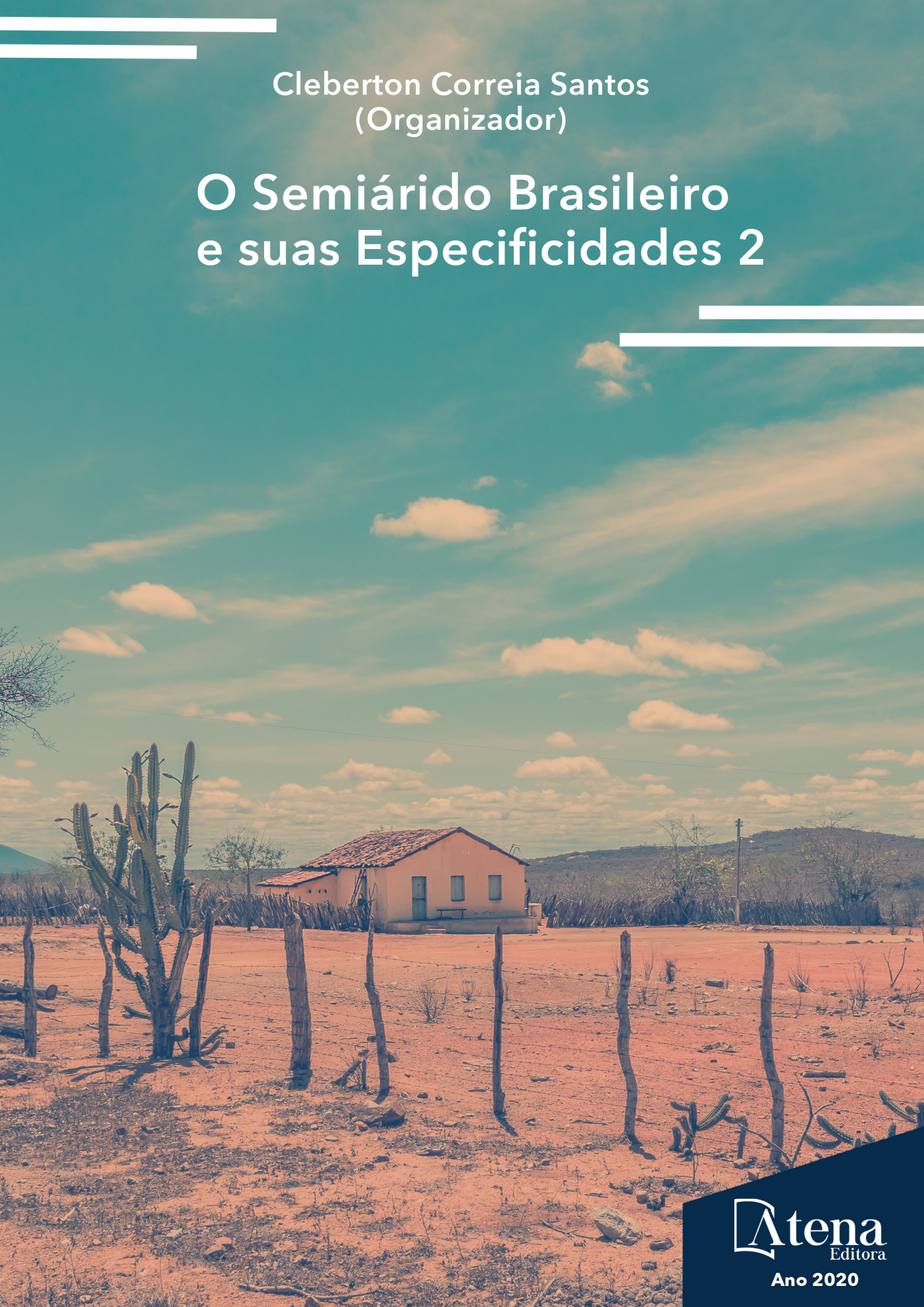


Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

# O Semiárido Brasileiro e suas Especificidades 2

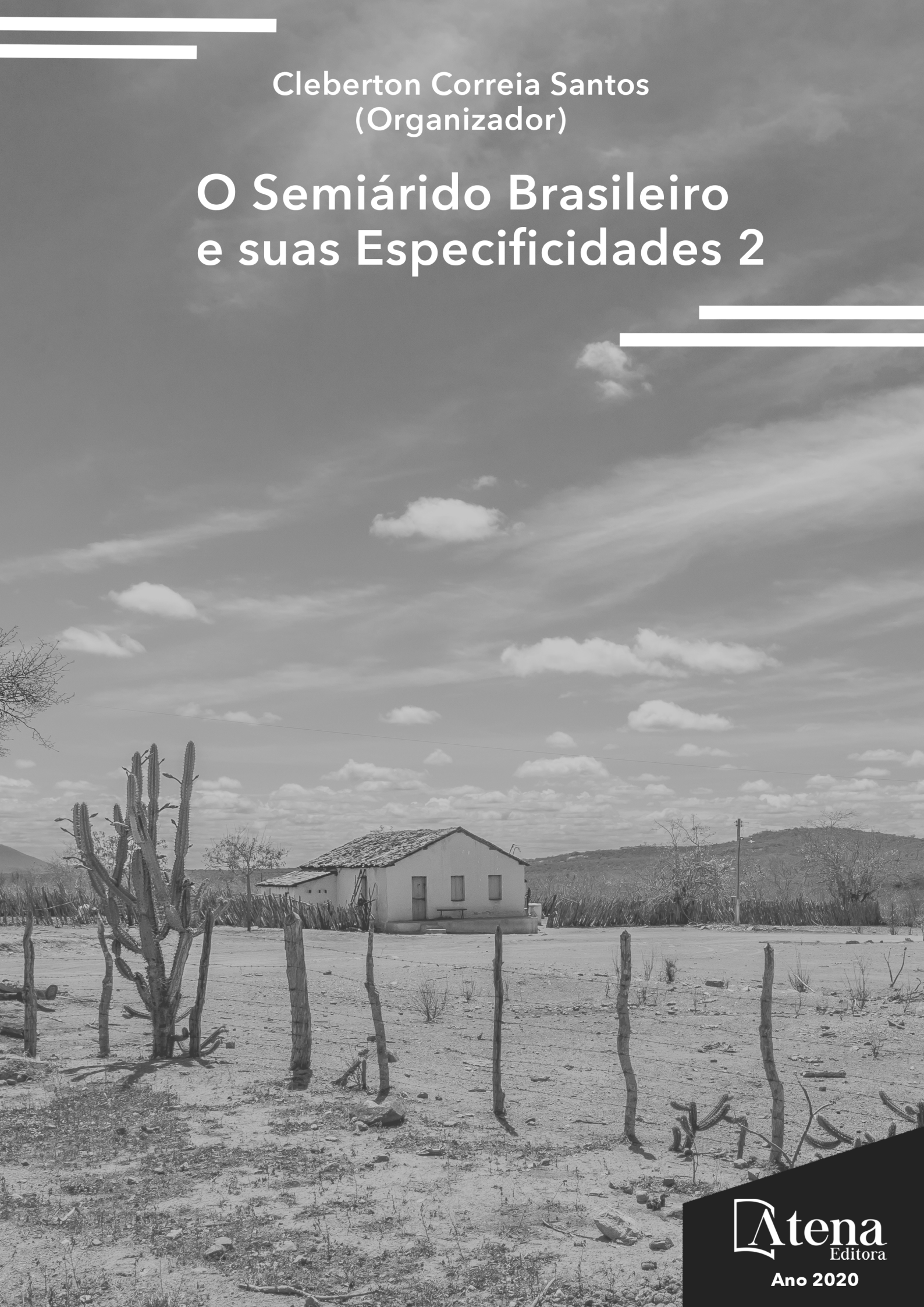


**Atena**  
Editora

Ano 2020

Cleberton Correia Santos  
(Organizador)

# O Semiárido Brasileiro e suas Especificidades 2



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Natália Sandrini de Azevedo

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernando da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
S471	<p>O semiárido brasileiro e suas especificidades 2 [recurso eletrônico] / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia.            ISBN 978-65-5706-070-4            DOI 10.22533/at.ed.704202705</p> <p>1. Brasil, Nordeste – Condições sociais. 2. Desenvolvimento sustentável – Nordeste. 3. Identidade cultural. I. Santos, Cleberton Correia.</p> <p style="text-align: right;">CDD 305.4209813</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O livro “O semiárido Brasileiro e suas Especificidades 2” de publicação da Atena Editora, apresenta, em seus cinco capítulos, temáticas direcionadas ao desenvolvimento sustentável e identidade cultural. O semiárido brasileiro é constituído por estados da região do Nordeste e pequena parte do Sudeste. Dentre suas características específicas pode-se enfatizar principalmente a diversidade cultural, riqueza em vegetação no bioma Caatinga e baixa disponibilidade hídrica em função da irregularidade das chuvas, tornando-se então um complexo sistema de estudos.

Neste sentido, é fundamental a elucidação de informações de tecnologias/práticas que possam atenuar e/ou mitigar as problemáticas ambientais, bem como contribuir na responsabilidade social e desenvolvimento sustentável. Assim, este volume traz estudos direcionados às áreas socioeconômicas e ambientais baseados na importância socioeconômica, nutricional valorização de espécies nativas, gestão e desenvolvimento social e sustentabilidade na construção civil e levantamento de áreas de preservação no semiárido Brasileiro.

Os sinceros agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos autores, pelo empenho e dedicação no desenvolvimento dos trabalhos inestimáveis e ricos em conteúdo, apresentados de forma clara e objetiva, os quais permitiram difundir tecnologias e conhecimentos de aspectos intrínsecos da região.

Por meio deste exemplar esperamos contribuir na aprendizagem significativa e interlocução de saberes sobre o Semiárido brasileiro, e instigar alunos de graduação e de pós-graduação, bem como pesquisadores, no aprimoramento de tecnologias almejando o desenvolvimento sustentável e resgate cultural.

