) - X_{eq}) e teores de água inicial e de equilíbrio (X_i - X_{eq}). Como descrito na Equação 1.

$$X^*(t) = \frac{X(t) - X_{eq}}{X_i - X_{eq}} \quad (\text{Eq.1})$$

Sendo que: X* = razão de teor de água (adimensional); X_{eq} = teor de água de equilíbrio (base seca); X(t) = teor de água (base seca); X_i = teor de água inicial (base seca).

As funções empíricas f(t, a, b) apresentadas na Tabela 1, foram ajustadas aos conjuntos de dados experimentais, usando regressão não linear através do Software de Ajuste de Curvas LAB Fit (SILVA e SILVA, 2008). Os resultados, dos modelos empíricos, foram avaliados através dos indicadores estatísticos qui-quadrado, χ²(Equação 6) e coeficiente de determinação, R².

Tabela 1. Modelos empíricos para descrever a cinética de secagem

Modelo	Equações empíricas
Page	$X^* = e^{-at^b}$ (Eq.2)
Handerson and Pabis	$X^* = ae^{-bt}$ (Eq.3)
Lewis	$X^* = e^{-at}$ (Eq.4)
Parry	$X^* = ae^{-bt} + c$ (Eq.5)

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (X_{exp,i}^* - X_{pre,i}^*)^2}{N - n} \quad (Eq.6)$$

Onde: χ^2 é a função qui-quadrado; $X_{exp,i}^*$ é a razão de umidade experimental; $X_{pre,i}^*$ é a razão de umidade prevista pelo modelo; N é o número de dados experimentais; e n é o número de coeficientes e constantes do modelo.

Solução analítica da equação de difusão

O teor médio de umidade do sólido com geometria de parede infinita no momento t é dado pela Equação 7(LUIVOK, 1968).

$$X^*(t) = \sum_{n=0}^{200} \frac{8}{(2n+1)^2 \pi^2} \exp\left[-(2n+1)^2 \pi^2 \frac{Def}{L^2} t\right] \quad (Eq.7)$$

Onde: $X^*(t)$ é a razão de umidade no instante t; L é a espessura; Def é a difusividade; t é o tempo.

Para obtenção da solução analítica da equação de difusão a otimização do processo foi

feita de acordo com as metodologias propostas por Silva et al. (2009).

Energia de Ativação

A relação entre a difusividade e as temperaturas de secagem foi descrita por meio da Equação do tipo Arrhenius (Equação 8).

$$Def = D_0 \exp\left(-\frac{E_a}{R(T + 273.15)}\right) \quad (Eq.8)$$

Onde: D_0 é uma constante chamada de fator pré-exponencial; R é a constante universal dos gases ideais. Tal ajuste possibilita determinar a energia de ativação (E_a).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2, encontra-se expressos os parâmetros obtidos pelas equações empíricas (Page, Handerson e Pabis, Parry e Lewis) para as temperaturas de 40, 50, 60 e 70°C, respectivamente, da cinética de secagem das cascas de kiwi.

Tabela 2. Resultados obtidos pelos modelos matemáticos

Modelos	T (°C)	a	b	c
Page	40	1,405 x 10 ⁻²	0,9551	-
	50	2,355 x 10 ⁻²	0,9722	-
	60	5,715 x 10 ⁻²	1,0335	-
	70	4,009 x 10 ⁻²	1,0843	-
Handerson e Pabis	40	0,9691	1,009 x 10 ⁻²	-
	50	0,9846	2,363 x 10 ⁻²	-
	60	0,9959	5,159 x 10 ⁻²	-
	70	1,0009	5,224 x 10 ⁻²	-
Parry	40	0,9826	1,050 x 10 ⁻²	-0,1818 x 10 ⁻¹
	50	0,9887	2,559 x 10 ⁻²	-0,1277 x 10 ⁻¹
	60	1,0055	5,084 x 10 ⁻²	-0,5697 x 10 ⁻²
	70	1,0205	5,037 x 10 ⁻²	-0,1499 x 10 ⁻¹
Lewis	40	1,161 x 10 ⁻²	-	-
	50	2,650 x 10 ⁻²	-	-
	60	5,172 x 10 ⁻²	-	-
	70	5,249 x 10 ⁻²	-	-

Observa-se que, para todos os modelos matemáticos o parâmetros “a” apresenta tendência de aumento com incremento da temperatura de secagem, fato este também observado para o parâmetro “b” nos modelos de Page, Handerson e Pabis e Parry. No entanto, apenas o parâmetro “c” do modelo de Parry não apresenta a influência da temperatura de secagem aplicada.

Silva et al. (2019), ao aplicarem o processo de secagem em cascas de maracujá,

nas temperaturas de 70 e 80°C, também observaram a influência do aumento da temperatura nos parâmetros das equações de Page e de Handerson e Pabis.

Segundo Santos et al. (2019), a temperatura do ar aplicada no processo de secagem, possui grande influência sobre o parâmetro “a” que corresponde a constante da taxa de secagem nos modelos matemáticos empregados. Tal parâmetro aumenta com a elevação da temperatura evidenciando também

a diminuição do tempo necessário para a realização do processo de secagem, ou seja, maior o valor desse parâmetro, mais rápido será o processo de secagem das cascas.

Na Tabela 3 encontram-se os valores dos coeficientes de determinação (R^2) e da

função qui-quadrado (X^2) para a temperatura de 40, 50, 60 e 70°C, respectivamente, dos modelos matemáticos aplicados a cinética de secagem das cascas de kiwi.

Tabela 3. Parâmetros estatísticos dos modelos matemáticos utilizados na predição da cinética de secagem das cascas de kiwi temperaturas de 40, 50, 60 e 70°C

Modelos matemáticos	Temperatura (°C)	R^2	$X^2 \times 10^{-2}$
Page	40	0,9969	0,8095
	50	0,9981	0,3564
	60	0,9975	0,3371
	70	0,9976	0,3150
Handerson e Pabis	40	0,9978	0,3741
	50	0,9980	0,3206
	60	0,9976	0,3122
	70	0,9987	0,2675
Parry	40	0,9980	0,4519
	50	0,9981	0,3195
	60	0,9976	0,4074
	70	0,9970	0,5854
Lewis	40	0,9968	0,9224
	50	0,9979	0,3941
	60	0,9974	0,3572
	70	0,9969	0,4806

Através da Tabela 3, verifica-se que, todos os dados obtidos para a secagem das cascas de kiwi se ajustam bem aos modelos matemáticos utilizados, apresentando coeficientes de determinação superiores a 99% ($R^2 > 0,99$) para todas as temperaturas aplicadas. Segundo Martins et al. (2014), ao selecionar um modelo não linear para descrever um processo de secagem, torna-se necessário avaliar não somente os valores de R^2 , mas se deve considerar também outros parâmetros estatísticos, tais como o qui-quadrado X^2 (SILVA et al., 2019).

Para o modelo de Page os valores de R^2 apresenta variação de 0,9969 a 0,9981, e a função qui-quadrado X^2 apresenta valores relativamente baixos, no entanto, com variação de 0,3150 a 0,8095 $\times 10^{-2}$.

Com relação ao modelo de Handerson e Pabis, obteve-se altos valores de R^2 (0,9976 a 0,9987) valores este próximo a 1. Assim como, dentre todos os modelos aplicados, a função qui-quadrado se apresenta como ade mais baixos valores (0,2675 a 0,3741 $\times 10^{-2}$). Sendo assim, considerado como o melhor modelo matemático utilizado para descrever o processo de secagem das cascas de kiwi, indicando uma representação satisfatória.

Os modelos de Parry e Lewis, assim como os demais, também apresentam altos valores de R^2 com variação respectivamente de 0,9970 a 0,9981; 0,9969 a 0,9979. Porém, em análise dos valores da função qui-quadrado (X^2) observa-se na Tabela 3 que, o maior valor para o modelo de Lewis na temperatura é de 40°C (0,9224 $\times 10^{-2}$) indicando menor precisão na descrição da secagem das cascas de kiwi.

Santos et al. (2017), em seus estudos de secagem com a casca de pitaya da polpa branca, observaram que o modelo de Page foi o que melhor que se ajustou aos dados experimentais, apresentando coeficiente de determinação maior do que 0,998, desvio quadrático médio menor que 0,02 para faixa de temperatura de 50 a 70°C.

Gonçalves et al. (2016), em secagem de casca de banana verde, observaram que o modelo de Page foi o que melhor que se ajustou aos dados experimentais, pois apresentaram coeficiente de determinação superior a 0,99 para as temperaturas que variaram de 55 a 75°C.

Pode observar na Figura 1 que, o estudo da cinética de secagem mostra que o acréscimo da temperatura favorece a transferência de massa, diminuindo a umidade de equilíbrio

dinâmico e o tempo de secagem, e Segundo Ribeiro et al. (2019), a elevação da temperatura do ar de secagem desenvolve maior gradiente de umidade entre o produto e o ar, acarretando

maior taxa de remoção de água, independentemente do tipo do material utilizado.

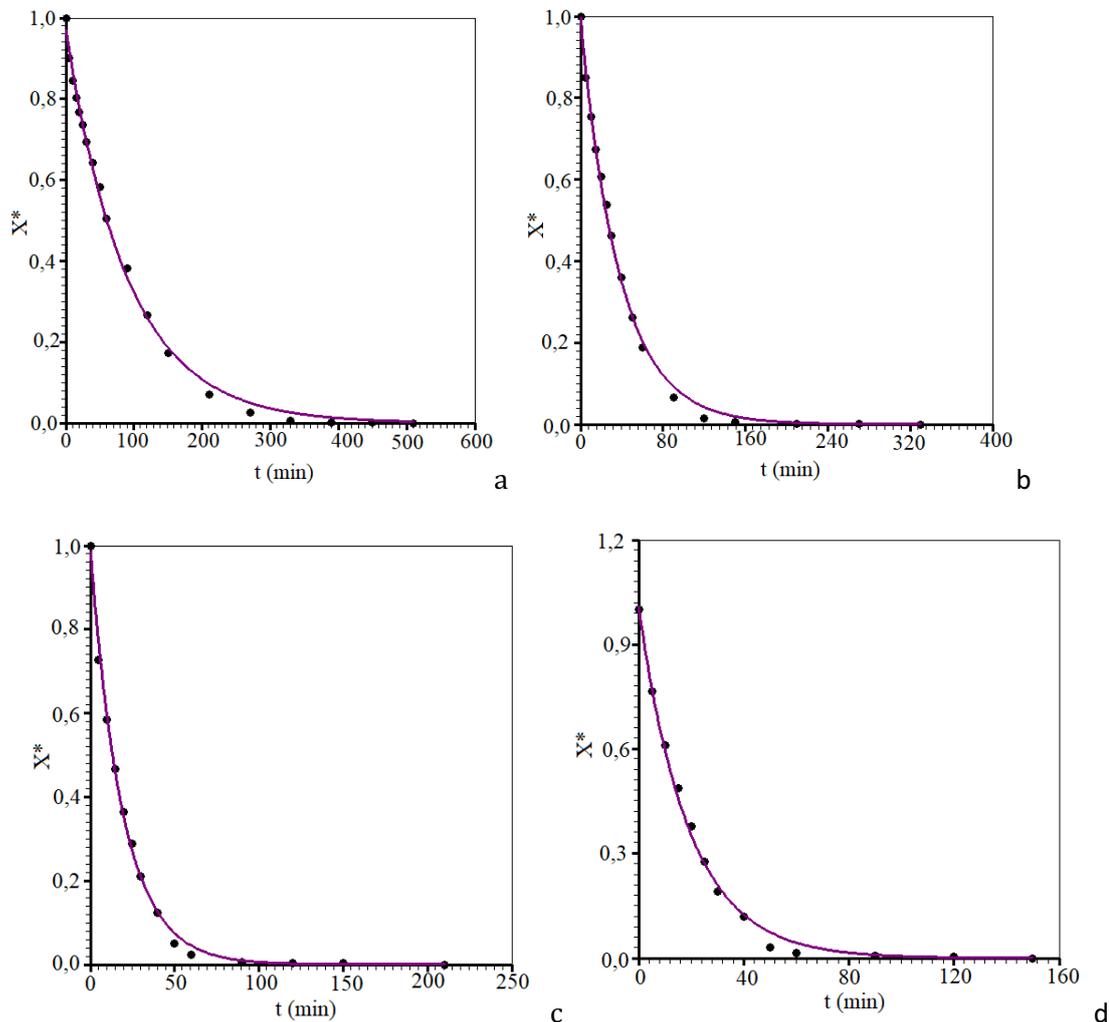


Figura 1. Curvas de secagem das cascas de kiwi obtidas pelo modelo matemático de Handerson e Pabis para as temperaturas de secagem aplicadas. a) 40°C; b) 50°C; c) 60°C; d) 70°C.

Percebe-se através da Figura 1 que, o tempo de secagem varia de 120 a 510 minutos, sendo o menor e maior tempo respectivamente para as temperaturas de 70 e 40°C.

Na Tabela 4 apresenta-se os resultados para a difusividade efetiva à partir do modelo de difusão. Segundo Silva et al. (2019), a difusividade efetiva representa o fluxo de água ao sair do produto durante a secagem.

Tabela 4. Resultados obtidos pelo modelo de difusão

Temperatura (°C)	Def x 10 ¹⁰ (m ² .min ⁻¹)	R ²
40	6,17	0,9920
50	14,57	0,9883
60	30,17	0,9933
70	40,48	0,9884

Os valores da difusividade efetiva apresentam variação de 6,17 a 40,48 x 10⁻¹⁰ (m².min⁻¹), esses valores apresentam tendência de aumento quando se tem um aumento da temperatura do ar de secagem de 40 para 70°C.

Segundo Silva et al. (2019), na medida em que, se aumenta o gradiente de temperatura, maior é o valor obtido para este parâmetro, pois em temperaturas inferiores, como a de 40°C, as moléculas de água sofrem maior resistência ao

sair do corpo devido a sua composição e estrutura física, fazendo com que, a água seja mais ligada às moléculas que constituem a massa seca.

Com relação aos valores de R² observase na Tabela 4 que foram superiores a 98%, no

entanto, o melhor e maior valor é para a temperatura de 60 °C (R² = 0,9933).

Tem-se na Figura 2 os valores da difusividade (Def) em função da temperatura (°C) obtidos para a secagem das cascas de kiwi.

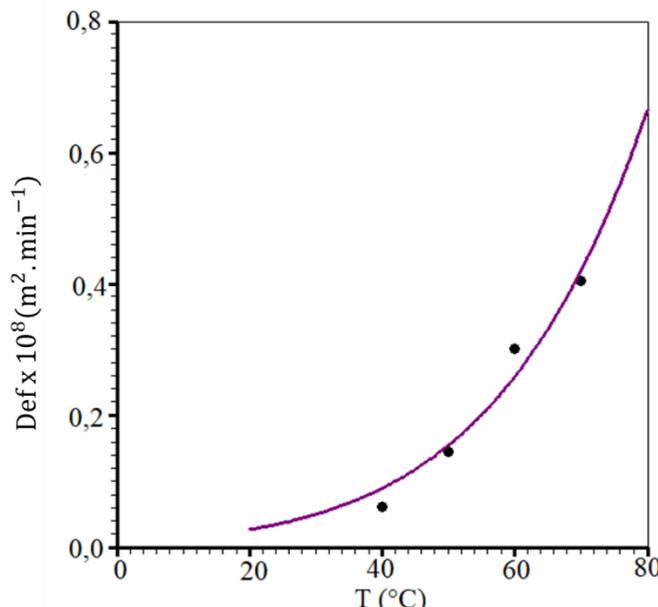


Figura 2.Representação de Arrhenius para os coeficientes de difusão das cascas de kiwi secas em diferentes temperaturas.

Os coeficientes de difusão efetivos aumentaram e a sua dependência com relação à temperatura do ar de secagem foi descrita pela Equação de Arrhenius. Segundo Faria et al. (2012), a energia de ativação é uma barreira que deve ser ultrapassada para que o processo de difusão possa ser desencadeado no produto.

A dependência com a Equação de Arrhenius (Equação 8) pode ser evidenciada na Equação 9, que mostra o efeito da temperatura na difusividade efetiva com os seguintes coeficientes.

$$D = 4,390 \times 10^{-8} \exp\left[\frac{5545}{(T + 273,15)}\right] \text{ (Eq.9)}$$

Assim, a energia de ativação (E_a) encontrada para a secagem das cascas de kiwi é de 46,10 kJ.mol⁻¹. No qual, encontra-se dentro da faixa apresentada por Zogzas et al. (1996), onde afirma que que varia para produtos agrícolas entre 12,7-110 kJ.mol⁻¹.Silva et al. (2016), obtiveram energia de ativação que variou entre 62,3 – 63,5 kJ.mol⁻¹ ao realizarem a secagem da polpa de carambola. Santos et al. (2019) obtiveram 17,66 kJ.mol⁻¹ para secagem de fatias de acuri.

Segundo Olanipekun et al. (2015), a energia de ativação, que é a medida da energia necessária para iniciar a difusão de água das regiões internas do alimento, indica a sensibilidade do coeficiente de difusão efetivo à temperatura de secagem, sendo um apontador útil na avaliação do consumo total de energia no processo de secagem (DENG et al., 2017; SANTOS et al., 2014; SANTOS et al., 2019).

Conclusão

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que, em relação aos modelos empíricos o modelo de Handerson e Pabis foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais com coeficientes de determinação próximo a 1, e com baixos valores de qui-quadrado para todas as temperaturas aplicadas.

O modelo de difusão com geometria de parede infinita, obtiveram coeficientes de determinação (R²>0,98) e a difusividade efetiva aumentou com aumento da temperatura. E a partir do ajuste da equação do tipo Arrhenius obteve-se uma energia de ativação de 46,10 kJ.mol⁻¹ durante o processo.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de mestrado e doutorado aos autores.

Referências

BRASIL. Decreto nº 12.486, de 20 de outubro de 1978. Normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, p.20, 21 out. 1978.

CORRÊA, P. C.; ARAÚJO, E. F.; AFONSO JÚNIOR, P. C. Determinação dos parâmetros de secagem em camada delgada de sementes de milho doce (*Zeamays L.*). Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, p.110-119, 2003.

DENG, L. Z.; YANG, X. H.; MUJUMDAR, A. S.; ZHAO, J. H.; WANG, D.; ZHANG, Q.; WANG, J.; GAO, Z. J.; XIAO, H. W. Red pepper (*Capsicum annuum L.*) drying: Effects of different drying methods on drying kinetics, physicochemical properties, antioxidant capacity, and microstructure. Drying Technology, v.36, n.8, p.893-907, 2017.

FARIA, R. Q.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A.; ASCHERI, D. P. R.; RESENDO, O. Drying kinetics of crambe seeds. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.5, p.573-583, 2012.

GONÇALVES, J. Q.; SILVA, M. A. P. DA; PLÁCIDO, G. R.; CALIARI, M.; SILVA, R. M.; MOURA, L. C.; SOUZA, D. G. Secagem da casca e polpa da banana verde (*Musa acuminata*): Propriedades físicas e funcionais da farinha. Global Science and Technology, v.9, p.62-72, 2016.

JAMRÓZ, E.; KOPEL, P.; JUSZCZAK, L.; KAWECKA, A.; BYTESNIKOVA, Z.; MILOSAVLJEVIC, V.; MAKAREWICZ, M. Development of furcellaran-gelatin films with Se-AgNPs as an active packaging system for extension of mini kiwi shelf life. Food Packaging and Shelf Life, v.21, n.100339, 2019.

KIM, A. N.; KIM, H. J.; CHUN, J.; HEO, H. J.; KERR, W. L.; CHOI, S. G. Degradation kinetics of phenolic content and antioxidant activity of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*) puree at different storage temperatures. LWT, v.89, p.535-541, 2018.

LEONTOWICZ, H.; LEONTOWICZ, M.; LATOCHA, P.; JESION, I.; PARK, Y. S.; KATRICH, E.; BARASCH, D.; NEMIROVSKI, A.; GORINSTEIN, S. Bioatividade e propriedades nutricionais do kiwi resistente *Actinidia arguta* em comparação com *Actinidia deliciosa* "Hayward" e

Actinidiaeriantha "Bidan." Food Chemistry, v.196, p.281-291, 2016.

LUIKOV, A. V. Analytical Heat Diffusion Theory. Academic Press, Inc., Ltd., London, 1968. 168p.

LYU, X.; PENG, X.; WANG, S.; YANG, B.; WANG, X.; YANG, H.; XIAO, Y.; BALOCH, A. B.; XIA, X. Quality and consumer acceptance of radio frequency and traditional heat pasteurised kiwi puree during storage. International Journal of Food Science and Technology, v.53, p.209-218, 2018.

MARTINS, C. R.; FARIAS, R. M. Produção de alimentos x desperdício: tipos, causas e como reduzir perdas na produção agrícola. Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia, v.9, n.1, p.83-93, 2002.

MORÁN, F. E.; MARCO, E. N.; ESCRICH, A.; BARBÉ, S.; LÓPEZ, M. M. Biodiversity and Biogeography of Three *Pseudomonas syringae* Pathovars which Affect Kiwi Fruit Cultivation. Journal Online Biodiversity, v.1, n.1, p.1-3, 2018.

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. Revista Virtual de Química, v.7, n.6, p.1968-1987, 2015.

OLANIPEKUN, B. F.; TUNDE-AKINTUNDE, T. Y.; OYELADE, O. J.; ADEBISI, M. G.; ADENAYA, T. A. Mathematical modeling of thin-layer pineapple drying. Journal of Food Processing and Preservation, v.39, n.6, p.1431-1441, 2015.

OLIVEIRA, L. F. Resíduo do processamento de palmito de pupunha: estudo físico, químico, tecnológico e toxicológico. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Goiás. Goiana - GO, 2015.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêrabartlett (*Pyrussp.*) em fatias. Ciência e Tecnologia em Alimentos, v.21, n.3, p.288-292, 2001.

RIBEIROS, V. H. A.; ALMEIDA, R. L. J.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; NASCIMENTO, A. P. S. Mathematical modeling of apple drying kinetics. Revista Higiene Alimentar, v.33, n.288/289, p.3474-3478, 2019.

SANTOS, D. C.; LEITE, D. D. F.; LISBOA, J. F.; FERREIRA, J. P. L.; SANTOS, F. S.; LIMA, T. L. B.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; COSTA, T. S. Modelling and thermodynamic properties of the drying of acuri slices. Brazilian Journal of Food Technology, v.22, e2018031, 2019.

SANTOS, D. C.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; OLIVEIRA, E. N. A. Difusividade efetiva e energia de ativação em farinhas de grãos

residuais de urucum. *Comunicata Scientiae*, v.5, n.1, p.75-82, 2014.

SANTOS, F. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M.; SANTOS, D. C. Cinética de secagem e caracterização física e química de cascas de pitaya com polpa branca. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, n.12, p. 872-877, 2017.

SANTOS, N. C.; SILVA, V. M. A.; RIBEIRO, V. H. A.; BARROS, S. L.; NASCIMENTO, A. P. S.; ARAÚJO, A. J. B.; ALMEIDA, R. L. J. Modelagem matemática da cinética de secagem de nozes (*Juglans regia* L.) sem casca. In: Francisco et al. (Org.). *Caderno de Ciência Pesquisa e Inovação*. EPGRAF, Campina Grande-PB, v.2, n.2, p.71-77, 2019.

SILVA, E. C. O.; SILVA, W. P.; GOMES, J. P.; SILVA, C. M. S. P. S.; ALEXANDRE, H. V.; FARIAS, V. S. O.; MELO, B. A.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUERÊDO, R. M. F. Drying of albedo and wholepeel of yellow passionfruit. *Journal of Agricultural Science*, v.11, n.6, p.501-509, 2019.

SILVA, R. B.; SILVA, F. S.; PORTO, A. G.; ALVES, A. P. Estudo da cinética de secagem de polpa de carambola. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v.10, n.2, p.2069-2080, 2016.

SILVA, V. M. A.; RIBEIRO, V. H. A.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; NASCIMENTO, A. P. S.; ARAÚJO, A. J. B. Modelagem matemática da cinética aplicada na secagem do feijão branco (*Phaseolus vulgaris*). In: Francisco et al. (Org.). *Caderno de Ciência Pesquisa e Inovação*. EPGRAF, Campina Grande-PB, v.2, n.1, p.97-106, 2019.

SILVA, V. M. A.; RIBEIRO, V. H. A.; SANTOS, N. C.; BARROS, S. L.; NASCIMENTO, A. P. S.; ARAÚJO, A.