Cleberton Correia Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
COCO CATOLÉ ( <i>Syagrus ceraensis</i> ): PALMEIRA NATIVA DE IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E NUTRICIONAL DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
Bruno Ranieri Lins de Albuquerque Meireles Maristela Alves Alcântara Isabelle de Lima Brito Ângela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7042027051</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
GESTÃO COLETIVA PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: EXPERIÊNCIAS A PARTIR DO PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA	
Jaqueline de Araújo Oliveira Machado Jucilene Silva Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7042027052</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM FORTALEZA/CE	
Maria Jorgiana Ferreira Dantas Francisco Glaubenio Cavalcante de Almeida Kátia Bezerra Rabelo José Wémenson Rabelo Chaves Aline Islia Almeida de Sousa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7042027053</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>34</b>
LEVANTAMENTO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO DA CAATINGA NA FRONTEIRA DOS ESTADOS DE ALAGOAS E SERGIPE	
Jailson de Oliveira Denisson Lima do Nascimento Amanda Cibele da Paz Sousa Raquel Soares da Silva Ranniele Luíza Ventura da Silva Luis Paulo Ferreira Neves Mayara França Farias Lucas Akira Tanabe Quaresma Marize de Campos Lima Julhe Caroline Farias da Costa Evilazio Alves de Brito Junior Évillyn Alves Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7042027054</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
SISAL: DE UM PASSADO RÚSTICO PARA UM FUTURO BRILHANTE	
Marina Pupke Marone Fábio Trigo Raya Ênio da Cunha Dias Magalhães Ana Cristina Fermino Soares Marcelo Falsarella Carazzolle Gonçalo Amarante Guimarães Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7042027055</b>	



**SOBRE O ORGANIZADOR..... 58**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 59**

## COCO CATOLÉ (*Syagrus cereaensis*): PALMEIRA NATIVA DE IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA E NUTRICIONAL DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 28/02/2020

### **Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles**

Universidade federal de Campina Grande  
Pombal – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/0739924356300629>

### **Maristela Alves Alcântara**

Universidade federal da Paraíba  
João Pessoa – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/8394107019221692>

### **Isabelle de Lima Brito**

Universidade federal da Paraíba  
Bananeiras – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/1470879518904283>

### **Ângela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro**

Universidade federal da Paraíba  
João Pessoa – Paraíba  
<http://lattes.cnpq.br/7536810176248057>

**RESUMO:** O Coco catolé (*Syagrus cereaensis*) é uma palmeira nativa de importância socioeconômica e nutricional para a população do Semiárido brasileiro, no entanto informações mais aprofundadas sobre suas potencialidades são escassas. Neste artigo,

foi realizada uma revisão das principais características e descrições coletadas na literatura sobre a origem, as características morfológicas e a composição nutricional da espécie *Syagrus cereaensis*, destacando os seguintes componentes químicos: lipídios, proteínas e perfil de ácidos graxos. Pertencente à família *Arecaceae* e ao gênero *Syagrus*, o catolé apresenta frutos oblongos com cerca de 5 cm de comprimento, com mesocarpo fibro carnoso, adocicado, glutinoso e elevado teor de água. As amêndoas (endosperma) apresentam elevado teor lipídico, estando aproximadamente 80% da sua composição lipídica classificada como saturada, destacando o ácido láurico (C12:0) como majoritário e seus benefícios à saúde humana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ácido láurico, *Arecaceae*, Componentes nutricionais

CATOLÉ COCONUT (*Syagrus cereaensis*):  
NATIVE PALM OF SOCIOECONOMIC  
AND NUTRITIONAL IMPORTANCE IN THE  
BRAZILIAN SEMIARID REGION

**ABSTRACT:** Coconut catolé (*Syagrus cereaensis*) is a native palm of socioeconomic and nutritional importance for the population of the Brazilian Semiárido, however more

detailed information about its potential is scarce. In this article, a review of the main characteristics and descriptions collected in the literature on the origin, morphological characteristics and nutritional composition of the species *Syagrus cearensis* was carried out, highlighting the following chemical components: lipids, proteins and fatty acid profile. Belonging to the *Arecaceae* family and to the *Syagrus* genus, the Catolé presents oblong fruits about 5 cm long, with a fleshy, sweet, glutinous fibrous mesocarp and high water content. Almonds (endosperm) have a high lipid content, with approximately 80% of their lipid composition classified as saturated, highlighting lauric acid (C12: 0) as the major and its benefits to human health.

**KEYWORDS:** Lauric acid, *Arecaceae*, Nutritional componentes

## 1 | INTRODUÇÃO

Apesar da diversidade de espécies vegetais no Brasil, muitas dessas ainda são pouco exploradas como matéria-prima industrial. A *Arecaceae* é uma das maiores famílias botânicas de importância econômica, na qual se encontra o gênero *Syagrus*, um dos três mais frequentes em número de espécies de palmeiras nativas do Brasil, destacando-se o licuri (*Syagrus coronata*), o coco babão (*Syagrus costae*), a guariroba (*Syagrus oleracea*), o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e o catolé (*Syagrus cearensis*) (SILVA et al., 2015; CABRAL et al., 2010).

O *Syagrus cearensis* é comumente encontrado nos estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas (LORENZI et al., 2004), com medições médias de 10 m de altura. O Catolé, com seus frutos oblongos de mesocarpo fibro carnoso, adocicado, glutinoso e comestível, é muito apreciado pela fauna nativa (caprinos e ovinos) e também pela população local que consome não somente a sua polpa, quando maduros, mas também a amêndoa dos cocos secos (SOUTO, 2014). Do ponto de vista socioeconômico, sua comercialização constitui uma atividade importante por contribuir como fonte geradora de renda e fixação na área rural, e nutricional, por possuir um elevado valor calórico em comparação com outras frutas nativas tradicionalmente utilizadas na região.

A identificação dos compostos químicos e o conhecimento do valor nutricional dos frutos nativos da caatinga são importantes ferramentas para a distinção entre espécies de palmeiras do gênero *Syagrus* de características físicas semelhantes (SILVA et al., 2015).

Desta forma, este artigo de revisão tem como objetivo apresentar as principais características e descrições coletadas na literatura sobre a origem, as características morfológicas e a composição nutricional da espécie *Syagrus cearensis*.

## 2 | FAMÍLIA ARECACEAE

*Arecaceae* é o grupo conhecido popularmente por palmeiras ou coqueiros, cujas espécies são facilmente identificáveis e bem distintas quando comparadas às demais monocotiledôneas. No entanto, as diferenças não são tão evidentes entre as espécies que compõem a família devido à sua grande semelhança morfológica.

A família *Arecaceae*, compreende 2.700 espécies distribuídas em 240 gêneros (LORENZI et al., 2010), com grande ocorrência em todo mundo (JOLY, 2002; LORENZI et al., 2004). O Brasil, como um país tropical, apresenta uma enorme variedade de palmeiras nativas desta família, das quais aproximadamente 260 são brasileiras (SOUZA; LORENZI, 2012). De acordo com a Flora do Brasil (LEITMAN et al., 2015), 39 gêneros e 264 espécies ocorrem no país, sendo 108 espécies endêmicas.

As palmeiras representam a terceira família botânica mais importante para o ser humano. Isso se justifica pela sua ampla distribuição, habitando as três regiões fisiográficas (Litoral-Mata, Agreste e Sertão); abundância, sendo encontradas em ecossistemas de grande diversidade florística; produtividade e diversidade de usos. Apesar de pouco conhecido cientificamente, apresentam grande importância nutricional, medicinal, sócio cultural e econômica para populações locais (MEDEIROS-COSTA, 2002; ZAMBRANA et al. 2007; SOARES et al., 2014).

De acordo com Rufino et al. (2008), o Nordeste brasileiro abriga cerca de 80 espécies de palmeiras nativas, algumas delas ameaçadas pelas alterações destrutivas do habitat original, associadas à exploração desordenada. Para esses autores, representantes da família *Arecaceae* ocupam um lugar importante na composição da flora e da paisagem na Região Nordeste do Brasil, destacando-se algumas palmeiras restritas a esta região como o *Syagrus coronata* (Licuri) e *Syagrus cearensis* (Catolé).

Segundo Medeiros-Costa (2002), destacam-se como espécies de palmeiras de importância econômica no Brasil: Macaíba (*Acrocomia intumescens* Drude), Pindoba (*Atallea oleifera* Barbosa Rodrigues), Coco de fuso (*Bactris ferruginea* Burre), Carnaúba (*Copernicia prunifera* (Miller) H.E. Moore), Babaçu (*Orbigny phalerata* Mart.), Catolé (*Syagrus cearensis* Noblick) e Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.), como frutíferas, fornecedoras de óleo, cera e fibras.

## 3 | GÊNERO SYAGRUS

Entre tantos gêneros pertencentes à família *Arecaceae*, encontra-se o gênero *Syagrus* com 59 espécies descritas, das quais 51 são endêmicas do Brasil (LEITMAN et al, 2015).

Os frutos, constituídos de três camadas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo, variam de tamanho, oscilando de 1,5 a 7 cm de comprimento e de 1,5 a 2,5cm de diâmetro, apresentam forma esférica, ovóide ou elíptica e a coloração variando entre verde-amarelada a amarela ou avermelhada, algumas vezes rostrado, o perianto e anel de estaminódios persistentes (LOPES, 2007).

Algumas espécies do gênero são muito valorizadas regionalmente, devido aos produtos extraídos como: palmito, amêndoas, polpa dos frutos e folhas para o artesanato. É o caso do *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc. (guariroba), do *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. (ouricuri) e do *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (jerivá). Outras espécies vêm sendo recentemente introduzidas com sucesso no paisagismo (NOBLICK, 2010). No entanto, a maioria das espécies encontra-se bastante ameaçada pela expansão da agricultura, especialmente as de pequeno porte, comuns nos cerrados e caatingas, enquanto outras precisam ser mais estudadas e caracterizadas.

A denominação *Syagrus* é uma derivação do latim que quer dizer “um tipo de palmeira”. Gênero quase que totalmente restrito à América do Sul, sendo o Brasil Central e o leste do Brasil o seu centro de dispersão (LORENZI et al., 2010).

### **3.1 *Syagrus Cearensis***

A espécie *Syagrus cearensis* (Noblick), também conhecida como catolé, coco catolé, coco babão ou babão, distribui-se pelos estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas, na vegetação estacional dos morros e serras ao longo da costa Atlântica, bem como na caatinga arbórea do interior brasileiro (Figura 1).

Assim como as outras palmeiras, são perenifólias, sustentam suas folhas verdes mesmo durante as secas, sendo facilmente percebidas e identificadas na paisagem acinzentada. Quando chove, misturam-se no verde da vegetação camuflando suas coroas (SOUTO, 2014).

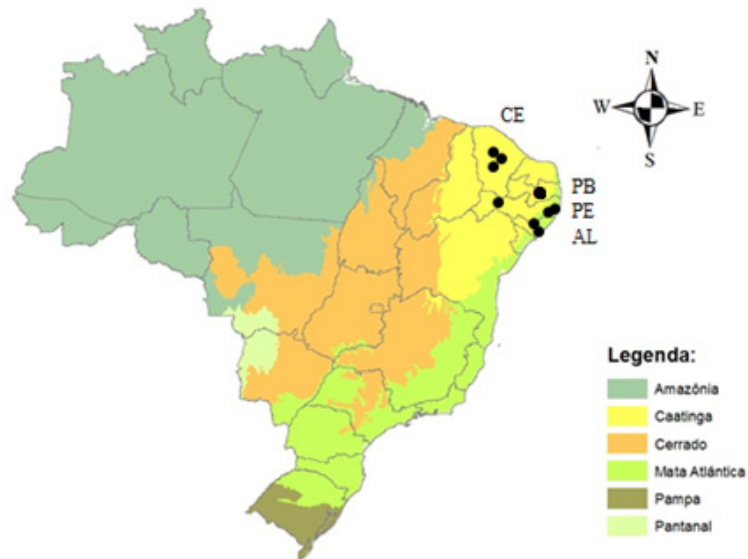


Figura 1 - Distribuição do *Syagrus cearensis* nos estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Alagoas.

Fonte: Mapa de biomas do Brasil (IBGE, 2004), Distribuição do *Syagrus cearensis* (NOBLICK, 2004)

De acordo com Lorenzi et al. (2010), o *Syagrus cearensis* tem como características principais o hábito cespitoso (formação de touceiras), ocasionalmente solitário, curvado e anelado, possui 4 a 10 m de altura e 10 a 18 cm de diâmetro de caule. Folhas pinadas em número de 10 a 15 contemporâneas, curvadas e plumosas, as pinas (folíolos) são lineares, verde escuras em número de 100 a 130 em cada lado da raque distribuídas irregularmente e dispostas em diferentes planos. As inflorescências são interfoliolares, ramificadas e protegidas por uma bráctea peduncular lenhosa (Figura 2). Os frutos podem ser globosos ou oblongos com cerca de 5 cm de comprimento, com mesocarpo fibro carnosos, adocicado e glutinoso (Figura 3).

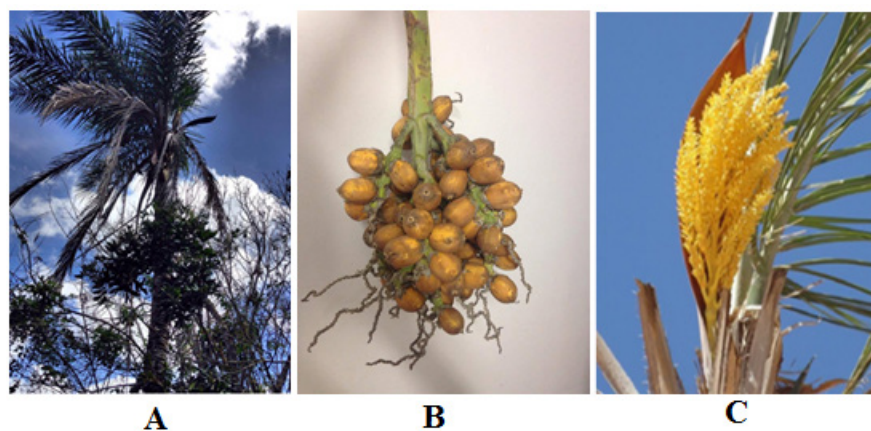


Figura 2 – (A) Touceira de Catolé (*Syagrus cearensis*), Lagoa Seca/PB; (B) Cacho maduro de Coco catolé, Lagoa Seca/PB; (C) Inflorescência do *Syagrus cearensis*.

Fonte: Fotos do próprio autor (A e B); Souto, 2014 (C)

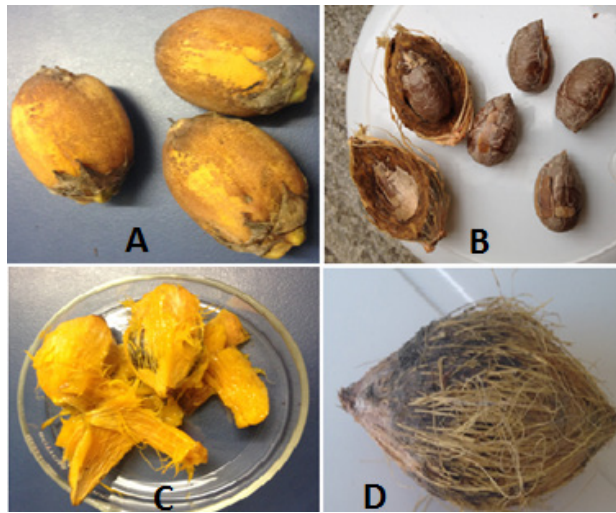


Figura 3 - Coco catolé. (A) fruto, (B) Amêndoa do coco catolé, (C) Mesocarpo (polpa) e (D) Endocarpo (coco)

Fonte: Fotos do próprio autor

Os frutos, conhecidos como coco catolé, são usados pela população da área de ocorrência como alimento fresco ou na elaboração de produtos (LORENZI et al, 2004), observando-se um período de frutificação entre os meses de julho a janeiro. De mesocarpo comestível, são bastante apreciados entre as crianças, adultos, aves, reptéis e ruminantes (caprinos e ovinos). Além disso, possuem um elevado valor calórico (393,67 cal/100g) em comparação com outras frutas nativas tradicionalmente utilizadas na região, assumindo um papel fundamental na suplementação energética de crianças, apresentando-se, portanto, como uma espécie de grande potencial para complementar a dieta da população sertaneja e brejeira (NASCIMENTO et al., 2011).

Das amêndoas extrai-se óleo que é bastante utilizado e apreciado na alimentação regional, de composição e aspectos sensoriais semelhantes ao óleo de coco (*Cocos nucifera* L.) e de aplicabilidade em cosméticos e fins terapêuticos (LEAL et al, 2013). Em geral, as amêndoas contêm proteínas (8,95%), são ricas em lipídios (69,33%), são boas fontes de fibras e possuem quantidades razoáveis de vitaminas e minerais (NASCIMENTO et al., 2011). Seixas e Leal (2011), estudando as características físico-químicas do óleo do catolé, observaram índices de acidez, peróxidos e saponificação em acordo com as especificações exigidas para o uso na indústria de cosméticos, atestando a qualidade do óleo extraído das amêndoas do Catolé.

É muito comum confundir o Catolé com o fruto Licuri (*S. coronata*). No entanto, este possui hábito solitário e apresenta a metade superior do caule coberta pelos remanescentes da base das folhas já caídas dispostas em cinco fileiras verticais de forma helicoidal. O fruto do licuri, também bastante atrativo, é um pouco menor que o do catolé, com cerca de 3 cm (SOUTO, 2014).

### 3.2 Composição Nutricional

O conhecimento da composição nutricional dos alimentos é de grande importância na identificação dos macro e micronutrientes presentes e suas implicações no consumo pela população, na diferenciação entre espécies, além de verificar a adequação nutricional da dieta, bem como nos aspectos de planejamento agropecuário e na indústria de alimentos (LIMA et al., 2008).

Os frutos nativos da caatinga, em especial das palmeiras, são apreciados por suas características exóticas de sabor e coloração. No entanto, os estudos sobre o valor nutricional e funcional dos diversos frutos de espécies, sub exploradas ou não exploradas como alimento, são bastante incipientes. Tal aspecto é imprescindível, pois, por agregar valor a um fruto de espécie nativa, fortalece e confere sustentabilidade a um negócio extrativista que se expande por extensa área do semiárido brasileiro, contribuindo para a renda e melhoria de vida da população destas áreas (CREPALDI, 2001). Para que tais avanços possam ser alcançados, faz-se necessário o conhecimento da composição físico-química e a eficiência de utilização desses alimentos (CARVALHO, 2006).

Os lipídios, proteínas, carboidratos e vitaminas são nutrientes encontrados em amêndoas e frutos de palmeiras. As amêndoas contêm maior teor de lipídios e proteínas, já na polpa há maior presença de carboidratos.

Nos estudos da composição centesimal de seis frutos da família *Arecaceae*, Silva et al. (2015) identificaram valores nutricionais importantes de duas espécies de palmeiras: *Syagrus cearensis* (Catolé) e *Syagrus coronata* (Licuri) (Tabela 1). Em destaque, os resultados ressaltaram valores médios de 54,1  $\mu\text{g/g}$  de carotenoides e 72,5% de umidade na polpa do coco catolé, indicando a perecibilidade deste fruto. De elevado teor lipídico em sua amêndoa (SILVA et al., 2015; NASCIMENTO et al. (2011), o coco catolé é sem dúvidas umas dos principais frutos oleaginosos de palmeiras da caatinga do Nordeste brasileiro. A composição em ácidos graxos é, aproximadamente, 80% saturados, destacando principalmente o ácido cáprico (C10:0), o ácido láurico (C12:0), o ácido mirístico (C14:0), o ácido palmítico (C16:0) e o ácido esteárico (18:0); e os insaturados como o ácido oleico (C18:1) e o ácido linoleico (C18:2) (SILVA et al., 2015) (Tabela 2).



Espécies	Composição centesimal (g/100g)					
	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteína (%)	Carboidrato (%)	Lipídios (%)	Energia (kJ/100 g)
POLPA						
<i>Acrocomia intumescens</i>	62,2	2,0	2,5	3,5	29,6	1200,0
<i>Pinanga kuhlii</i>	22,9	6,3	5,1	64,0	1,5	1231,0
<i>Ptychosperma macarthurii</i>	65,4	7,5	4,8	14,2	8,0	621,0
<i>Syagrus cearensis</i>	72,5	0,6	4,3	19,2	3,1	518,0
<i>Syagrus coronata</i>	74,9	0,5	20,6	16,0	1,5	680,0
<i>Veitchia merrillii</i>	74,4	1,4	1,5	11,6	10,9	629,0
AMÊNDOA						
<i>Acrocomia intumescens</i>	14,8	2,0	11,7	43,9	27,4	1960,0
<i>Pinanga kuhlii</i>	48,2	1,4	7,2	40,6	2,3	902,0
<i>Ptychosperma macarthurii</i>	65,4	1,6	7,2	70,1	0,8	134,0
<i>Syagrus cearensis</i>	24,3	7,1	4,4	23,3	40,6	1977,0
<i>Syagrus coronata</i>	12,5	3,2	4,3	33,4	30,0	1754,0
<i>Veitchia merrillii</i>	44,3	1,0	2,6	51,2	0,6	942,0

Tabela 1. Composição centesimal e valor calórico da polpa e amêndoa de frutas tropicais de *Arecaceae* da região nordeste do Brasil

Fonte: Silva et al., 2015

Espécies	Composição de ácidos graxos (%)						
	C10: 0	C12: 0	C14: 0	C16: 0	C18: 0	C18: 1	C18: 2
POLPA							
<i>Acrocomia intumescens</i>	-	-	-	14,08	-	74,14	11,78
<i>Pinanga kuhlii</i>	-	7,12	-	31,28	-	11,81	-
<i>P. macarthurii</i>	-	-	-	41,89	4,91	28,79	23,6
<i>Syagrus cearensis</i>	-	-	-	34,4	-	28,33	-
<i>Syagrus coronata</i>	-	-	-	42,31	32,35	25,34	-
<i>Veitchia merrillii</i>	-	-	-	36,58	20,17	-	-
AMÊNDOA							
<i>Acrocomia intumescens</i>	5,03	45,44	12,61	9,53	4,31	23,07	-
<i>Pinanga kuhlii</i>	-	-	-	45,2	-	-	-
<i>P. macarthurii</i>	-	-	-	92,91	-	-	-
<i>Syagrus cearensis</i>	3,44	38,11	3,37	-	-	-	-
<i>Syagrus coronata</i>	9,16	44,55	19,04	10,03	3,78	13,44	-
<i>Veitchia merrillii</i>	-	4,76	-	36,89	15,58	-	-

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos da polpa e amêndoa de frutas tropicais de *Arecaceae* da região nordeste do Brasil

Fonte: Silva et al., 2015

De acordo com Bora et al. (2003), as amêndoas ricas em ácido láurico são uma característica de óleos de palmeiras. Espécies ricas em ácido láurico têm inúmeras

aplicações industriais. Podem ser utilizados na indústria alimentar como gorduras para cozinhar, como substitutos da gordura do leite em margarinas, biscoitos, doces, sorvete e como substituto da manteiga de cacau. Os óleos ricos em ácido láurico também são muito úteis na fabricação de sabão, detergente e produção de biodiesel (DE LA et al. 2010; BORA et al., 2003).

Nascimento et al. (2011), estudando as espécies nativas do Nordeste brasileiro, determinou a composição química da amêndoa do *S. cearensis*, obtendo os seguintes resultados: umidade (2,96%); cinzas (1,75%); proteínas (8,95%); lipídios (69,33%) e carboidratos (17,01%). O coco catolé possui elevado valor calórico (393,67 cal/100g) quando comparada a outras palmeiras nativas da caatinga. Se considerar que uma criança precisa ingerir cerca de 2000 cal por dia e um adulto 3100 cal por dia (FAO, 2001), a ingestão de 60 g da amêndoa do *S. cearensis* satisfaz cerca de 17 % das necessidades calóricas de uma criança e 11% de um adulto.