J. B. Determinação de modelo matemático na secagem do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) In: Francisco et al. (Org.). *Caderno de Ciência Pesquisa e Inovação*. EPGRAF, Campina Grande-PB, v.2, n.1, p.112-120, 2019.

SILVA, W. P.; SILVA, C. M. D. P. S. LAB Fit Curve Fitting Software. *Nonlinear Regression and Treatment of Data Program*, v.7.2.50, 2008. Disponível em: www.labfit.net. Acesso em: 28 de março de 2019.

SILVA, W. P.; PRECKER, J. W.; SILVA, C. M. D. P. S.; SILVA, D. D. P. S. Determination of the effective diffusivity via minimization of the objective function by scanning: Application to drying of cowpea. *Journal of Food Engineering*, v.95, n.2, p.298-304, 2009.

SOQUETTA, M. B. Caracterização físico-química, microbiológica e compostos bioativos de farinhas de casca e bagaço de kiwi (*Actinidiadeliciosa*) e sua aplicação em patê. 110f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS, 2015.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; SILVA, M. J. M.; LIMA, A. Nutritional characterization and antioxidante compounds in pulpresidues of tropical fruits. *Ciências e Agrotecnologia*, v.35, n.3, p.554-559, 2011.

ZOGZAS, N. P.; MAUROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. Moisture diffusivity data compilation in foodstuffs. *Drying Technology*, v.14, n.10, p.2225-2253, 1996.

Capítulo 10**DESENVOLVIMENTO DE TANQUE EVAPORÍMETRO DE BAIXO CUSTO****¹Emanuela de Oliveira Cardoso****²João Batista Lopes da Silva****²Wanderly de Jesus Souza**

¹Acadêmica em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFSB/Campus Jorge Amado, Itabuna-BA, manu.c.o@hotmail.com

²Professores, Instituto de Humanidades Artes e Ciências/Campus Paulo Freire, Teixeira de Freitas-BA, silvajbl@ufsb.edu.br; wanderley.souza@ufsb.edu.br

Introdução

Em um planeta em que a água potável está se tornando cada vez mais escassa e cara, os estudos das perdas hídricas assumem relevância como tema de pesquisa. O setor agrícola, por exemplo, tem aumentando cada vez mais a sua demanda por água. No Brasil 72% da água consumida pelo ser humano é utilizada na irrigação, são aproximadamente uma área 29,6 milhões de hectares irrigados no país. Além disso, 60% do total da água gasta na irrigação se perde para fenômenos como a evaporação (VAREJÃO-SILVA et al., 2006; PAULINO et al., 2011; WALBERT, 2015; BRITO, 2016).

O aumento da escassez de água, tem se tornado um assunto preocupante sobre o uso da água em atividades futuras. O que justifica o desenvolvimento de pesquisas para minimizar os gastos com água no setor agrícola (VIEIRA et al., 2016).

Ao planejar um projeto de irrigação leva-se em conta vários fatores, como a qualidade do solo, tipo de cultura, estrutura de irrigação a ser utilizada, cálculo da evaporação e da evapotranspiração para minimizar o gasto da água, entre outros fatores. Isso se deve ao fato de que é difícil quantificar com exatidão o volume total de água necessário para irrigação quando se utiliza irrigação suplementar, uma vez que, este volume depende da quantidade e distribuição das chuvas (STONE et al., 2004). Além disso, o déficit hídrico é o fator limitante para a obtenção de elevadas produtividades, sendo que a duração e a época de sua ocorrência afetam, em maior ou menor intensidade, o rendimento das culturas no campo (TESTEZLAF et al., 2011).

No planejamento de um sistema de irrigação a quantidade de irrigação total necessária, pode ser determinada para períodos mensais, trimestrais ou para todo ciclo da cultura, tendo como principais parâmetros a

evapotranspiração em conjunto com a precipitação efetiva (BERNARDO et al., 2006).

A evapotranspiração envolve a evaporação da água do solo, que se trata do processo de transformação da água em vapor que está contida em solo saturado ou com lençol próximo da superfície, e a transpiração vegetal, que decorre da transpiração realizada através dos estômatos encontrados nas folhas das plantas, sendo que essa água que é eliminada é captada pela raiz da planta quando absorve-a do solo no momento da fotossíntese. Pode-se inferir que a evapotranspiração e a quantidade de água da soma da evaporação com a transpiração sendo o volume influenciado pelo clima. Para indicar a evapotranspiração de uma determinada cultura, sabendo que cada cultura tem uma taxa de evapotranspiração diferente, é determinado a evapotranspiração potencial de referência (ET_o), evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) e a evapotranspiração da cultura (ET_c) (BERNARDO et al., 2006).

Em 1977, Doorenbos e Prutt (CUNHA et al., 2013) definiram a ET_o como a evapotranspiração de uma grande área coberta por grama com altura de aproximadamente 0,08 a 0,15 m, apresentando um desenvolvimento ativo e sem falta de água. Observando falhas ao variar de cultura, foi desenvolvido e definido como padrão o método FAO Penman-Monteith. Para calcular a evapotranspiração pelo método FAO Penman-Monteith necessita-se dos dados de radiação, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento. O procedimento é realizado em um programa de computador para facilitar os cálculos, pois a fórmula é a combinação de várias equações (ALLEN et al., 1998).

A ET_{pc} que é a evapotranspiração de uma cultura sem déficit de umidade no solo, é a ET_o vezes um coeficiente de cultura, que leva em consideração o tipo de cultura e o estágio de desenvolvimento da planta. Enquanto, a ET_c é a quantidade de água evapotranspirada por

determinada cultura em condições normais, contendo o teor de umidade perto da capacidade do campo, sempre sendo igual ou menor que a E_{Tc} (BERNARDO et al., 2006).

Ao decorrer do tempo foram desenvolvidos vários métodos diretos e indiretos para determinar a evapotranspiração, tendo variações decorrentes do clima da região ou deficiência de equipamentos meteorológicos. Em decorrência destas situações é comum haver estudos aplicando mais de um método em um determinado local para assim verificar o mais adequado para a situação (VAREJÃO-SILVA et al., 2006). Assim podendo obter o método que melhor adapta ao clima e os recursos disponíveis para a determinação do E_{To} da cultura.

Os principais métodos diretos usados são os lisímetros; parcelas experimentais no campo; controle de umidade no solo e método da “Entrada-Saída” em grandes áreas (MENDONÇA et al., 2003).

Para determinar a evapotranspiração por métodos indiretos pode se usar equações ou equipamentos evaporímetros. Em ambos os modos, é preciso multiplicar o valor encontrado pelo fator (K). Sendo necessário ter uma estação de evapotranspiração com lisímetro para estabelecer o fator K, pois ele apresenta variação em cada região. Os métodos evaporímetros mais usados são o tanque de evaporação; tanque USWB classe A e os atmômetros. Enquanto as equações são a de Blaney-Criddle; de Hargreaves-Samani e a Penman-Monteith (BERNARDO et al., 2006). A equação de Penman-Monteith é definida como padrão pela FAO (Food and Agriculture Organization - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação). Para calcular a evapotranspiração pela equação de Penman-Monteith necessita-se dos dados de radiação, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento (ALLEN et al., 1998).

O Tanque classe “A”, um tanque evaporímetro, vem sendo amplamente aplicado em todo o mundo como método de estimativa de E_{to} em manejo de irrigação, por apresentar um baixo custo comparado aos outros equipamentos, fácil operação, e que pode ser aplicado próximo da cultura a ser irrigada (SANTOS et al., 2004). A maioria dos agricultores adotam o Tanque por conta da facilidade em seu manuseio e por não ter condições financeiras para adquirir uma estação meteorológica ou por não contém

treinamento específico para manusear a mesma (BERNARDO et al., 2006).

Com o uso do tanque classe “A”, apresenta economia de água na irrigação, como é o caso da produção de uvas finas que apresenta a economia de 56,3% da água aplicada. Nas culturas irrigadas de melão, feijão e arroz também exibiram resultados positivos na economia da água (SANTOS et al., 2004).

Tendo em vista a importância de se estimar a E_{To} , para ter uma aplicação da água eficiente e compatível com as necessidades de consumo da cultura, é uso de equipamentos de baixo custo e fácil operacionalização, principalmente para setores, como da agricultura familiar. Este trabalho teve como principal objetivo desenvolver um equipamento de baixo custo para medição da evapotranspiração de referência, do tipo tanque evaporímetro.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido na Universidade Federal do Sul da Bahia, no campus Paulo Freire localizado na cidade de Teixeira de Freitas-BA, A altitude média da cidade é 186 m, com a latitude 17°53'34”S e longitude de 39°72'46”W.

O equipamento usado foi produzido de aço galvanizado, com chapa nº 22, com formato circular, tendo 121 cm de circunferência e 25,4 cm de profundidade. Foi instalado em cima de um estrato de madeira com 15 cm de altura, posicionado na área destinada aos laboratórios, denominado DERBA, em um local aberto com a bordadura de 10 m de grama. Junto com o tanque também foi instalado um pluviômetro que mediu a precipitação dos meses que foram realizadas as leituras.

Para realizar as leituras foi usado um paquímetro de divisão 0,05mm, e um poço tranquilizador que foi instalado dentro do Tanque. As leituras eram realizadas diariamente, uma vez por dia, às 6 horas 30 minutos. Foram realizadas 63 leituras dividido em duas épocas, 33 leituras ocorreram no período de 6 de janeiro de 2018 à 7 de fevereiro de 2018, já as outras 30 leituras foram realizadas no período de 3 de março de 2018 à 1 de abril de 2018. A evaporação foi calculada através da diferença entre uma leitura do dia com a leitura do dia anterior, tabulada em planilha eletrônica.

Nos períodos de chuva em que a lâmina de água apresentava leitura com o valor menor que 5 cm da borda era retirada a água. E nas

situações em que as leituras da lâmina de água apresentou valores próximos a 7,5 cm foi reposta a água.

Para calcular a evapotranspiração do Tanque foi usada a Equação 1.

$$ET_o = kt EV \quad (\text{Eq.1})$$

Em que: Kt = coeficiente do tanque; e EV = evaporação do tanque, em mm/dia.

Para determinar o Kt foi usada a metodologia apresentada por Doorenbos e Pruitt (BERNARDO et al., 2006) e Cunha et al. (2011), associada aos dados meteorológicos da região, foram obtidos no site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) (INMET, 2018) da estação automática instalada no município de Itamaraju - BA, distante 20 km do local de instalação do Tanque classe "A", em Teixeira de Freitas. O kt definido a partir das informações foi de 0,75.

Os ET_o obtidos baseada nas leituras diárias do Tanque classe "A" foram comparadas aos métodos de Hargreaves como indicado em (BERNARDO et al., 2006), representado na Equação 2 e ao método Penman-Monteith como indicado em Allen (1998), expressa na Equação 3. Para ambos os métodos foram usados os dados da estação automática de Itamaraju.

$$ET_o = 0,0023(T_{med} + 17,8)(T_{max} - T_{min})^{1/2} Ra \quad 0,408 \quad (\text{Eq.2})$$

Em que: ET_o = evapotranspiração potencial de referência, em mm/dia; T_{med} = temperatura média diária, em °C; T_{max} = temperatura máxima diária, em °C; T_{min} = temperatura mínima diária, em °C; e Ra = radiação no topo da atmosfera, $MJ m^{-2} d^{-1}$.

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 U_2)} \quad (\text{Eq.3})$$

Em que: ET_o = evapotranspiração de referência, em $mm d^{-1}$; R_n = saldo de radiação à superfície, em $MJ m^{-2} d^{-1}$; G = fluxo de calor no solo, em $MJ m^{-2} d^{-1}$; T = temperatura do ar a 2 m de altura, em °C; U_2 = velocidade do vento à altura de 2 m, em $m s^{-1}$; e_s = pressão de saturação de vapor, em kPa; e_a = pressão de vapor atual do ar, em kPa; $(e_s - e_a)$ = déficit de pressão de vapor, em kPa; Δ = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, em $kPa ^\circ C^{-1}$; e γ = constante psicrométrica, em $kPa ^\circ C^{-1}$.

Também foi realizado um comparativo de valores entre os todos os custos de produção do tanque classe A desenvolvido neste trabalho com os tanques tradicionais comercializados no mercado.