Dos macronutrientes, os carboidratos, também conhecidos como hidratos de carbono ou glicídios, são destaques no coco catolé. São considerados fonte energética primária do organismo, além de desempenhar papel protetor em alguns órgãos. Os frutos do *Syagrus cearensis* apresentam valores médios de 19% deste constituinte químico (SILVA et al., 2015).

De acordo com Tirapegui (2005), nutricionalmente os carboidratos significam na alimentação humana cerca de 40% a 80% do valor calórico total ingerido diariamente, sendo considerada a maior fonte energética da alimentação. Os carboidratos presentes na polpa do coco catolé fornecem 76,8 calorias, o que equivale a 62% do conteúdo energético do mesocarpo, satisfazendo 2,48% das necessidades estabelecidas pela FAO (2001) em 100 g de polpa.

As proteínas estão presentes nas amêndoas do Catolé em uma quantidade razoável, expressando valores médios de 8,95% (NASCIMENTO et al., 2011). Elas apresentam funções construtoras no organismo e são complexos químicos que contêm carbono, hidrogênio, oxigênio, e um elemento essencial que é o nitrogênio, o qual constitui 16% da proteína, em média, a depender da sua origem. (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2005).

### 3.3 Ácido Láurico

Os óleos láuricos são óleos obtidos de palmeiras nativas e destacam, frente a outros tipos de gorduras, pela sua concentração elevada de ácido láurico, componente importante do leite materno humano, para o fortalecimento imunológico do bebê. Pesquisas científicas demonstram que o ácido láurico pode estimular o sistema imunológico pela ativação da liberação de uma substância chamada interleucina 2 que faz a medula óssea fabricar mais células brancas de defesa,

ideal para quem tem imunidade baixa como pacientes com AIDS e Câncer. Além disso, os óleos láuricos agem como anti-inflamatórios pela inibição da síntese local de prostaglandinas (PGE2) e interleucina 6 que são substâncias pró-inflamatórias presentes em quadros reumáticos, artrites e inflamações musculares (WALLACE et al., 2000).

Quando o ácido láurico chega ao intestino ele é quebrado pela enzima lípase e se transforma em monolaurina, sendo absorvida e conduzida à corrente sanguínea. Esta substância, cujo precursor é o ácido láurico, destrói a membrana de lipídios que envolve os vírus bem como torna inativas as bactérias, leveduras e fungos. A ação atribuída a monolaurina é a solubilização dos lipídios contidos no envoltório dos vírus, causando a sua destruição. Além disso, fungos, leveduras, protozoários têm sido relatados por serem inativados pela monolaurina, destacando-se como um aditivo alimentar não tóxico (LIEBERMAN et al., 2006; NEYRIZ-NAGADEHI, 2013).

De fácil absorção, os óleos láuricos não necessitam de enzimas para sua digestão e metabolismo (BOMTEMPO, 2008). No fígado, rapidamente se transformam em energia, gerando calor e queimando calorias, o que leva à perda de peso. De fato, por este efeito, o uso destes óleos têm se tornado famoso internacionalmente em dietas de emagrecimento, pois são o único tipo de gordura que ao ser metabolizada pelo corpo não é estocada na forma de tecido gorduroso (MARTEN; PFEUFFER; SCHREZENMEIR, 2006; ST-ONGE; JONES, 2002). Podem ser usados na culinária em substituição aos óleos empregados na cozinha tradicional.

Estudos científicos demonstraram que os óleos láuricos não aumentam os níveis de colesterol como se pensava, mas muito pelo contrário, eles balanceiam os níveis do bom colesterol (HDL) no sangue (ENIG, 1999; EL-ABASY, 2016). As pesquisas antigas com óleo de coco, que mostravam o contrário, haviam sido feitas com óleo de coco parcialmente hidrogenado, que pode dar origem à formação de gordura trans, que aumenta os níveis de colesterol e favorece o surgimento de câncer. Os óleos láuricos reduzem a oxidação do mau colesterol (LDL) no sangue prevenindo doenças cardiovasculares (MACHADO et al., 2006).

Entretanto, é importante ressaltar que existem controvérsias na literatura científica a respeito da ingestão de ácidos graxos saturados, necessitando, portanto, de estudos aprofundados e conclusivos. Segundo Santos et al. (2013), o consumo de gordura saturada é classicamente relacionado com elevação do LDL-c plasmático e aumento de risco cardiovascular. A substituição de gordura saturada da dieta por mono e poli-insaturada é considerada uma estratégia para o melhor controle da hipercolesterolemia e conseqüente redução da chance de eventos clínicos.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão apresenta aspectos econômicos e nutricionais das palmeiras nativas do Semiárido brasileiro com ênfase no gênero *Syagrus*. Neste estudo, foi possível compactar as principais características do Catolé, que se traduzem no elevado teor de ácido láurico e seus benefícios à saúde humana. Além disso, foram apresentadas contribuições nutricionais do *S. cearensis* como alimento promissor para a população local e para a indústria de alimentos (amêndoa, polpa e óleo).

A busca pelas propriedades funcionais de espécies nativas utilizadas e apreciadas na alimentação regional é de suma importância para agregar valor a este fruto do Semiárido brasileiro, contribuindo para a renda e melhoria de vida da população destas áreas.

## REFERÊNCIAS

- BOMTEMPO, M. **O poder medicinal do coco e óleo de coco extra virgem**. São Paulo: Alaúde Editorial, 2008.
- BORA, P. S. et al. Characterization of principal nutritional components of Brazilian oil palm (*Elaeis guineensis*) fruits. **Bioresource technology**, v. 87, n. 1, p. 1-5, 2003.
- CABRAL, S. P.; PINHO, R. S.; FELIX, L. P.; HARAND, W. Palmeiras Nativas: Fontes promissoras para óleo vegetal. **II Seminário Biodiesel Fonte de Energias das Oleaginosas em Pernambuco: Evolução do Cenário e Novas Perspectivas no Brasil**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. de S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) BECC.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.3, 351-357p, 2006.
- CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. de.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v.24, n. 2, 2001.
- DE LA, K. T. S. et al. Characterization of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. oil and properties of methyl esters for use as biodiesel. **Industrial Crops and Products**, v. 32, n. 3, p. 518-521, 2010.
- EL-ABASY, M. A. et al. Ameliorative Effect of Coconut Oil on Hematological, Immunological and Serum Biochemical Parameters in Experimentally infected Rabbits. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 50, n. 1, p. 36-48, 2016.
- ENIG, M. G. **Coconut: in support of good health in the 21st century**. 36th Session of Asian Pacific Coconut Community (APCC), Singapore, 1999.
- FAO (2001). **Human energy requirements — Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation**. Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/007/y5686e/y5686e00.htm>>. Acesso em: 31 de agosto 2016.
- JOLY, A.B. **Botânica. Introdução à taxonomia vegetal**. (13th ed). Nacional, São Paulo, p. 568, 2002.

- LEAL, L. B. et al. Determination of the critical hydrophile-lipophile balance of licuri oil from *Syagrus coronata*: application for topical emulsions and evaluation of its hydrating function. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 49, n. 1, p. 167-173, 2013.
- LEITMAN, P.; HENDERSON, A.; NOBLICK, L.; MARTINS, R. C.; SOARES, K. **Arecaceae. In.: Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. 2015.
- LIEBERMAN, S.; ENIG, M. G.; PREUSS, H. G. A review of monolaurin and lauric acid: natural virucidal and bactericidal agents. **Alternative and Complementary Therapies**, v. 12, n. 6, p. 310-314, 2006.
- LIMA, L. S.; OLIVEIRA, R. L.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, L. P.; BAGALDO, A. R.; SANTANA FILHO, N. B. Perfil de ácidos graxos do óleo de licuri e sua importância para a nutrição de ruminantes. **Anais...** In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, p.45, 2008.
- LOPES, V. S. **Morfologia e fenologia reprodutiva do ariri (*Syagrus vagans* (Bondar) Hawkes) - Arecaceae- numa área de caatinga do município de Senhor do Bonfim-BA**. 70f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.
- LORENZI, H.; NOBLICK, L.; KHAN, F.; FERREIRA, E. **Flora brasileira Lorenzi: Arecaceae (palmeiras)**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. 368 p, 2010.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; MEDEIROS-COSTA, J.T.; CERQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeira Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora. Nova Odessa. 416p, 2004.
- MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006.
- MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**, v. 9, 2005.
- MARTEN, B.; PFEUFFER, M.; SCHREZENMEIR, J. Medium-chain triglycerides. **International Dairy Journal**, v. 16, n. 11, p. 1374-1382, 2006.
- MEDEIROS-COSTA, J.T. As espécies de palmeiras (*Arecaceae*) do Estado de Pernambuco, Brasil. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. V. 1. SECTMA e Massangana, Recife. pp. 229-236, 2002.
- NASCIMENTO, V. T. et al. Chemical characterization of native wild plants of dry seasonal forests of the semi-arid region of northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2112-2119, 2011.
- NEYRIZ-NAGADEHI, M. et al. Effects of monolaurin and lactic acid bacteria starter culture on growth of vegetative cells of *Bacillus cereus* in Iranian white fresh cheese. **The Iranian Journal of Veterinary Science and Technology**, v. 4, n. 1, p. 75-84, 2013.
- NOBLICK, L. R. *Syagrus* Mart. In: LORENZI, H.; NOBLICK, L. R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. (Eds.). **In: Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)**. Nova Odessa-SP: Instituto Plantarum, p. 304-360, 2010.
- REIS, P. C. et al. CARACTERIZAÇÃO DA AMÊNDOA DO COCO CATOLÉ. In: **VII CONNEPI- Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, 2012.
- RUFINO, M. U. L.; COSTA, J. T. M.; SILVA, V. A.; ANDRADE, L. de H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil, **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n.4, p. 1141-1149, 2008.
- SANTOS, R. D. et al. I Diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. **Arquivos**

**Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, n. 1, p. 1-40, 2013.

SEIXAS, K.; LEAL, L. B. Caracterização físico-química dos óleos de *Syagrus coronata* (licuri) e *Syagrus cearensis* (catolé). In: Congresso de Iniciação Científica da UFPE, 19., 2011, Recife. **Anais...** Recife: CONIC, 2011. Disponível em: <[http://www.contabeis.ufpe.br/propesq/images/conic/2011/conic/n\\_pibic/40/114031081SCNP.pdf](http://www.contabeis.ufpe.br/propesq/images/conic/2011/conic/n_pibic/40/114031081SCNP.pdf)>. Acesso em: 31 de agosto 2016.

SILVA, R. B. et al. A comparative study of nutritional composition and potential use of some underutilized tropical fruits of *Arecaceae*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 3, p. 1701-1709, 2015.

SOARES, K. P. et al. Palmeiras (*Arecaceae*) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rodriguésia*, v.65, n.1, p.113, 2014.

SOUTO, A. C. G. **Das folhas às vassouras: o extrativismo do catolé (*Syagrus cearensis* Noblick) pela população tradicional de Monte Alegre, Pernambuco, Brasil.** 2014.