Resultados e Discussão

O Tanque usado no estudo, representado nas Figuras 1, 2 e 3, teve o custo de R\$ 550,00, confeccionado na cidade de Teixeira de Freitas, comparado ao site Soil Control (SOIL CONTROL, 2017), empresa localizada na cidade de São Paulo especializada na revenda de equipamentos agrícola, revende o Tanque classe "A" no valor de R\$ 3.460,00. Assim o Tanque usado no estudo apresenta valor 86% mais barato do que o encontrado no site especializado em equipamentos agrícola. Segundo Santos (2004) o tanque estaria custando em torno de US\$ 1.500,00, sendo que pesquisadores têm trabalhado no desenvolvimento de um tanque de baixo custo em torno de US\$ 80,00.



Figura 1. Tanque sendo confeccionado, parte externa.



Figura 2. Tanque sendo confeccionado, parte interna.



Figura 3. Tanque sendo preparado para realização de leituras.

Verifica-se que, as condições climáticas no primeiro mês de leituras de temperatura

variam de 31,28 (média máxima) à 21,52°C (média mínimo), sendo a umidade relativa média de 75,24%, a velocidade do vento média é de 2,58 m/s, e o nível pluviométrico de 178mm segundo os dados indicados pelo site do INMET (INMET, 2018). Na Tabela 1 apresenta-se as leituras realizadas no período, assim como o nível pluviométrico, evaporação e o ETo estimado a partir das medições feitas no Tanque.

Já no segundo mês de medição a temperatura varia de 32,28 (média máxima) e 22,12°C (média mínimo), sendo a umidade relativa média de 75,26%, a velocidade do vento média de 2,39 m/s, e o nível pluviométrico de 90,8mm. A lâmina de água do tanque varia de 0 a 8,15 mm/dia (Tabela 2).

Tabela 1. Apresentação das leituras, nível pluviométrico, evaporação e evapotranspiração de dados obtidos entre 06/01/2018 à 07/02/2018

Dia	Leitura (mm)	Reposição (mm)	Chuva (mm)	Evaporação (mm)	Kt	ETo (mm/dia)
06/01/2018	42,20		0,00		0,75	
07/01/2018	47,95		0,00	5,75	0,75	4,31
08/01/2018	55,35		0,00	7,40	0,75	5,55
09/01/2018	65,05		0,00	9,70	0,75	7,28
10/01/2018	53,45		13,50	-11,60	0,75	0,00
11/01/2018	60,40	38,90	0,00	6,95	0,75	5,21
12/01/2018	44,90		0,00	6,00	0,75	4,50
13/01/2018	30,15		16,50	-14,75	0,75	0,00
14/01/2018	32,90		0,00	2,75	0,75	2,06
15/01/2018	42,25		0,00	9,35	0,75	7,01
16/01/2018	48,80		0,00	6,55	0,75	4,91
17/01/2018	56,65		0,00	7,85	0,75	5,89
18/01/2018	63,60	35,50	0,00	6,95	0,75	5,21
19/01/2018	43,65		0,00	8,15	0,75	6,11
20/01/2018	50,60		0,00	6,95	0,75	5,21
21/01/2018	59,55	36,85	0,00	8,95	0,75	6,71
22/01/2018	43,00		0,00	6,15	0,75	4,61
23/01/2018	52,20		0,00	9,20	0,75	6,90
24/01/2018	58,75	35,45	0,00	6,55	0,75	4,91
25/01/2018	30,65		5,00	-4,80	0,75	0,00
26/01/2018	37,65		1,00	7,00	0,75	5,25
27/01/2018	39,95		0,00	2,30	0,75	1,73
28/01/2018	46,45		0,00	6,50	0,75	4,88
29/01/2018	50,95		0,00	4,50	0,75	3,38
30/01/2018	59,55	34,55	0,00	8,60	0,75	6,45
31/01/2018	38,10		0,00	3,55	0,75	2,66
01/02/2018	36,15		2,50	-1,95	0,75	0,00
02/02/2018	20,25	36,80	20,00	-15,90	0,75	0,00
03/02/2018	19,70	33,75	32,00	-17,10	0,75	0,00
04/02/2018	cheio	35,65	80,00	0,00	0,75	0,00
05/02/2018	52,10		2,00	-3,55	0,75	0,00
06/02/2018	43,75		11,50	-8,35	0,75	0,00
07/02/2018	45,00		2,00	1,25	0,75	0,94

Tabela 2. Apresentação das leituras, nível pluviométrico, evaporação e evapotranspiração a partir dos dados obtidos no Tanque entre os dias 03/03/2018 à 01/04/2018

Dia	Leitura (mm)	Reposição (mm)	Chuva (mm)	Evaporação (mm)	Kt	ETo (mm/dia)
03/03/2018	37,15		0,00		0,75	
04/03/2018	44,80		0,00	7,65	0,75	5,74
05/03/2018	52,20		0,00	7,40	0,75	5,55
06/03/2018	52,45	38,80	5,00	0,25	0,75	0,19
07/03/2018	36,80		7,50	-2,00	0,75	0,00
08/03/2018	39,90		0,00	3,10	0,75	2,33
09/03/2018	46,05		0,00	6,15	0,75	4,61
10/03/2018	50,70	35,60	0,00	4,65	0,75	3,49
11/03/2018	39,10		1,00	3,50	0,75	2,63
12/03/2018	38,35		6,00	-0,75	0,75	0,00
13/03/2018	42,05		0,00	3,70	0,75	2,78
14/03/2018	47,70		0,00	5,65	0,75	4,24
15/03/2018	53,05	33,65	0,00	5,35	0,75	4,01
16/03/2018	40,90		0,00	7,25	0,75	5,44
17/03/2018	49,05	33,95	0,00	8,15	0,75	6,11
18/03/2018	41,05		0,00	7,10	0,75	5,33
19/03/2018	47,05		0,00	6,00	0,75	4,50
20/03/2018	52,95	33,35	0,00	5,90	0,75	4,43
21/03/2018	39,85		0,00	6,50	0,75	4,88
22/03/2018	44,65		0,00	4,80	0,75	3,60
23/03/2018	49,15	29,05	0,00	4,50	0,75	3,38
24/03/2018	28,10	31,40	7,60	-0,95	0,75	0,00
25/03/2018	19,00	32,35	14,00	-12,40	0,75	0,00
26/03/2018	36,80		0,00	4,45	0,75	3,34
27/03/2018	42,90		0,00	6,10	0,75	4,58
28/03/2018	44,00		1,00	1,10	0,75	0,83
29/03/2018	40,15		13,50	-3,85	0,75	0,00
30/03/2018	43,00		1,50	2,85	0,75	2,14
31/03/2018	49,20	32,20	0,00	6,20	0,75	4,65
01/04/2018	37,60		0,00	5,40	0,75	4,05

Os valores de ETo encontrado nos dois meses de medições (Tabelas 1 e 2), com o Tanque desenvolvido neste trabalho, apresenta valores próximos aos valores calculados pelo método Hargreaves e método Penman-Monteith (Figuras 4 e 5).

As maiores discordâncias de valores entre o tanque e os métodos são observadas nos dias de chuva onde o método do Tanque indica valores de ETo negativos, zero neste caso. Pois não é possível a estimativa da evapotranspiração, enquanto pelos métodos

Hargreaves e o Penman-Monteith foi possível a estimativa e também apresentam valores semelhantes (Figuras 4 e 5).

Sendo os valores total da ETo no primeiro mês pelo tanque de 111,68mm, 152,99mm pelo método Hargreaves, e 127,58mm pelo método Penman-Monteith. Já o segundo mês observa-se 92,78mm, 144,62mm e 113,78mm, respectivamente. A principal razão das diferenças está nos dias que apresentam precipitação.

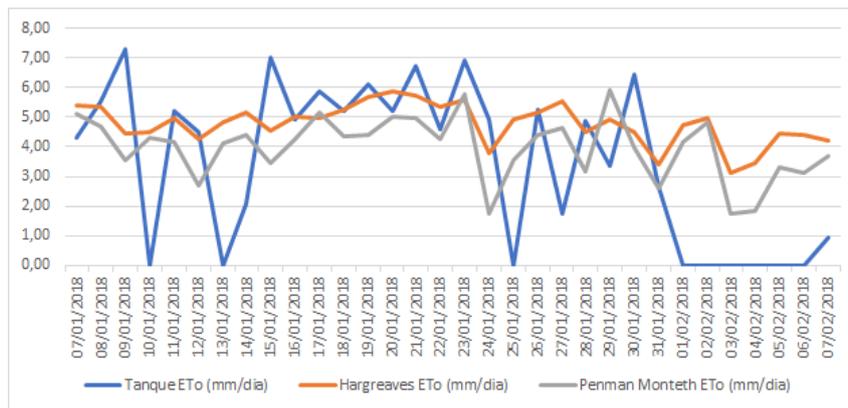


Figura 4. ETo estimado pelos métodos Tanque classe “A”, Hargreaves e Penman-Monteith, no período de 7 de janeiro a 7 de fevereiro de 2018.

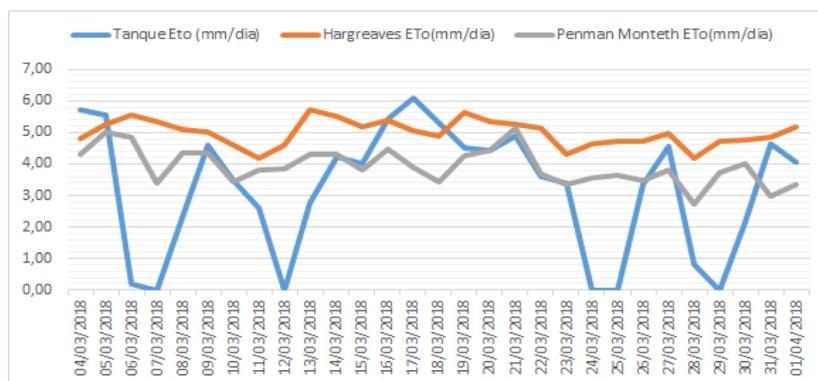


Figura 5. ETo estimado pelos métodos Tanque classe “A”, Hargreaves e Penman-Monteith, no período de 4 de março a 7 de abril de 2018.

Segundo Paulino et al. (2011), o método Penman-Monteith vem sendo estudado em todo mundo e apresentou uma boa adaptação no Brasil, sendo o melhor e mais usado método para estimação de ETo. Os autores Doorenbos e Pruitt (1977), citado por Cunha et al. (2013) alertam que, o uso de dados climáticos médios, em métodos combinados, ou seja, envolvendo os componentes aerodinâmico e radiativo, como é o caso de Penman-Monteith e Penman, pode conduzir a erros significativos, resultantes das combinações entre os elementos climáticos.

Santos (2004) aplicou o Tanque para o manejo da irrigação da melancia na região do Nordeste brasileiro, onde a evaporação média do foi de 8,00 mm/dia, a partir das médias mensais da evaporação obtidos no estudo pode ser confeccionado um calendário de irrigação, onde os produtores saberão o tempo diário de irrigação do plantio. O autor também comenta que em trabalhos feitos com uvas finas, foi possível economizar 56,3% no total de água aplicada com o uso o Tanque classe “A”. Também foi encontrado uma correlação na

aplicação da irrigação do feijão de plantio direto.

O tanque também é indicado para determinar a ETo de arroz em plantio direto, segundo Stone (2004), o solo encontra-se protegido pela cobertura morta, o que aumenta a rugosidade da superfície o que ajuda no armazenamento de água e diminui a perda por escoamento.

Allen et al. (1998) explicam que, a diferença nos valores da ETo nos métodos de Tanque no Penman-Monteith é possível, porque existem diferenças entre a evaporação que ocorre no tanque e a evapotranspiração da cultura, havendo maiores resistências às perdas de vapor d’água no tanque e maior exposição da cultura.

Nas Tabelas 3 e 4 tem-se os valores das médias, variância, desvio-padrão, e coeficiente de variação obtidos nos métodos de tanque classe “A”, Hargreaves e Penman Monteith, durante os experimentos nos meses de janeiro e março.

Tabela 3. Apresentação dos valores das médias, variância, desvio-padrão e coeficiente de variação do período de 6 de janeiro a 7 de fevereiro de 2018

	Média	Variância	Desvio-Padrão	Erro Padrão da Estimativa	CV (%)
Tanque	3,49	7,01	2,65	0,46	75,86
Hargreaves	3,46	6,99	2,64	0,46	76,30
Penman Monteith	3,40	7,07	2,66	0,46	78,28

Tabela 4. Apresentação dos valores das médias, variância, desvio-padrão e coeficiente de variação do período de 3 de março a 1 de abril de 2018

	Média	Variância	Desvio-Padrão	Erro Padrão de Estimativa	CV (%)
Tanque	3,20	4,04	2,01	0,37	62,80
Hargreaves	6,20	0,17	0,42	0,08	6,72
Penman Monteith	6,22	0,33	0,58	0,11	9,27

Como observa-se na Tabela 3, os dados encontrados da média, variância, desvio-padrão, erro padrão de estimativa e coeficiente de variação, estão bem aproximados entre os três métodos usados no experimento. Já no segundo mês os valores obtidos são muito discordantes de um método para o outro (Tabela 4). O método que apresenta diferença nos dados obtidos é o método do Tanque, onde a média é de 3,20, o desvio-padrão de 2,01, e o erro padrão de estimativa de 0,37. Mas as maiores diferenças encontradas foram no coeficiente de variação onde o valor do Tanque apresenta 62,80, do método Hargreaves apresenta 6,72, e Penman Monteith 9,27, e no coeficiente de determinação em que o Tanque alcança valor de 0,0098, Hargreaves de 0,0983 e Penman Monteith de 0,2792.

Doorenbos e Pruitt (1977) citado por Cunha et al. (2013), obtiveram em seu estudo o coeficiente de determinação do Tanque de 0,48, valor acima do encontrado neste estudo. Outros autores como Snyder (1992), Cuenca (1989), Pereira (1995) e Allen (1998), todos citados por Cunha et al. (2013), também obtiveram valores de coeficiente de determinação 0,46, 0,55, 0,54, 0,55 e 0,90 respectivamente, também apresentaram valores diferentes deste estudo.

Conclusão

Foi possível desenvolver um Tanque classe "A", para determinar a ETo, de baixo custo e de boa qualidade orçado no valor de R\$ 550,00. O tanque comparado com os demais métodos também apresentou baixo custo, pois não carece de uma estação meteorológica bem

equipada. Mostrou facilidade para obter os dados necessários para a determinação do ETo e simplicidade em seu manuseio.

O Tanque demonstrou limitações para determinação de ETo em períodos chuvosos. Mas mostrou resultados satisfatórios nos demais dias. Quando comparados os resultados com os métodos de Hargreaves e Penman Monteith foram apresentadas pequenas variações nos resultados obtidos. Assim demonstrando um bom desempenho em períodos sem precipitações, comparado com os demais métodos.

Referências

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop Evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage paper 56. FAO, Rome, 1998, 300(9), D05109.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. UFV, 1982. Edição 2006. 625p.
- BRITO, S. Brasil está entre os países com maior área irrigada do mundo. Embrapa, 31 de mai. de 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/12990229/brasil-esta-entre-os-paises-com-maior-area-irrigada-do-mundo>. Acesso em: 18 de mar. de 2018.
- CUNHA, A. R. Coeficiente do tanque Classe A obtido por diferentes métodos em ambiente protegido e no campo. Semina: Ciências Agrárias, v.32, n.2, p.451-464, 2011.
- CARVALHO; L. G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; NETO, P. C. Evapotranspiração de referência:

uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.41, n.3, p.456-465, 2011.

INMET. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 09 de abr. de 2018.

MENDONÇA, J. C.; SOUSA, E. D.; BERNARDO, S.; DIAS, G. P.; GRIPPA, S. Comparação entre métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o) na região Norte Fluminense, RJ. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.2, p.275-279, 2003.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; ROMÁN, R. M. S.; JOSÉ, J. V. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. *Irriga*, v.16, n.2, p.163, 2011.

CUNHA, P. C. R.; NASCIMENTO, J. L.; MARQUES DA SILVEIRA, P.; ALVES JÚNIOR, J. Eficiência de métodos para o cálculo de coeficientes do tanque classe A na estimativa da evapotranspiração de referência. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.43, n.2, p.114-122, 2013.

SANTOS, F. D. S.; RODRIGUES, B.; CRISÓSTOMO, L.; SOUZA, F. D.; OLIVEIRA, J. Manejo da irrigação da melancia: uso do tanque classe "A". *Embrapa Agroindústria Tropical-Circular Técnica (INFOTECA-E)* 2004. Disponível em: <<http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquiv>

os/artigo_3056.pdf>. Acesso em: 09 de abr. de 2018.

SOIL CONTROL. Disponível em: <<http://www.soilcontrol.com.br/produto/92582/tanque-classe-a.aspx>> Acesso em: 9 de set. de 2017.

STONE, L. F.; DA SILVA, S. C. Uso do tanque classe A no controle da irrigação do arroz de terras altas cultivado sob plantio direto. *Embrapa Arroz e Feijão-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 2004.

TESTEZLAF, R. *Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações*. 1. ed. Campinas, SP: Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, 2017. 215p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e climatologia*. Versão Digital 2. Recife, 2006. 463p.

VIEIRA, N. P. A.; PEREIRA, S. B.; MARTINEZ, M. A.; DA SILVA, D. D.; SILVA, F. B. Estimativa da evaporação nos reservatórios de Sobradinho e Três Marias usando diferentes modelos. *Engenharia Agrícola*, v.36, n.3, p.433-448, 2016.

WALBERT, A. A agricultura é quem mais gasta água no Brasil e no mundo. Portal EBC. 2013. Atualizado em 2015. Disponível em: <http://www.ebc.com.br/noticias/internacional/2013/03/agricultura-e-quem-mais-gasta-agua-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 5 de ago. de 2017.

Capítulo 11**INFRAESTRUTURA, PERCEPÇÃO E ANÁLISE GRAVIMÉTRICA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CONJUNTO HABITACIONAL – JUAZEIRO/BA****¹Emanuela Gonçalves****²Heitor de Santana Rodrigues****³Iara Jeanice Souza Ferreira****⁴Miriam Cleide Cavalcante de Amorim**¹Engenheira Agrícola e Ambiental, UNIVASF/Campus Juazeiro, emanuela.goncalves@outlook.com²Engenheiro Civil, UNIVASF/Campus Juazeiro, rotieh94@hotmail.com³Mestranda em Engenharia Agrícola, UNIVASF/Campus Juazeiro, iarajejanice@hotmail.com⁴Professora Adjunto, UNIVASF/Campus Juazeiro, miriamcleidea@gmail.com**Introdução**

Os resíduos sólidos, quando mal geridos, consistem em um dos principais problemas encontrados nas cidades, tendo em vista o seu potencial poluidor, capaz de prejudicar o meio ambiente e a saúde humana (CUNHA & FILHO, 2002, p.144). Em vista disso, pesquisas indicam que a sociedade aumenta de forma progressiva o seu consumo, gerando cada vez mais lixo (GODECKE et al., 2012, p.1704). De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, realizado pela ABRELPE, a população brasileira cresceu 0,75% entre 2016 e 2017, enquanto a geração total de resíduos aumentou 1% no mesmo período. Desse modo, diante dessa lógica, quando se trata de conjuntos habitacionais, onde uma grande quantidade de pessoas convivem em determinado espaço, é imprescindível que haja um manejo adequado dos resíduos domiciliares, a fim de evitar acidentes (PEIXOTO et al., 2015, p.48). É do conhecimento de todos que o lixo a ser coletado seja recolhido e acondicionado por quem o produz para encaminhá-lo, mediante transporte adequado, a uma possível estação de transbordo, e pôr fim à disposição final para o devido tratamento, a fim de evitar transtornos à saúde da população.

Nesse contexto a Lei 12.305/10, estabeleceu um marco regulatório nessa área, propondo novos instrumentos legais referentes não só ao manejo dos resíduos sólidos, como também promoveu novas diretrizes relativas à gestão integrada e ao seu gerenciamento. Desse modo a Política Nacional de Resíduos Sólidos é essencial para que o Brasil alcance novos degraus de tecnologia limpa, consciência ambiental, e crescimento sustentável, minimizando, assim os impactos causados pela geração dos resíduos sólidos, principalmente em municípios de pequeno porte.

Apesar da deposição inadequada dos resíduos sólidos trazerem consequências graves à população, ver-se que em Juazeiro, município desse estudo, ainda é comum encontrar resíduos domésticos dispostos em vazadouros a céu aberto (MELO, et al. 2012, p.3), em sua maioria, localizada em pontos periféricos, incluindo os conjuntos habitacionais, permanecendo exposto, por grande período de tempo, até que os catadores recolham (ZANTA et al., 2015, p.20).

Segundo Mazeto et al. (2013, p.10) estes condomínios, por concentrarem relevantes índices de pessoas dispõem grande quantidade de resíduos sólidos, havendo necessidade de se realizarem estudos que visem auxiliar em implementação de práticas gerenciais consistentes para o setor, que venha minimizar esse cenário atual.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, através do Programa de Educação Tutorial - PET Conexões e Saberes Saneamento Ambiental, coordenado pelo curso de Engenharia Agrícola e Ambiental, desenvolve desde 2010, estudos de saneamento ambiental, sob os pilares do ensino, pesquisa e extensão em municípios baianos, dentre eles Juazeiro.

Diante disto, o presente trabalho visa diagnosticar a situação dos resíduos sólidos no Conjunto Habitacional Juazeiro III, localizado na cidade de Juazeiro, BA, através da avaliação da infraestrutura local, percepção dos cidadãos residentes quanto ao tema e a caracterização qualitativa e quantitativa dos resíduos sólidos domésticos gerados.

Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido no Conjunto Habitacional Juazeiro III, no município de Juazeiro Bahia, localizado à margem direita do Rio São Francisco, na região do extremo

norte baiano, zona do Submédio São Francisco, fazendo divisa com o estado de Pernambuco. O conjunto habitacional faz parte do Programa do Governo Federal Minha Casa, Minha Vida, composto por 64 blocos, totalizando 500 casas.

A base metodológica utilizada foi a quali-quantitativo, sendo que o estudo de diagnóstico dos resíduos sólidos foi composto por três fases: a) avaliação da infraestrutura para os resíduos sólidos do condomínio, b) obtenção da percepção dos residentes sobre os resíduos sólidos domiciliares, c) quantificação e identificação através de gravimetria dos resíduos sólidos gerados pelos condôminos residentes conforme detalhado a seguir.

Infraestrutura do residencial para os RSDs

Para esta etapa foi aplicado um *checklist*, contendo cinco perguntas fechadas com respostas como “Sim e Não”, através de visita exploratória em todas as ruas do residencial, a fim de averiguar se o conjunto habitacional possuía instalações de infraestrutura local adequadas para comportar a geração de resíduos sólidos pelos moradores, de modo a compreender as ferramentas que o condomínio apresentava quanto ao que determina o Decreto nº 7.499 e a Portaria nº 464, referentes ao Minha Casa, Minha Vida, além de utilizar como base o Manual para Edificações Multifamiliares e de Uso Misto, que aborda sobre a previsão de espaços adequados que permitam o gerenciamento interno dos resíduos sólidos domiciliares em empreendimentos multifamiliares, além de tratar sobre a distribuição de lixeiras, presença de coleta seletiva, varrição e limpeza de logradouros e vias do conjunto habitacional.

Percepção e perfil da população local

No intuito de pesquisar a percepção dos moradores do conjunto habitacional no que concerne ao gerenciamento e manejo dos resíduos sólidos domiciliares, utilizou-se como base a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tendo em vista que, a Lei instituiu a responsabilidade compartilhada entre o gerador, o produtor e o poder. Assim, optou-se por uma metodologia qualitativa in loco, aplicando 80 questionários estruturados, conforme exposto através da Equação 1, selecionando uma amostra total de 80 domicílios, contemplando todos os blocos do residencial. Esses questionários foram compostos por questões que abrangiam a caracterização amostral, utilizando as variáveis

relativas a sexo, faixa etária, escolaridade e quantidade de pessoas residentes na casa, a fim de detectar o perfil dos moradores. Além disso, continham perguntas discursivas e objetivas, relacionadas aos resíduos sólidos, engajadas a captar o conhecimento e a compreensão da comunidade sobre o assunto. Cabe destacar que, buscou-se prevalecer a imparcialidade do entrevistador durante aplicação dos questionários com a finalidade de não comprometer o estudo em questão através da indução de respostas.

Após a coleta dos dados, as informações foram tabuladas em planilha do programa Excel® disposto no pacote da Microsoft Office®.