SOUZA, V. C., LORENZI, H. **Botânica sistemática.** Editora Plantarum: São Paulo. 2012.

ST-ONGE, M.P.; JONES, P.J.H. Physiological effects of medium-chain triglycerides: potential agents in the prevention of obesity. **The Journal of nutrition**, v. 132, n. 3, p. 329-332, 2002.

TIRAPEGUI, J. **Nutrição, metabolismo e suplementação na atividade física.** 1ª ed. São Paulo. Editora Athneu, 2005. 11-50p.

WALLACE, F. A., MILES, E. A., CALDER, P. C. Activation state alters the effect of dietary fatty acids on pro-inflammatory mediator production by murine macrophages. **Cytokine**, v.12, n.9, p.1374-1379, 2000.

ZAMBRANA, N. Y. P.; BYG, A.; SVENNING, J. C.; MORAES, M.; GRANDEZ, C.; BALSLEV, H. Diversity of palm uses in the western Amazon. **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 10, p. 2771-2787, 2007.

# GESTÃO COLETIVA PARA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO: EXPERIÊNCIAS A PARTIR DO PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA

*Data de aceite: 12/05/2020*

### **Jaqueline de Araújo Oliveira Machado**

Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande  
– PB

Currículo Lattes <http://lattes.cnpq.br/3250375648589663>

### **Jucilene Silva Araújo**

Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande  
- PB

Currículo Lattes <http://lattes.cnpq.br/5545896953221851>

**RESUMO:** O Semiárido Brasileiro tem na pecuária uma das principais atividades econômicas, sendo a cultura da palma forrageira, importante aliada. Em 2012, o INSA implantou em 26 municípios paraibanos o Projeto Revitalização da palma forrageira utilizando variedades resistentes à Cochonilha-do-Carmim, a fim de analisar o comportamento agrônomo das variedades, multiplica-las e orientar a criação dos Gabinetes municipais. Em junho de 2017, iniciou uma análise dos impactos sociais desse projeto nas comunidades com a finalidade de entender como as famílias se apropriaram dos campos de pesquisa, da multiplicação e dos processos organizativos adotados a partir destes. O texto

trata de uma breve discussão a partir dos resultados preliminares, do recorte da pesquisa, focando a experiência denominada de Fundo Rotativo Solidário de palmas, e da forma de organização social adotada para gestão do campo de multiplicação da palma no município de Soledade. Trabalhamos com a abordagem qualitativa, partindo da análise documental e bibliográfica, visitas de reconhecimento dos campos de palma do Projeto e comunidades circunvizinhas, associações, reuniões dos Conselhos Municipais, rodas de conversas entre famílias beneficiadas. Aplicou-se questionários a agricultores, entrevistas semiestruturadas com proprietários (onde foram instalados os campos) e com pessoas com participação ativa nas associações locais e também técnicos. Os dados revelam que o projeto cumpriu o objetivo de multiplicar as variedades resistentes. Nos municípios do Sertão, onde a cultura da palma antes era desconsiderada, agora já é uma prática, ainda que tímida. Dessa forma, mantém-se a discussão sobre a segurança forrageira como mais uma possibilidade de empoderamento das famílias agricultoras para a convivência com o Semiárido através de um processo de organização e autonomia.

**PALAVRAS-CHAVE:** segurança forrageira; empoderamento; Fundo Rotativo Solidário;

## COLLECTIVE MANAGEMENT FOR LIVING WITH THE SEMI-ARID: THE PALMA FORRAGEIRA REVITALIZATION PROJECT EXPERIENCES

**ABSTRACT:** The Brazilian Semi-Arid region has dairy farming, as one of the main economic activities and the forage palm crops is an important ally. In 2012, INSA implemented the forage palm revitalization project in 26 municipalities in Paraíba, using varieties resistant to Cochineal-of-Carmine, in order to analyze the agronomic behavior of the varieties, multiply them and guided the creation of the municipal offices. In June 2017, the social impacts analysis of this project applied on communities has started to aim an understanding of how families appropriated the research fields, the multiplication and the organizational processes adopted from these. The text handles a brief discussion based on the preliminary results, the research cut, focusing on the experience called the Solidarity Rotating Fund of palms, and the social organization form adopted to manage the palm multiplication field in the Soledade municipality. We work with a qualitative approach, starting from documentary and bibliographic analysis, visits for the Project palm field's recognition and the surrounding communities, associations, meetings of the Municipal Councils, conversations between beneficiary families. Questionnaires were applied to farmers, semi-structured interviews with owners (where the fields were installed) and with active participation people in local associations and technicians. The data reveal that the project has fulfilled the objective of multiplying the resistant varieties. In the Sertão municipalities, where the palm crops was previously disregarded, it is now a practice, albeit a timid one. In this way, the discussion on forage security remains another possibility for the farming families empowerment to live with the Semi-Arid through a process of organization and autonomy.

**KEYWORDS:** Forage security; empowerment; Solidarity Rotating Fund; Carmine Cochineal.

### 1 | INTRODUÇÃO

O Semiárido Brasileiro é caracterizado pela má distribuição das chuvas, associadas às elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar, solos rasos e eventualmente ventos fortes, cujos efeitos sobre os ecossistemas são intensificados pelo manejo inadequado do solo e da água. Em geral, os sistemas de produção, praticados na Região, quer pela agricultura tradicional, quer pela moderna, não apresentam sustentabilidade (retorno às gerações atuais, sem o comprometimento das gerações futuras). Ocupado historicamente pela pecuária, devido a essas mesmas características, demandou um suporte forrageiro resistente ao clima que possibilite a manutenção dos rebanhos nos longos períodos de estiagem.



De acordo com Pinto (2015) a introdução da cultura da palma no Brasil ocorreu na região Nordeste há pouco mais de um século com o objetivo de produzir corante. No começo do século XX foram realizados testes de palatabilidade, pois até então ainda não era utilizada para alimentação, como forragem para os animais. Relata também que o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) ficou incumbido da tarefa de expandir essa cultura instalando campos experimentais que eram vistos com desconfiança.

Aos poucos a cultura da palma forrageira foi expandida, principalmente na região onde a pecuária é a principal atividade econômica. Apesar de não haver dados oficiais da palma forrageira como lavoura, esta foi ampliada de forma a ser a principal fonte de alimento para os rebanhos na região Semiárida. Até que, no início dos anos 2000, surge a Cochonilha-do-Carmim, praga que dizimou os palmais provocando a redução do rebanho, o que demandou solução urgente.

Considerando essa demanda, em 2012, o INSA implantou em 26 municípios paraibanos o Projeto Revitalização da cultura da palma forrageira utilizando variedades resistentes à Cochonilha-do-Carmim, articulou a criação de gabinetes da palma, estudou o comportamento agrônomo das variedades, multiplicando-as e contribuindo para o repovoamento dos palmais. Este projeto foi concluído em 2015.

Compreendendo a importância da segurança forrageira no Semiárido brasileiro e diante dos graves problemas causados pela praga Cochonilha-do-Carmim, o Insa, aprofundou o debate, e verificou a necessidade de desenvolver uma ação onde as áreas dizimadas de palma da variedade gigante voltassem a ser ocupadas por variedades resistentes a esta praga, em particular, pela orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta*); doce, míuda ou santa (*Nopalea cochenilifera*) e baiana, mão de moça ou sertânea (*Nopalea* sp) (INSA, 2016).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar os impactos sociais do Projeto de Revitalização da Palma Forrageira, avaliar como as famílias se apropriaram ou estão se apropriando das variedades de palma resistente e averiguar o processo sócio organizativo nos municípios onde os projetos foram implantados, aqui apresentamos os primeiros resultados, se os campos foram ou estão sendo um elemento mobilizador para discussão da segurança forrageira.

## 2 | METODOLOGIA

Esta pesquisa foi iniciada em junho de 2017 nos municípios de Soledade, Boa Vista, Caturité e Remígio, e continuada em 2018 em Campina Grande, Sumé, Riachão, Santa Terezinha e Condado, todos beneficiados com um campo de multiplicação (de 1,0 ha) de palma, do Projeto de Revitalização da Palma Forrageira. Foi realizada uma abordagem qualitativa, fazendo-se uso de análise

documental (livros de atas, estatutos, relatórios, regimentos) disponíveis nos Conselhos Municipais de Desenvolvimento Rural Sustentável e nas associações. Realizou-se visitas de reconhecimento dos campos de palma e/ou comunidades circunvizinhas, associações e participação em reuniões dos Conselhos Municipais. Foram realizadas também pesquisas bibliográficas e em sites, onde se buscou na literatura textos que abordassem a importância social da palma. Para coleta de dados foram aplicados questionários a agricultores e agricultoras com perguntas fechadas, na perspectiva de obter dados como área plantada com a variedade de palma forrageira do período anterior a 2010 e 2018, os tipos e números de animais, considerando o período antes e depois do aparecimento da praga da Cochonilha-do-Carmim, servindo de amostra para calcular os percentuais do que havia e que há de rebanho, assim como o suporte forrageiro. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas, para tanto, procurou-se os proprietários onde foram instalados os campos e/ou pessoas com participação ativa nas associações locais e também técnicos. Nestas, procurou-se seguir um roteiro semiestruturado e foram gravadas através de aparelho celular mediante autorização dos entrevistados.

Realizou-se também rodas de conversas entre as famílias agricultoras beneficiadas, reuniões com as associações e CMDRS/Gabinete da palma, nas quais pode-se observar a percepção destas famílias sobre as variedades de palma resistentes. No município de Caturité a roda de conversa foi realizada na Comunidade de Serraria, em Boa Vista no Projeto de Assentamento José Jovem, em Remigio na agrovila Lagoa do Jogo no Assentamento Oziel Pereira, em Campina Grande com o Coletivo Unidos no Campo. No município de Soledade na Comunidade Manoel de Souza e Macacos, na primeira etapa, já na segunda etapa retornou-se ao município na perspectiva de entender melhor sua forma de trabalho e organização. Visitou-se e entrevistou-se famílias participantes da Associação de Barrocas a qual agrega várias comunidades.

Para interpretação e análise dos dados, foi realizada a análise de discurso e de conteúdo, partindo-se do aporte teórico da 'educação contextualizada' para a convivência com o Semiárido, construída pela Rede de Educação do Semiárido Brasileiro (RESAB).

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Através dos dados pode se observar que nos municípios pesquisados, os Campos do Projeto de Revitalização da Palma cumpriram o seu papel de multiplicação das variedades de palma resistente e está em vias para atingir o seu objetivo de repovoar a palma na região. Porém, os resultados apontam que ainda há uma significativa redução da área de palma plantada, quando comparada a área

plantada com a palma gigante, antes do ataque da Cochonilha-do-Carmim, pois percebeu-se uma redução em termos percentuais de 85% da área, considerando os dados obtidos através do questionário aplicado neste trabalho. Isso indica a necessidade de continuar incentivando a multiplicação da palma forrageira resistente a Cochonilha-do-Carmim.