Para atender aos critérios de precisão e de correção dos procedimentos amostrais, adotou-se um percentual de 95% de confiabilidade com uma margem de erro estipulada em 5%, e baseando-se em Fonseca e Martins (1996, p.111), a Equação 1 foi utilizada para a realização do cálculo amostral.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{d^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: n = tamanho da amostra; N = tamanho da população = 500 domicílios; p = estimativa da proporção = 0,5; q = 1 - p = 0,5; Z = nível de confiança estabelecido = 95% = 1,96; d = erro amostral = 5% = 0,05.

Gravimetria dos RSDs

Os mesmos 80 domicílios utilizados para aplicação dos questionários de percepção, foram amostrados para a coleta de resíduos destinados à gravimetria. A frequência da coleta das amostras no residencial totalizou um período de dois meses de trabalho, com coletas ocorridas de terça a quinta, fora da época de feriados. O procedimento foi realizado em 3 repetições, sendo uma por semana.

Para determinar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos, baseou-se na NBR10007/2004, com adaptações.

No levantamento da gravimetria dos RSD, os componentes foram diferenciados nas seguintes categorias: matéria orgânica, papel/papelão, plástico, vidro, material eletrônico, metal, rejeito e outros materiais.

O procedimento adotado no levantamento gravimétrico dos RSD foi a entrega de duas sacolas nas residências com capacidade de 30 litros nas residências e, após 24h, executava-se a coleta dos RSD, fazendo uso de uma Sprinter para o transporte dos resíduos

até a Universidade Federal do Vale do São Francisco, para a realização do estudo gravimétrico, e acondicionando as sacolas em uma lona plástica. As sacolas já nas lonas foram rompidas e foi realizado a separação dos resíduos de acordo com as categorias citadas acima. Depois foram pesados em uma balança digital Modelo Mark 6500 com capacidade até 6,5kg. Por fim, Os dados foram compilados em planilha do programa Excel da Microsoft.

Para a determinação da geração per capita diária de resíduos no residencial, através da somatória do peso líquido de todas as viagens, foi utilizada a Equação 2, segundo Rezende et al. (2013).

$$Q_{rgh} = ((C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n) * 1.000 / 7) / Pr$$

(Eq. 2)

Onde: Q_{rgh} = Resíduos gerados por habitante/dia estimados ($g \cdot hab^{-1} \cdot dia^{-1}$); C_n = Peso líquido dos resíduos (kg); Pr = População Residencial (hab).

Resultados e Discussão

Infraestrutura residencial para os RSUs

A partir da aplicação *in loco* do checklist (Tabela 1), pôde-se constatar carências no que tange as condições de infraestrutura local, referente aos resíduos sólidos e os serviços de limpeza. Desse modo, em relação às questões 1 e 2, que abordam existência de lixeiras e papa-entulho, distribuídos ao longo do residencial têm-se que, das ruas que contemplam as 500 casas habitacionais do residencial em 99% há ausências dessas infraestruturas.

Conforme o Manual para Edificações Multifamiliares e de Uso Misto (AsBEA, 2014, p. 18), a disposição dos resíduos devem ser no interior de recipientes estanques, higienizados e dispostos para sua posterior estocagem ou coleta. Além disso, a NBR 15.911/2010 define que, os contentores destinados ao acondicionamento e coleta de resíduos sólidos necessitam ser recipientes plásticos, dotados de rodas, tampa e engate para basculamento, com volumes permitidos de 120, 240, 360, 660, 770 e 1.000 litros.

Tabela 1. Percentual dos dados obtidos sobre as condições de infraestrutura

Questão	Perguntas	Respostas	Porcentagem
1	Lixeiras distribuídas	Sim/Não	1/99
2	Existência de papa-entulho	Sim/Não	1/99
3	Existência de abrigo de resíduos	Sim/Não	100/0
4	Abrigo de resíduos conservado	Sim/Não	0/100
5	Utilização correta do abrigo de resíduos	Sim/Não	0/100

Observa-se que há apenas um abrigo para resíduos na entrada do condomínio, onde podem ser observadas várias sacolas do lado de fora, com deficiências na pintura e no revestimento interno e externo, sem porta e com pichações (Figura 1).



Figura 1. Abrigo de resíduos do Conjunto Habitacional Juazeiro III.

Segundo Portaria 54/2001 da Prefeitura Municipal de Salvador (2001) e de Belo Horizonte que possuem a Norma Técnica SLU/PBH nº 002/2000 onde orienta que para a construção de abrigo de resíduos é necessário realizar uma proporção do espaço, que deve corresponder à quantidade de residentes ou frequentadores do local, além da periodicidade da coleta.

Cada município tem que dispor de uma norma para construção e manutenção destes abrigos em condomínios, mas Juazeiro ainda não possui nenhuma norma referente a este assunto.

Nessa perspectiva o Manual para Edificações Multifamiliares e de Uso Misto (AsBEA, 2014, p.18) estabelece que, o depósito interno de RSD deve possuir, dentre os demais aspectos: Piso impermeável, lavável, de fácil higienização e ser de ponto de água e ralo sifonado conectado à rede de esgoto do empreendimento; Ter portas de alumínio com veneziana e tela de proteção contra roedores e

vetores; Haver recipientes específicos para o armazenamento de, no mínimo, cada um dos tipos de resíduos: papel, plástico, metais, vidros, recicláveis orgânicos, rejeitos, resíduos perigosos (pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes), óleo de cozinha e resíduos eletroeletrônicos; As cores dos contentores devem seguir padrão estabelecido pela resolução do Conama 275.

Avaliando a gestão dos resíduos sólidos em conjuntos habitacionais de Salvador, BA, Zanta et al. (2015, p.21), constataram que a maior parte dos abrigos se encontravam destruídos parcialmente ou mal conservados e que a ausência de identificação dos responsáveis pela atividade de manutenção do condomínios contribui para o mal estado de conservação observado.

Por este trabalho, observa-se deposição irregular de variados tipos de resíduos em alguns pontos do condomínio, não havendo a manutenção dos terrenos localizados ao redor das casas, referente à limpeza dos resíduos.

Observa-se a disposição dos sacos de resíduos diretamente nos terrenos localizados

ao redor dos blocos, contribuindo para a falta de higiene, deterioração do local e proliferação de vetores, enfatizando a importância de destinar corretamente o RSD para o abrigo de resíduos. Observa-se também que, não existem problemas extremamente visíveis com a manutenção de pinturas de meio fio e podas das árvores no conjunto habitacional.

Percepção dos moradores do residencial Perfil dos entrevistados

Observa-se pelos resultados que foi possível identificar a percepção dos moradores. Dentre os pesquisados, há predomínio do sexo feminino (83,75%), conforme a Tabela 2, resultado análogo ao estudo de Binko e Taufer (2015, p. 37), que obtiveram um percentual de 62% do sexo feminino ao entrevistar moradores do Conjunto Habitacional Jardim Ipê sobre resíduos sólidos urbanos.

Além disso, identifica-se uma maior frequência da faixa etária de 20 a 40 anos (81,25%) e de escolaridade até o nível fundamental (66,25%), composto por 53 pessoas dentre os entrevistados.

Tabela 2. Características sócio demográficas dos 80 participantes do Conjunto Habitacional Juazeiro III

Variáveis	Frequência (*n)	Percentual (%)
Sexo		
Feminino	67	83,75
Masculino	13	16,25
Faixa etária		
Menor que 20	5	6,25
20 a 40	65	81,25
40 a 60	8	10
Maior que 60	2	2,5
Escolaridade		
Não alfabetizado	10	12,5
Nível fundamental	53	66,25
Nível médio	16	20
Nível Superior	1	1,25

*n: número de indivíduo.

Segundo Silva (2016, p.28), o Programa Minha Casa Minha Vida, faz parte de uma política de complementação monetária, que visa reduzir os problemas de ordem econômica nas famílias, cuja renda é insuficiente para alimentação, moradia, transporte e vestuário. Como o conjunto habitacional Juazeiro III é contemplado por esse projeto, destaca-se que os moradores entrevistados, de certa forma, não possuem conhecimento técnico adequado sobre os resíduos sólidos domiciliares, visto que, aproximadamente 79% possui, no máximo, ensino fundamental completo.

Mazeto e Abreu (2014, p.30), estudando um condomínio residencial na cidade de Curitiba, identificaram que, 89,5% dos respondentes possuíam escolaridade básica. Já Binko e Taufer (2015, p.40) alcançaram percentual de 72% dos entrevistados que possuem no máximo ensino médio completo.

Percepção dos entrevistados

No que concerne ao conceito que cada morador entrevistado possui sobre os resíduos sólidos, a Figura 2 traz a frequência das respostas relativas ao questionamento.

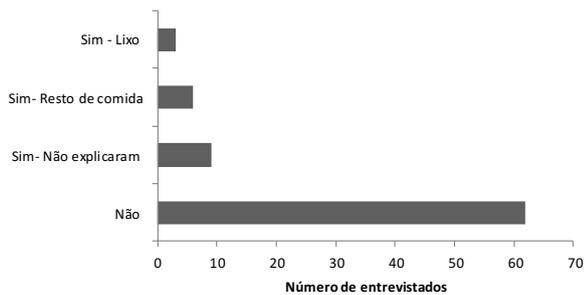


Figura 2. Percepção dos moradores referente ao quesito: Que são resíduos sólidos?.

Quando abordados sobre tema, 77,5% não sabem o que são resíduos sólidos, 11,25% dos entrevistados que disseram sim, optaram por não definir o que são resíduos sólidos. Os demais relacionam resíduos sólidos a apenas restos de alimentos (7,5%) ou lixo (3,75%), onde este é relacionado a tudo que é descartado.

Querino e Pereira (2016, p.410) constataram que, 49% dos entrevistados responderam que é o que não serve mais e que se joga fora, sendo que não notaram nenhuma evidência de conhecimento sobre reciclagem e/ou reaproveitamento dos resíduos. De igual modo, nota-se que nas respostas obtidas não há nenhuma noção do que realmente são os resíduos sólidos, ou seja, os moradores não associam o conceito de resíduos sólidos ao que é gerado e descartado dentro de seus domicílios. Respostas análogas a essa, também foram identificadas nos trabalhos de Fernandes e Sansolo (2013, p.384), Filho et al. (2017, p.28).

Outra percepção bem notória é que, mais da metade dos moradores não sabem responder para onde é destinado o lixo do residencial (51,2%), e os outros 28,8% são repostas afirmativas que variam entre lixão, aterro sanitário, incineração, CTR (Central de Tratamento de Resíduos), carro de lixo e reciclagem, como observa-se na Figura 3.

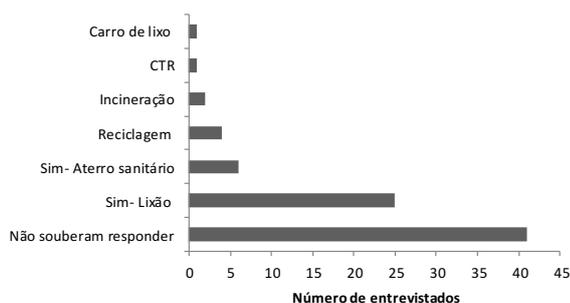


Figura 3. Destinação dos resíduos sólidos.

Não obstante a realidade dos moradores do conjunto habitacional Juazeiro III, Rocha et al. (2012, p.5), constataram que, a maioria dos entrevistados, 37%, afirmaram não saber para onde são destinados os resíduos sólidos produzidos no bairro. Já Fernandes e Sansolo (2013, p.386) identificaram que 35 dos 40 entrevistados acusam que a responsabilidade pela destinação final correta dos resíduos sólidos é da prefeitura e/ou da população.

As pessoas questionadas reconhecem que o lixo é um problema, mas quando dizem que lixo não se reaproveita, enfatizam o desconhecimento acerca de outras medidas que podem ser dadas aos resíduos sólidos. A grande maioria não sabe o que deve ser feito com os resíduos que são gerados na sua casa. Entretanto, identificam alguns transtornos que podem ser causados a eles, quando são destinados incorretamente, sendo que dentre as respostas citadas destacam-se a poluição de rios, enchentes, contaminação do solo, cidade suja. Os entrevistados por Fernandes e Sansolo (2013 p.385) afirmaram que de modo geral os problemas causados pelo lixo se relacionam com doenças.

Quando o morador foi indagado sobre o processo de se deslocar do seu imóvel até o local responsável por abrigar os resíduos do residencial, a maioria respondeu que não (87,5%). Em contrapartida, 10 dos entrevistados (12,5%) responderam que se deslocam até o abrigo/área de resíduos, conforme a Figura 4.

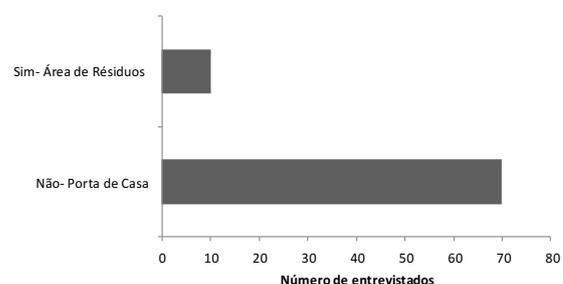


Figura 4. Deslocamento para acondicionar o lixo.

Pode-se inferir, a partir da Figura 4, que somente os 10 entrevistados deste quesito possuem maior conscientização ambiental, visto que existe no conjunto habitacional uma área de resíduos, o correto é destiná-lo neste local. Além disso, sugeriram que, para minimizar impactos produzidos pela má destinação, como por exemplo o visual, já que o local como um todo apresenta muitos resíduos

sólidos espalhados, que todos devem contribuir não acomodando as sacolas com os RSD nas portas de casa, ou que se implante as cestas elevadas, para que os animais presentes não rasguem as sacolas.

Wojciechowski (2006, p. 42) relata que, a Educação Ambiental se mostra como possibilidade para resolução de problemas ambientais, utilizando ferramentas pedagógicas com enfoque ecológico, científico e tecnológico, destacando o contexto sociocultural de cada região para a resolução de peculiaridades e problemas ambientais.

Grande parte dos entrevistados (95%) estão satisfeitos com os serviços de coleta de lixo, classificando o serviço como eficiente (Figura 5). Os resíduos sólidos domiciliares do conjunto habitacional são coletados por empresa terceirizada, em três dias da semana, sendo segunda, quarta e sexta-feira, sempre no turno diurno.

Querino e Pereira (2016 p.411) identificaram que, para 70% dos entrevistados a coleta de lixo foi realizada diariamente, para 15%, duas vezes por semana, e para outros 15%, três vezes por semana, sendo que quanto ao horário da coleta dos resíduos 53% declararam ser sempre realizada no mesmo horário. De acordo com Gestão de Resíduos Sólidos do Município de Itaúna – MG, manter um contato direto entre quem coleta o resíduo e quem o produz, em um horário fixo é fundamental para a sensibilização das pessoas. Além de estimular a conscientização ambiental.

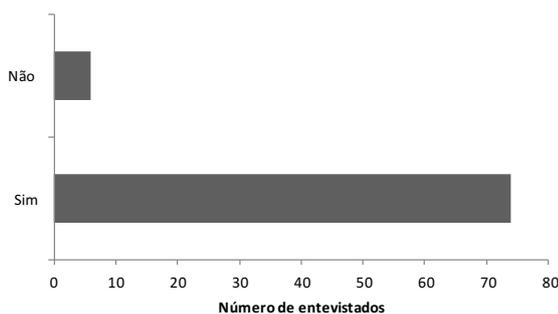


Figura 5. Percepção sobre o serviço de coleta de lixo no residencial.

A satisfação dos moradores do Conjunto Habitacional Juazeiro III quanto ao serviço de coleta, deve-se ao fato da coleta ser frequente e acontecer sempre na mesma hora. Martins et al. (2015, p.4), encontraram resultados semelhantes a estes ao avaliarem a coleta dos resíduos sólidos no bairro de Canudinho, Conceição do Araguaia – PA, em que 64%

mostram-se satisfeitos com o serviço, 33% insatisfeito e 3% não souberam responder a pergunta.

Apenas 3 indivíduos entrevistados já ouviram falar sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, mas não quiseram comentar. Fica evidente que a população precisa conhecer seus direitos para poder usufruí-los e pleitear de modo adequado. Além disso a PNRS propõe práticas de consumo sustentável e contém instrumentos variados para propiciar o incentivo à reciclagem e à reutilização dos resíduos sólidos, bem como a destinação, ambientalmente, adequada dos rejeitos. Assim, caso estivesse sendo executada de forma integral, a situação inadequada existente no Residencial poderia ser minimizada.

Quando entrevistados sobre o que é um aterro sanitário, a maioria das respostas são que não sabiam, o restante dos moradores que responderam sim variando as repostas, como observa-se na Figura 6.

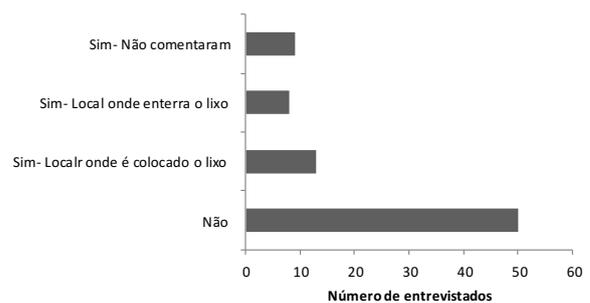


Figura 6. Percepção dos moradores sobre aterro sanitário.

Apesar de grande parte dos moradores não terem conhecimento da destinação final dos resíduos sólidos, ou seja, 62,5% dos entrevistados, os demais revelam ter ciência sobre o destino adequado do lixo que produzem. Binko e Taufer (2015, p.46) registraram que, 76% dos entrevistados acreditavam que o aterro sanitário é local mais adequado para a depósito do lixo. Percebe-se também, através da análise dessa questão, que entre moradores do conjunto habitacional persiste a falta de mais informação, pois dentre os que responderam que sabiam o que é um aterro sanitário, grande parte não conseguiu diferenciar um aterro de um lixão.

A Figura 7 apresenta o resultado da análise do conhecimento dos entrevistados em relação ao termo coleta seletiva. Observa-se que mais da metade, 75% afirmam não saber do que se trata e 25% afirmam saber. Ao compatibilizar

o percentual obtido na literatura, percebe-se que vai na contramão de estudos semelhantes, tendo em vista que, Filho et al. (2017, p.28) obtiveram um percentual de 52% de entrevistados que afirmaram saber o que é coleta seletiva. Já Mazeto e Abreu (2014, p.31) alcançaram um retorno afirmativo de 97% dos moradores do condomínio.

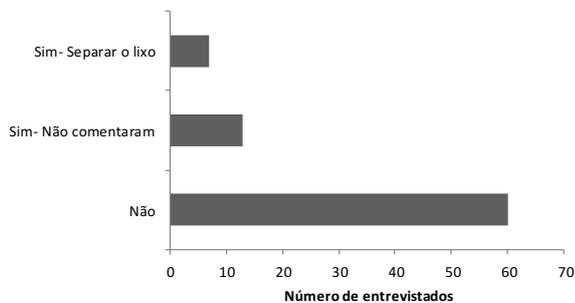


Figura 7. Percepção sobre coleta seletiva.

A coleta seletiva constitui um dos instrumentos da PNRS, como forma de melhoria na gestão dos resíduos sólidos. O desconhecimento por parte dos entrevistados é um dado preocupante, já que dentre estes, 75% afirmam que não separariam o seu lixo para uma coleta seletiva, caso existisse no residencial, além de não considerar como um fator importante no gerenciamento dos RSD.

De acordo com Afroz et al. (2009), vários fatores podem desmotivar a população a separar os resíduos sólidos, tais como a falta de espaço para separar e armazenar os resíduos recicláveis nas residências, falta de tempo para separar os resíduos sólidos, falta de estrutura e instalações para a coleta seletiva, não ter hábito de fazer a separação dos resíduos para a coleta seletiva.

O resultado obtido no presente estudo pode ser comparado com o de Santana (2013), onde os entrevistados apontam outros motivos para não participar do programa de coleta seletiva, como o descrédito quanto à eficiência e ausência de resultados visíveis dos programas.

Quando abordados se eles reaproveitam algum tipo de material a maioria disse que reutilizam garrafas PET e vasilhas de margarina (Figura 8). Segundo Pedrini (2007 apud SOUSA et al., 2016, p.6), a prática de separar os resíduos sólidos na fonte é importante, pois preserva as características dos resíduos, possibilitando-os serem enviados para usinas de reciclagem, ou serem reaproveitadas em cooperativas. Dos moradores entrevistados por Filho et al. (2017, p.28), 68% responderam que separam e

reutilizam os resíduos sólidos que produzem. Já no estudo de Rocha et al. (2012, p.9), 20% dos entrevistados responderam que sempre reutilizam papel, e outros 20% afirmaram que às vezes reutilizam vidro.

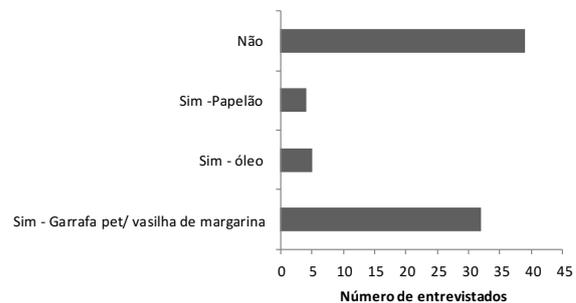


Figura 8. Percepção em relação ao reaproveitamento de materiais.

Rolnik (2012, p.19) expôs que estamos condenados a conviver com uma quantidade de coisas e de objetos produzidos e descartados cada vez maior. É notório que a boa parte da população não possui sensibilidade para a reutilização e a reciclagem, apesar de, por vezes, proporcionar uma fonte de renda alternativa, e conseqüentemente, contribuir para minimização dos resíduos. Isso justifica-se pelo fato de não acontecer discussão entre os moradores da comunidade.

Para que ocorra uma gestão socialmente integrada, torna-se necessário introduzir na comunidade programas que promovam a sensibilização social e introdução da educação ambiental como instrumento da PNRS, para que haja, conseqüentemente, a redução dos resíduos no local, através da reutilização, reciclagem e compostagem.

Análise gravimétrica

Avaliando os dados verifica-se que o peso dos resíduos sólidos varia de 0,08 a 4kg de RSD, produzidos por cada residência. O valor médio de RSD gerado é de 1,05kg/hab/dia, valor próximo da média estabelecida pela Abrelpe, no ano de 2017, para Região Nordeste, que é de 0,969 kg/hab/dia (ABRELPE, 2017, p.27) e do valor estipulado pela NBR 10004 para resíduos domiciliares que varia entre 0,5 a 1,0 kg/hab/dia. Para a população das residências selecionadas varia de 2 a 7 pessoas, tendo uma média de 4 habitantes.

Segundo Gomes (2009), a determinação da composição gravimétrica dos resíduos de origem domiciliar e comercial é essencial, sendo que os componentes comumente discriminados

na composição gravimétrica são a matéria orgânica, metais, papel, papelão, plásticos, vidro, material eletrônico, madeira, entre outros.

Através da Figura 9, pode-se observar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos do Residencial Juazeiro III, apresentando o peso individual em quilogramas (kg) por categorização dos resíduos. Com 71% a matéria

orgânica é o material predominante na composição dos resíduos em estudo. O rejeito (material não reciclável) é o segundo, com 17% da composição total. A terceira posição é ocupada pelo plástico, com 6%. O percentual remanescente é composto pelos demais (papel, vidro, material eletrônico, metal e outros).

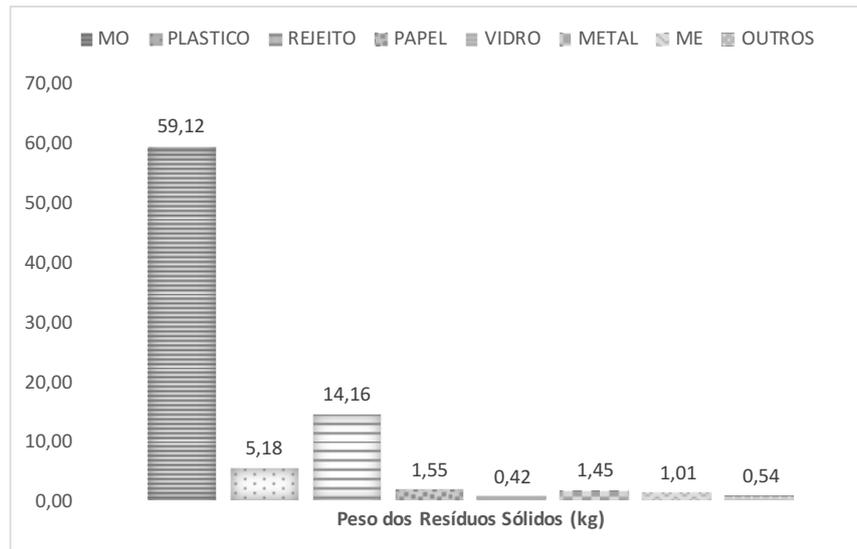


Figura 9. Composição gravimétrica do Conjunto Habitacional Juazeiro III.

Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), estimou em 70% a massa resíduos sólidos orgânicos coletada no Brasil. Já Oliveira et al. (2017, p.60) encontrou um percentual igual a 40% de matéria orgânica no conjunto Uruapiara. Rodrigues et al. (2018, p.47), em estudo semelhante, obtiveram um valor de matéria orgânica coletada em torno de 60%.

Desse modo, em relação aos resíduos orgânicos, percebe-se a diferença significativa em peso em relação aos outros resíduos ao longo do período de análise. Diante de tal análise, observa-se o grande potencial do Conjunto Habitacional Juazeiro III para uma possível aplicação de compostagem ou para produção de biometano, visto que produz, anualmente, cerca de 3 toneladas de resíduos orgânicos. Destaca-se que a Política Nacional de Resíduos Sólidos, prevê no art. 36, inciso V a necessidade de implantação, pelos titulares dos serviços, de sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articulação com os agentes econômicos e sociais forma de utilização do composto produzido.

Segundo Silva (2010, p.17), o gerenciamento integrado dos resíduos está

muito aquém do que é realizado atualmente, o qual depende, dentre outros fatores, das ações municipais, do aporte de recursos humanos e financeiros, instalações adequadas e aplicação de técnicas inovadoras e, sobretudo, da participação da população.

O elevado teor de matéria orgânica encontrado na composição está diretamente relacionado à classe socioeconômica, que no caso do bairro Itaberaba, onde localiza-se o residencial é classificado como periférico, isso pode ser comparado aos estudos de Hoornweg (2000), que pesquisou as diferenças na composição dos resíduos sólidos domiciliares dos países de baixa, média e alta renda na Ásia, além de fazer uma projeção para o ano de 2025, que constata um aumento de 46% na geração de matéria orgânica à medida que a renda da população diminui.

Em vista disso, Rodrigues et al. (2018, p.48) afirmam que, a análise gravimétrica indica o tratamento que mais se adequa à composição gerada dos resíduos sólidos, sendo que, para a matéria orgânica, existem viabilidades como beneficiamento do composto orgânico e aproveitamento energético do biometano.

Conclusão

O diagnóstico realizado identificou deficiências na infraestrutura relativas aos resíduos sólidos do Conjunto Habitacional Juazeiro III, visto que havia ausência de lixeiras, má conservação do abrigo de resíduos e detectou-se vários resíduos sólidos domésticos dispostos em locais inapropriados.

A pesquisa de percepção evidenciou a existência de desinformação relativas à assuntos que envolvem o gerenciamento e manejo adequado dos resíduos sólidos. Desse modo, reitera-se que há necessidade de um trabalho de conscientização com os moradores pela implantação da educação ambiental direcionando- os às práticas sustentáveis.

Verificou-se que o peso dos resíduos sólidos domiciliares produzidos por cada residência variou de 0,08 a 4 kg. O valor médio de RSD gerado foi de 1,05 kg/hab/dia, destacando-se um elevado percentual de fração orgânica com 71%, com uma projeção de produção de 3 toneladas por ano, evidenciando, um bom potencial para compostagem e reaproveitamento energético de biometano.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.004: Resíduos sólidos - classificação. São Paulo, 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10.007: Resíduos sólidos - classificação. São Paulo, 2004.

AFROZ, R.; HANAKI K, TUDDIN R, AYUPP K. Survey of recycling behaviour in households in Dhaka, Bangladesh. *Waste management and Research*, v.28, n.6, p.552-560, 2009. Disponível em:<
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19942645>> Acesso em: 15 abr. 2017.

AsBEA. Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. OROFINO, F. V. G.; SOUZA, K. S.; PINHO, P. R. (Coordenação Técnica). Manual para Edificações Multifamiliares e de Uso Misto. Caixa Econômica Federal. Florianópolis. 2014. 32p.

BINKO, K. M. C.; TAUFER. C. L. Resíduos Sólidos Urbanos: estudo de caso realizado no conjunto habitacional Jardim Ipê em Santa Helena – PR. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

BRASIL. Lei nº12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Presidência da República. Disponível

em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 10 abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Portaria nº 7.499, de 16 de junho de 2011. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida, e dá outras providências Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jun. 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Gabinete do Ministro. Portaria nº 464, de 25 de julho de 2018. Dispõe sobre Trabalho Social nos Programas e Ações do Ministério das Cidades. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 jul. 2018. 71p.

CUNHA, V.; FILHO, J. V. C. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não linear de metas de programação por metas. *Gestão & Produção*, v.9, n.2, p.143-161, 2002.

FERNANDES, L. G.; SANSOLO. D. G. Percepção ambiental dos moradores da cidade de São Vicente sobre os resíduos sólidos na Praia do Gonzaguinha, SP. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v.13, n.3, p.379-389, 2013.

FILHO, O. S.; AGUIAR, A. C. M.; SILVA, E. C. R.; P, T. C.; FERREIRA, J. A.; BORGES, A. C. Projeto Estiva: uma iniciativa de gestão de resíduos sólidos urbanos em comunidades de baixa renda. *Revista ELO - Diálogos em Extensão*, v.6, n.3, p.23-32, 2017.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. Curso de estatística. 6. ed. São Paulo: Atlas, 1996. 320p.

GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. v.8, n.8, p.1700-1712, 2012.

MARTINS, D. E.; VILLELA, A. C. A. S. Avaliação da coleta de resíduos sólidos no bairro Canudinho, Conceição do Araguaia – PA. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 12, 2015, Poços de Caldas. Anais...Poços de Caldas-MG, 2015.

MAZETO, C. C.; ABREU, E. P. de. Implantação de coleta seletiva em um condomínio residencial em Curitiba. 50f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Processos Ambientais). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

MELO, J. M. M.; OLIVEIRA, U. R.; SOUZA, T. J.; NETO, J. A. S.; AMORIM, M. C. C. Situação do saneamento básico do bairro Kidé, Juazeiro-BA: um estudo de caso no âmbito do PET Conexões de Saberes Saneamento Ambiental. In: Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e

- Ambiental, 2, 2012, Feira de Santana. Anais... Feira de Santana-BA, 2012. p.1-5.
- PEDRINI, A. G. Metodologias em Educação Ambiental. PEDRINI, A. DE G. (Org.). Petrópolis, RJ: Vozes, 2007. 226p.
- OLIVEIRA, B. O. S.; OLIVEIRA, L. F.; MOURA, D. B. Avaliação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no conjunto Uruapiara do Município de Humaitá-AM. Scientia Amazonia, v.6, n.2, p.58-62, 2017.
- PEIXOTO, M. T.; OLIVEIRA, M. R. S.; ROSA, K. G.; MONTEIRO, D. A.; CARVALHO, R. C. Catadores de lixo do conjunto habitacional Feira IV: condições socioeconômicas e riscos à saúde. Revista de Saúde Coletiva, v.5, n.1, p.46-50, 2015.
- PMBH. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Superintendência de Limpeza Urbana. Portaria 83/2000 - Norma Técnica Slu/Pbh Nº 002/2000 - Aprova Norma Técnica que estabelece as características de localização, construtivas e os procedimentos para uso do abrigo externo de armazenamento de resíduo sólido em edificações e em estabelecimentos de serviços de saúde. Disponível em <http://www.pbh.gov.br/smsa/biblioteca/gevis/port_slu_083_00.pdf> Acesso em: 10 abr. 2017.
- PMS. Prefeitura Municipal de Salvador. Portaria Nº 054 de 05 de julho de 2001. Norma de Armazenamento Externo de Contêineres de Resíduos Sólidos. Salvador, 2001. 7p. Disponível em: http://www.limpurb.salvador.ba.gov.br/images/pdf/NORMAS_54.pdf Acesso em: 11 abr. 2017.
- QUERINO, L. P.; PEREIRA, J. P. G. Geração de resíduos sólidos: a percepção da população de São Sebastião de Lagoa de Roça, Paraíba. Revista Monografias Ambientais, v.15, n.1, p.404-415, 2016.
- ROCHA, C. M. C.; JUNIOR, A. M. M.; MAGALHÃES, K. M. Gestão de resíduos sólidos: percepção ambiental de universitários em uma instituição de ensino superior brasileira. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v.29, n.1, p.1-12, 2012.
- RODRIGUES, H. S.; GONÇALVES, E.; FERREIRA, I. J. S.; AMORIM, M. C. C. Caracterização gravimétrica e projeção de geração dos resíduos sólidos no município de Curaçá, BA. Natural Resources, v.8, n.1, p.41-51, 2018.
- ROLNIK, R. Resíduos sólidos urbanos: repensando suas dimensões. São Paulo: IEE-USP, 2012. 82p.
- SILVA, C. B. O Programa bolsa família e seus impactos no bairro Angari em Juazeiro-BA: Uma visão a partir dos beneficiários. 28f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Salvador, 2016.
- SILVA, E. R.; CARMO, E. C. L.; GONÇALVES, P.; BENTO, R. F. P.; MATTOS, U. A. O. O Planejamento participativo para a implantação da coleta seletiva solidária no estado do Rio de Janeiro, RJ: Ações e resultados. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010, Niterói. Anais...Niterói - RJ. 2010. p.1-17.
- SOUSA, S. da S.; SILVA, I. L. S.; FILHO, A. T. C. R.; LEMOS, E. J. S.; MEIRA, R. C. S. Percepção dos moradores sobre a gestão dos resíduos sólidos no bairro jardim Santarém, em Santarém Pará, Brasil. In: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, 2016, Porto Alegre. Anais...Porto Alegre - RS, 2016. p.1-10.
- ZANTA, V. M. QUEIROZ, L. M.; LIMA, J. A. R.; MIYAMOTO, H. P.; SILVEIRA, G. G. S. B.; SOARES, I. S. S. Análise da gestão de resíduos sólidos em conjuntos habitacionais do Programa 'Minha Casa, Minha Vida' na cidade de Salvador, Bahia, Brasil. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, v.3, n.1, p.14-26, 2015.
- WOJCIECHOWSKI, T. Projetos de educação ambiental no primeiro e no segundo ciclo do ensino fundamental: problemas socioambientais no entorno de escolas municipais de Curitiba. 173f. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

Curriculum dos Organizadores

Paulo Roberto Megna Francisco: Pós Doutor em Ciência do Solo pela UFPB. Doutor em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem pela UFCG. Mestre em Manejo de Solo e Água pelo CCA/UFPB. Graduado pela UNESP como Tecnólogo Agrícola com especialização em Mecanização. Graduando em Engenharia Agrícola pela UFCG. Participa de Projetos de Pesquisa e Extensão juntamente com a EMBRAPA-Algodão, UFPB-Campus João Pessoa, UFCG-Campus Sumé, IFPB-Campus Campina Grande e Campus Picuí. Ministrou as disciplinas de Mecanização Agrícola, Máquinas e Motores Agrozootécnicos e Máquinas e Motores Agrícolas no CCA/UFPB. Atualmente presta consultoria para o INCRA/PB na realização de PDA's. Consultor Ad hoc do CONFEA como organizador do Congresso Técnico Científico da Engenharia e Agronomia – CONTECC.

George do Nascimento Ribeiro: Possui graduação em Agronomia (2003) e mestrado em Manejo de Solo e Água (2006) pela Universidade Federal da Paraíba, doutorado em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (2014) e Pós-doutorado em Fontes Alternativas de Energias pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Química da UFCG (LABFREN/UFCG). Atualmente é professor da Universidade Federal de Campina Grande/CDSA/Campus Sumé. Tem experiência nas áreas de Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto (recursos naturais, geotecnologias e mapeamento temático) e em Energias Renováveis (produção de hidrogênio como fonte de combustível para fuel cell e energia solar - placas fotovoltaicas).

Paulo da Costa Medeiros: Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba - Campus II (1995), mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba - Campus II (1997) e doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (2011). Atualmente é Professor Adjunto IV da Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Hidráulica. Atuando principalmente nos temas Transformada de Wavelet Contínua, Hidrograma, gestão de recursos hídricos.

Portal Tecnológico
de Divulgação Científica
Eventos, Pesquisas e Inovação



 **CNPq**
Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico


CAPES



978-85-60307-48-7