Identificou-se no município de Soledade uma dinâmica diferenciada, o Gabinete Municipal da palma permanece anexo ao Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural Sustentável – CMDRS, onde foi criado um Fundo Rotativo Solidário da palma, o qual se tornou uma estratégia de gestão para multiplicação das variedades resistentes a Cochonilha-do-Carmim. Essa forma de organização tem mantido a discussão sobre a segurança forrageira, empoderando as famílias para a convivência com o Semiárido através de um processo de gestão coletiva e autônoma. De acordo com os registros do livro de atas deste, o processo de escolha da propriedade a ser instalada o campo experimental foi fruto do diálogo do Gabinete Municipal da Palma com as comunidades representadas neste, assim como a organização da distribuição das raquetes, organização do Fundo Rotativo Solidário Municipal da Palma, o mutirão para colheita e organização da distribuição no Dia de Campo. O funcionamento atual do referido fundo rotativo, continua sendo pautado coletivamente através deste Gabinete.

Os municípios de Riachão, Remígio, Sumé, Caturité, Boa Vista, Condado, Santa Terezinha e Campina Grande não continuaram com a forma de organização dos Gabinetes da palma, não identificando-se processos de gestão coletiva, organização e multiplicação dos campos, nem tão pouco houve a permanência do debate sobre a segurança forrageira. Nestes municípios pode-se constatar que as associações existem e são atuantes, no entanto não abordam, ou pelo menos, não registram as dinâmicas e estratégias comunitárias para a segurança forrageira.

<b>Municípios</b>	<b>Campo de multiplicação das variedades de palma resistentes a Cochonilha-do-Carmim</b>	<b>Gabinete Municipal da Palma atualmente</b>
Boa Vista	Existe	Não existe
Caturité	Não existe	Não existe
Remígio	Existe	Não existe
Soledade	Existe	Existe
Condado	Existe parcialmente, apenas a variedade Orelha de Elefante Mexicana	Não existe
Santa Terezinha	Não existe	Não existe
Campina Grande	Existe	Não existe
Sumé	Existe	Não existe
Riachão	Existe	Não existe

Quadro resumo

Constatou-se que a prática da silagem passou a ser adotada pelos agricultores apenas nos últimos anos, para garantir a alimentação para o rebanho. Além da silagem, não identificou-se inovações na alimentação animal, predomina o pasto nativo nos períodos chuvosos e a palma nos períodos de estiagem.

Apenas no município de Soledade o Fundo Rotativo da Palma tem as informações da multiplicação da palma das associações que participam deste, muito embora não encontrou-se os números nos documentos, pelo menos nas atas analisadas, pois não se teve acesso a um dos livros de atas, mas em diálogo alguns membros citam números. Na primeira distribuição feita pelo INSA, em maio de 2014, foram distribuídas 4000 raquetes para cada uma das 22 comunidades. Na segunda distribuição, também feita pelo INSA, foram retirados 18000 raquetes e divididos em 3 comunidades, sendo: 6000 para a comunidade de Caiana; 6000 para comunidade de Pendência, e; 6000 para a comunidade de Cordeiro, destinadas ao Fundo Rotativo. Foi essa segunda distribuição, a base para a formação do Fundo Rotativo Solidário de Palma Resistente a Cochonilha-do-Carmim e se organizou da seguinte forma: 2000 raquetes são entregues ao Gabinete para que sejam entregues a outras comunidades e 4000 ficam para a comunidade.

Constatou-se que nos municípios do Sertão (Condado e Santa Terezinha), onde a cultura da palma antes era desconsiderada, agora já é uma prática, ainda que tímida. *De acordo com relatos dos agricultores, antes do projeto de revitalização ninguém acreditava que a palma poderia ser cultivada naquela região, atualmente essa resistência a cultura vem reduzindo. Após a experiência desse projeto, alguns agricultores passaram a cultivar a palma, ou seja, iniciou o processo de desmistificação da cultura da palma forrageira nesta região. Os relatos apontam que houve um despertar, pois a implantação do campo de multiplicação provocou a discussão sobre a palma forrageira na região. Vale salientar que a variedade Orelha de Elefante Mexicana foi a variedade que melhor se adaptou as condições locais, “ela fica feia, desidrata, mas não morre, ela aguenta”. Em Santa Terezinha um agricultor relatou: “A palma do campo serviu pra socorrer os animais e eu até vendi. Os meus vizinhos começaram a plantar depois do campo do INSA, antes aqui ninguém plantava palma não. Muitas pessoas plantaram, mas o problema maior foi a seca desses últimos tempos que acabou com tudo, mas muita gente plantou.” O agricultor avaliou a cultura da palma positivamente, entende como alternativa forrageira que pode ser cultivada na região. O projeto de revitalização da palma cumpriu o papel de possibilitar uma outra visão a cerca dessa cultura na região do Sertão, pois não era uma cultura comum naquela região, porém agora passa a ser considerada como estratégia forrageira viável de ser cultivada, contribuindo para o melhor desempenho da criação animal e conseqüentemente da economia.*

## 4 | CONCLUSÕES

Nos municípios pesquisados identificou-se a efetiva multiplicação das variedades da palma resistentes através dos campos de multiplicação, no entanto ainda deve persistir até a recuperação total das áreas com plantio de palma. Pode se afirmar que os impactos da multiplicação foram satisfatórios, porém a área com cultivo de palma ainda não foi recuperada, permanece em vias de recuperação.

Os espaços de organização social não se apropriaram da discussão para construção de políticas públicas para segurança forrageira e convivência com o semiárido. Após a distribuição das raquetes sementes a discussão sobre a palma se estagnou. Percebe-se uma certa desmotivação das famílias e das organizações sociais locais através das associações, cooperativas e os próprios conselhos municipais de desenvolvimento rural sustentável, no que diz respeito as atividades coletivas. O debate sobre as variedades de palma resistente e sobre a Cochonilha-do-Carmim, se resumiu a palma, ou seja, uma vez recuperada a palma as discussões sobre o suporte forrageiro cessaram.

## 5 | RECOMENDAÇÃO

É recomendável a realização de atividades formativas na perspectiva de mobilizar e animar os municípios para criar/ocupar espaços de debate sobre políticas públicas para convivência com o semiárido, partindo das estratégias de segurança alimentar animal. Perseverar o debate sobre outras estratégias de plantio, manejo e armazenamento de forragens e aprofundamento do debate sobre a segurança alimentar animal.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, L. (2006). **Análise de conteúdo** (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trads.). Lisboa: Edições 70. (Obra original publicada em 1977)

BERNARDI, J.J. **O Associativismo e Agricultura Familiar: Um Olhar para Associação de Criadores de Suínos em Camargo – RS**, 2011. 37 p.

CARVALHO, LUZINEIDE DOURADO. **A emergência da lógica da “convivência com o semiárido” e a construção de uma nova territorialidade**, pp.17-34. In. Educação para a convivência com o semiárido: reflexões teórico-práticas. Juazeiro – BA, 2006. 156p.

MARTINS, JOSEMAR DA SILVA. **Educação contextualizada: da teoria à prática**, pp. 45-65. In. Edmerson dos Santos Reis e Lusineide Dourado Carvalho (Orgs). Educação Contextualizada: Fundamentos e Práticas. Juazeiro – BA, 2011. 197 p.

MORAES, ÊNIO G. DE; CURADO, FERNANDO FLEURY. **Os limites do associativismo na agricultura familiar de assentamentos rurais em Corumbá, MS** EMBRAPA PANTANAL, IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal, Corumbá, MS, 2004. 4 p.

PINTO, IVANDRO DE OLIVEIRA. **Diagnóstico e revitalização da palma forrageira como alternativa da pecuária no Cariri Oriental da Paraíba.** 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – UEPB Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB.

SABOURIN, ERIC; SILVEIRA, LUCIANO MARÇAL, SIDERSKY, PABLO. **Aprendizagem e Ação Coletiva: Os Grupos de Agricultores Experimentadores no Agreste da Paraíba.** Comunicação no IFSA Santiago do Chile 2000 e na SBSP 2001. 16 p.

SACHS, W. (Org.). **Dicionário do Desenvolvimento: guia para o conhecimento como poder.** Petrópolis-RJ: Editora Vozes, 2000. 398 p.

SILVA, J. **O dia depois do desenvolvimento: Giro filosófico para a construção de uma agricultura familiar agroecológica.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 31, n. 2, p. 401-420, maio/ago., 2014a.

SILVA, J. **O poder da ciência, a ciência do poder e o futuro da questão alimentar,** ABRA – Reforma Agrária, v. 35, n. 1, 2014b, p. 79-101, maio/outubro.

SILVA, J. **Agroecologia: Uma ciência para a vida e não para o desenvolvimento.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v.31, n. 1, p. 163-168, jan/abr. 2014c.

SILVA, J. **Agricultura familiar e inovação paradigmática na pesquisa agropecuária: contexto, interação e ética para a inclusão social,** pp. 329-386. In: Ivan Sérgio Freire de Sousa e José Renato Figueira Cabral (Orgs.) *Ciência como Instrumento de Inclusão Social.* Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 386 p.

TONIASSO, HÉLIA ROSANI; CORREIA DE SOUZA, CELSO; FIGUEIREDO, REGIANA SUEIRO DE; BRUM, ERON. **Agricultura Familiar e Associativismo Rural – O Caso Associação Harmonia de Agricultura Familiar de Mato Grosso do Sul e a sua Sustentabilidade.** Informe GREPEC Vol.12, nº 2, jul/dez. 2007. 10 p.

## SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM FORTALEZA/CE

*Data de aceite: 12/05/2020*

### **Maria Jorgiana Ferreira Dantas**

Doutora em Agronomia (Energia na Agricultura)  
– UNESP/FCA. Professora do Curso de  
Engenharia Civil da Faculdade Cisne de  
Quixadá/CE - Currículo Lattes: [http://lattes.cnpq.  
br/5898092837648540](http://lattes.cnpq.br/5898092837648540)

### **Francisco Glaubenio Cavalcante de Almeida**

Graduando em Engenharia Civil da Faculdade  
Cisne de Quixadá/CE – Currículo Lattes: [http://  
lattes.cnpq.br/3360729910674803](http://lattes.cnpq.br/3360729910674803)

### **Kátia Bezerra Rabelo**

Graduando em Engenharia Civil da Faculdade  
Cisne de Quixadá/CE – Currículo Lattes: [http://  
lattes.cnpq.br/3571858887533418](http://lattes.cnpq.br/3571858887533418)

### **José Wémenson Rabelo Chaves**

Graduando em Engenharia Civil da Faculdade  
Cisne de Quixadá/CE - Currículo Lattes: [http://  
lattes.cnpq.br/1281186238770615](http://lattes.cnpq.br/1281186238770615)

### **Aline Islia Almeida de Sousa**

Professora Mestra da Faculdade Cisne de  
Quixadá/CE - Currículo Lattes: [http://lattes.cnpq.  
br/6634910866089855](http://lattes.cnpq.br/6634910866089855)

**RESUMO:** A sustentabilidade ambiental, na construção civil, depende do engajamento e comprometimento existente entre o poder público, a sociedade e, a indústria da construção, para se enfatizar a sua viabilidade

socioeconômica, permitindo-se que, todos os envolvidos promovam ações de natureza sustentável, buscando-se o bem comum. Os avanços tecnológicos têm admitido a minimização dos impactos, por parte de alguns setores da construção, no entanto os custos são elevados, coibindo-se o avanço da sustentabilidade, em edificações. O objetivo principal deste trabalho foi analisar a implementação da sustentabilidade ambiental na construção civil, adotando-se a metodologia de um estudo de caso, com aplicação de questionários direcionados às pessoas envolvidas na construção da obra em estudo, mediante uma análise de campo, frente ao mercado imobiliário. Essa pesquisa atestou que, pessoas de diferentes níveis culturais e profissionais, na sua maioria absoluta, almeja adquirir um empreendimento sustentável, proporcionando-se uma demanda de mercado favorável aos investidores, que se antecipam com projetos, enquadrando-se, em seus processos construtivos, características e aplicações sustentáveis, a fim de atender ao interesse dessa demanda. A edificação, ora analisada, traça um diferencial de mercado, por ter implantado equipamentos, para diminuir os impactos ambientais, preocupando-se com a sua manutenção, distribuindo-se cartilhas de orientação para os moradores e, explicando

sobre a necessidade de conscientização da importância da manutenção e permanência de suas características originais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão Ambiental, Construção sustentável, Certificação.

## ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN CIVIL CONSTRUCTION: A CASE STUDY

**ABSTRACT:** Environmental sustainability, in civil construction, depends on the engagement and commitment existing between the government, society and the construction industry, to emphasize its socioeconomic viability, allowing all those involved to promote actions of a sustainable nature, seeking the common good. Technological advances have admitted the minimization of impacts, on the part of some sectors of the construction, however the costs are high, preventing the advance of sustainability, in buildings. The main objective of this work was to analyze the implementation of environmental sustainability in civil construction, adopting the methodology of a case study, with the application of questionnaires directed to the people involved in the construction of the work under study, through a field analysis, in front of the real estate market. This research attested that, people of different cultural and professional levels, in their majority, aim to acquire a sustainable enterprise, providing a favorable market demand to investors, who anticipate with projects, fitting, in their construction processes, sustainable characteristics and applications, in order to meet the interest of this demand. The building, now analyzed, traces a market differential, for having implemented equipment, to reduce environmental impacts, worrying about its maintenance, distributing guidance booklets to residents and explaining the need to raise awareness of the importance maintaining and maintaining its original characteristics.

**KEYWORDS:** Environmental Management, Sustainable Construction, Certification.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os assuntos ambientais envolveram os negócios e, manifestaram a capacidade de recriar valores para os clientes, acionistas e a outras partes interessadas. As forças da globalização induziram as empresas a incorporarem a dimensão socioambiental, na gestão. A ideia de sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, originou-se, em parte, da preocupação ambiental, que acabou por envolver as dimensões econômicas e sociais. A sustentabilidade ambiental é vista em um contexto amplo em diferentes áreas de projetos.

Notadamente, a construção civil é citada, na história da humanidade, como o maior poluidor do planeta, pois o homem, desde os primórdios da civilização, construía e transformava os elementos da natureza para atender as suas necessidades de moradia e domínio.



Vicent (1995) afirma que, “O movimento ecológico desenvolveu-se na esfera pública dos anos 1970” e, o conceito de ECOLOGIA, bem como o seu termo foi criado pelo cientista Ernest Haeckel, em 1866, no surgimento do neologismo.

A edificação de moradias e o desenvolvimento industrial, no planeta, ocorreram de forma acelerada e, provocaram consideráveis impactos ambientais, tais como o desmatamento; o corte de madeiras selecionadas para construção; as queimadas; a extração de minérios destinada para a fabricação de produtos voltados para construção; os resíduos sólidos de construção; e, a demolição, em áreas urbanas, desprovidos da devida preocupação com os conflitos decorrentes da exploração, do uso indiscriminado e, do ineficaz destino dos materiais.

As comunidades internacionais ligadas aos movimentos de sustentabilidade ambiental do planeta cobram da construção civil, transformações, nos seus processos construtivos, exigindo-se padronizações, de forma a se obedecer às normas ambientais, em toda a trajetória do projeto e a sua execução, buscando reconhecimento, por meio da certificação e dos selos de construção sustentável.

Cabrera (2009) alega que, para uma obra ser considerada sustentável, precisa, também, ser, economicamente, viável e correta; socialmente, justa; e, culturalmente, aceita.

O trabalho ora apresentado pretende abordar o tema sustentabilidade ambiental, na construção civil, justifica-se em face da necessidade de se minimizar os impactos ambientais negativos, mantendo-se o conforto térmico, a iluminação natural, a ventilação, entre outros, criando-se uma cultura de sustentabilidade e preservação ambiental, na zona urbana do município de Fortaleza, Ceará.

## 2 | METODOLOGIA

O trabalho em questão, para alcançar os objetivos traçados, se utiliza de revisão bibliográfica e de uma análise da obra estudada, com conceito sustentável.

Trata-se, de uma pesquisa de campo, posto que foi realizada uma investigação empírica, onde ocorreu um fenômeno. Essa investigação foi desempenhada através de questionários estruturados aplicados à empresa Idibra Participações SA e aos seus proponentes-compradores.

O estudo de caso foi realizado no empreendimento que consiste em um edifício residencial, localizado no Bairro Papicu, em Fortaleza–Ce.

Trata-se de um edifício residencial, composto por vinte pavimentos, divididos em quatro apartamentos por andar, de médio a alto padrão, apresentando-se medições de áreas variadas, a partir de 57 m<sup>2</sup>, 67 m<sup>2</sup>, 120 m<sup>2</sup>; e, uma cobertura de 245 m<sup>2</sup>, com ampla área de lazer, jardins entre outros. Na pesquisa em

questão, foram realizadas visitas de campo, em uma obra conceituada como sustentável, tendo sido possível ver a importância e o valor a esta agregado, destacando-se a energia renovável, por um sistema híbrido; aerogeradores; placas solares; jardinagens; espelhos d'água; ventilação natural; reciclagem; reúso de água; separação e classificação do lixo doméstico; estação de tratamento para resíduos hidro sanitários ; treinamentos com os seus respectivos colaboradores; as campanhas educativas com a vizinhança; e, o entorno da obra.

Para o estudo de caso, os questionários têm o objetivo de se observar a aplicabilidade e, as ações de sustentabilidade, em seus processos construtivos da edificação, baseado nos requisitos do selo ÁGUA, detalhados, na discussão e análise dos dados.

Os questionários foram compostos por perguntas que objetivam entender a problemática do trabalho e, conhecer a trajetória de uma construção sustentável, ou com características atinentes, tecendo-se esclarecimentos aos entrevistados, que abrangeram pessoas de classe média alta, possíveis proponentes compradores, residentes nas imediações do empreendimento estudado.

O universo da pesquisa se compôs de funcionários da Idibra Participações SA e, por pessoas que, pleiteavam a aquisição de um imóvel dessa empresa; e, a amostra é não probabilística, selecionada por acessibilidade, para os quais se aplicou um questionário estruturado.

### **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Há que se mostrar os resultados que foram encontrados, através da análise dos dados coletados, em etapa anterior à pesquisa. Nesta seção, apresenta-se o estudo de caso, realizado no ano de 2017, com o objetivo de se efetuar uma análise sobre a sustentabilidade ambiental da construção civil, aplicando-se questionários estruturados.

Abrangem-se, dentre outros fatores, a amostra; o meio; os sistemas construtivos e os impactos ambientais, adotando-se a ECO-Gestão; as tipificações de conforto, no contexto de uma obra; a priorização da saúde, considerando-se a higiene ambiental; os implementos para a redução de impacto ambiental; os benefícios para a obra, com o emprego da sustentabilidade; as dificuldades encontradas, no decorrer da efetivação da obra; e, a implantação do selo ambiental, a título de certificação, em nível de sustentabilidade, na construção civil.

As informações utilizadas no estudo foram extraídas, principalmente, de informações inerentes à experiência da empresa em comento, bem como dos moradores de seu empreendimento avaliado. Ademais, todas essas prerrogativas

foram demonstradas, estatisticamente, através de gráficos, figuras, tabelas e quadros.

Foram aplicados questionários a uma amostra de cinquenta pessoas, interessadas na aquisição de um imóvel da Idibra Participações SA, bem como aos funcionários dessa empresa, que operavam no empreendimento, além do seu Departamento de vendas, da imobiliária e do corretor responsável.

O primeiro questionário foi dirigido aos funcionários da Construtora, envolvidos nos processos construtivos, quais sejam engenheiros e, outros encarregados da obra. Tal questionário é composto de dezesseis perguntas, baseadas no Selo Água, avaliando-se a harmonia do empreendimento com o meio ambiente; a aplicação de sustentabilidade, em seus processos construtivos; a gestão dos resíduos, de energia e, de água; o impacto ambiental; a manutenção; o conforto; a qualidade sanitária dos ambientes, qual seja o ar e a água.

O segundo questionário foi direcionado ao Departamento de vendas da imobiliária e, ao corretor responsável pelas vendas das unidades do empreendimento, abrangendo-se cinco perguntas objetivas sobre a existência de demandas por moradias sustentáveis; o diferencial de obras sustentáveis; a viabilidade de negócios; e, da possibilidade de existência da diferença do valor do metro quadrado, quando o empreendimento é sustentável.

O terceiro questionário foi aplicado a pessoas de classe média e alta, que moram as imediações do empreendimento, destacando-se o Bairro Papicú, Dunas, e, Aldeota. Trata-se de seis questões objetivas, com uma amostra de cinquenta pessoas, entre homens e mulheres. Essas indagações são relacionadas ao conhecimento de sustentabilidade ambiental; ao interesse em se adquirir um empreendimento sustentável; à manutenção; à dificuldade de implantação da sustentabilidade em moradias, bem como assuas ações para essa sustentabilidade.

O critério utilizado para essa análise foi saber, das pessoas entrevistadas, se estas reconhecem o significado de sustentabilidade ambiental.

Em uma amostra de cinquenta respondentes, trinta e sete pessoas afirmaram positivamente que, conhecem o conceito de sustentabilidade; e, treze alegaram desconhecê-lo, conforme ilustra o Gráfico 01.

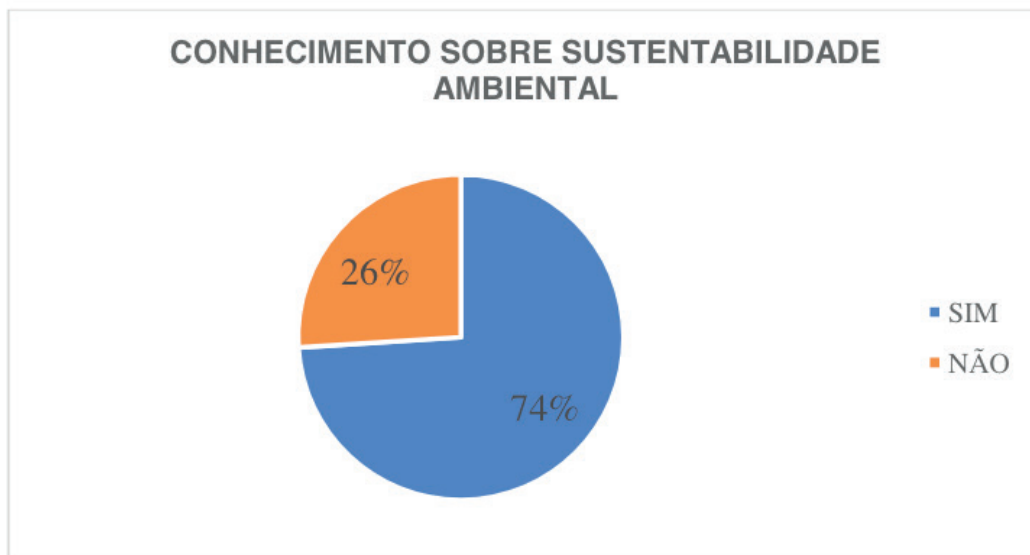


Gráfico 01 - Conhecimento sobre sustentabilidade ambiental

Fonte: Dados da pesquisa.

Evidenciou-se, no resultado de citada análise que, 74% das pessoas entrevistadas, que corresponde a maior parcela da amostra, compreendem a definição de sustentabilidade ambiental, haja vista que essas pessoas se preocupam com a preservação ambiental e, têm consciência da importância desta para todo o planeta.

Averiguou-se, ainda, se os interrogados conhecem moradias sustentáveis, ou com característica sustentável. Das cinquenta pessoas oriundas da amostra, vinte e sete concordaram com tal prerrogativa, em face da discordância de vinte e três desses entrevistados, de acordo com o que demonstra o Gráfico 02.

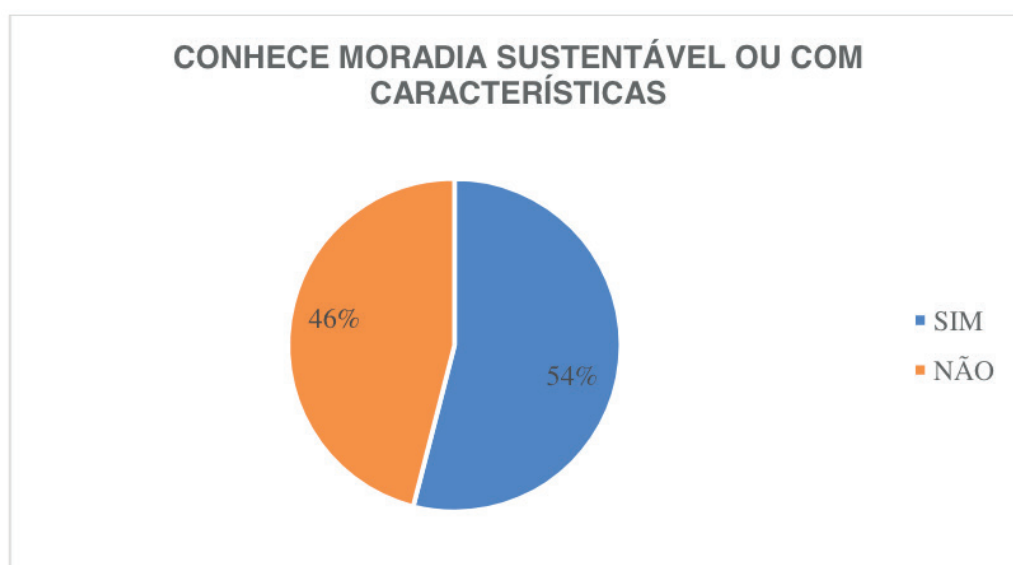


Gráfico 02 – Conhecimento sobre moradia sustentável ou com essa característica

Fonte: Dados da pesquisa.

Verifica-se que, do resultado auferido, existe um universo considerável de pessoas que, detêm conhecimento de moradia sustentável, ou com características inerentes, através de TV, condomínio residencial. Certifica-se que, 54% dos entrevistados correspondem a essa expectativa. Em contrapartida, 46% desconhecem a significância desse tipo de moradia. Observa-se que, a ausência de investimentos em moradia sustentável propicia a falta de preservação do meio ambiente.

Questionou-se, aos entrevistados, se estes efetuariam a compra de um imóvel constituído de sustentabilidade ambiental. Dos respondentes, quarenta e dois revelaram interesse e, apenas oito, descartaram a possibilidade dessa aquisição. O Gráfico 03 exibe essa estimativa.

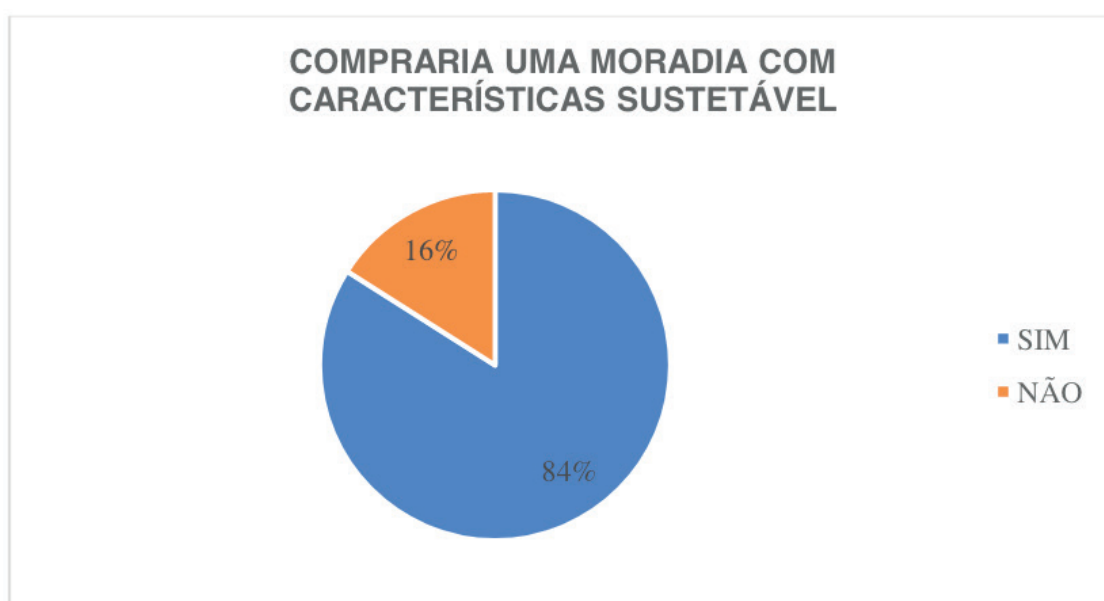


Gráfico 03 – Aquisição de uma moradia com características sustentáveis

Fonte: Dados da pesquisa.

Este resultado de 84% da intenção de se adquirir moradias sustentáveis, expõe, notadamente, o desejo de sustentabilidade, na sociedade, com o intuito de se preservar o meio ambiente, retratando-se a oportunidade de se estabelecer um negócio satisfatório, em investimentos residenciais, advindos da sustentabilidade ambiental.

Investigou-se, ainda, quanto à disponibilidade dos interrogados, para a manutenção da sustentabilidade em suas moradias. Destaca-se que, trinta e seis respondentes têm essa preocupação; ao passo em que, a minoria, equivalente a quatorze pessoas, não têm como realizar esse procedimento, por falta de tempo. O Gráfico 04 representa esse cenário.

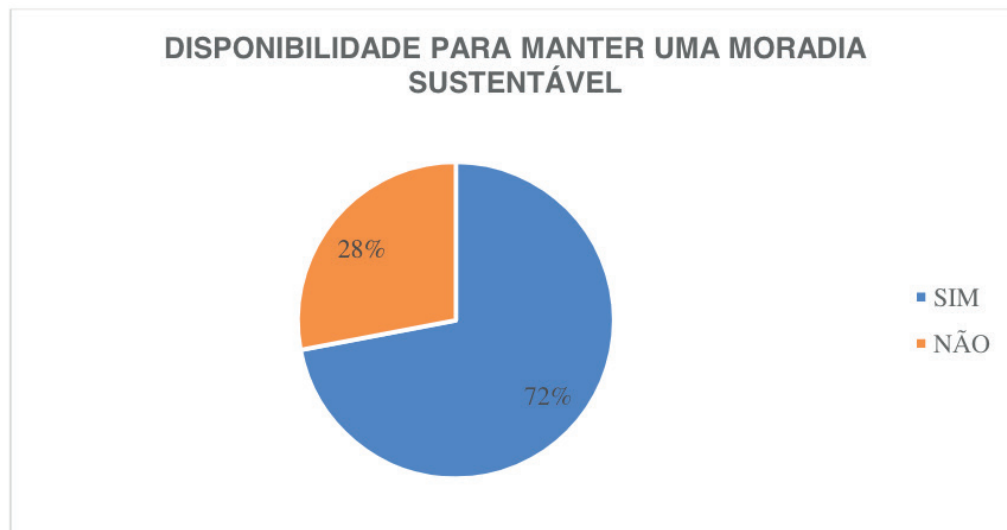


Gráfico 04 - Disponibilidade para manter uma moradia sustentável

Fonte: Dados da pesquisa.

Tendo em vista que 28% dos indagados não se comprometem com a manutenção da sustentabilidade ambiental, em suas moradias, avalia-se que é preciso promover uma conscientização, nesse tocante, a fim de se perpetuar tal sustentabilidade. De qualquer modo, a maioria das pessoas se revela compreensiva quanto a tal procedimento, visto que um empreendimento, para se manter de forma sustentável, deve corroborar com a participação de todos os moradores. Nesse aspecto, é preciso desenvolver campanhas educativas e, elaborar leis, para se formalizar esse compromisso entre todos os envolvidos, em moradias de teor, ambientalmente, sustentável.

Pesquisou-se, também, sobre qual a dificuldade encontrada, para se implantar sustentabilidade, em moradias. Observou-se que, os elementos predominantes, que demonstram essa problemática, referem-se ao custo e à falta de informações. O Gráfico 05 expõe esse paradigma.

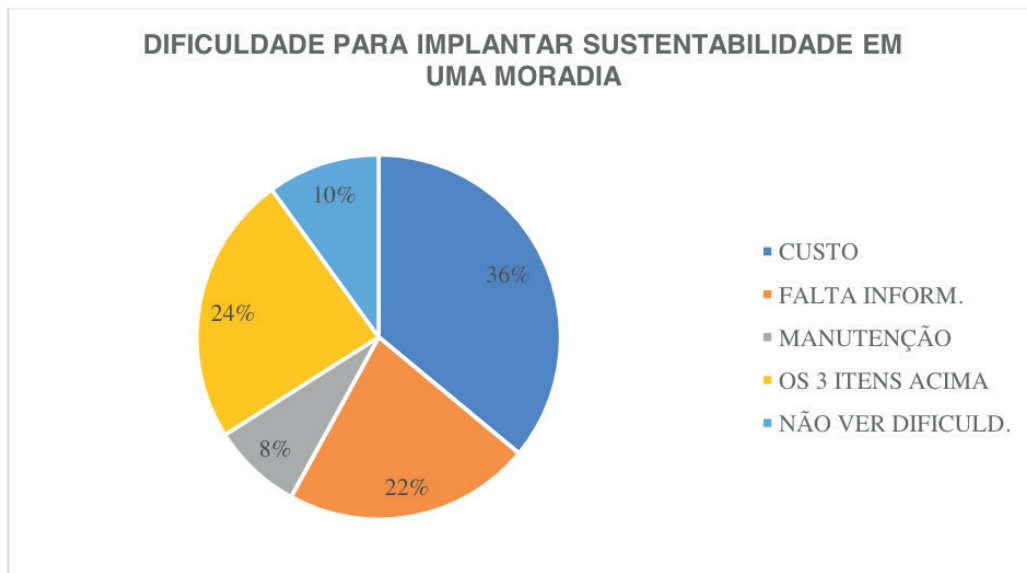


Gráfico 05 - Dificuldade para se implantar sustentabilidade em uma moradia

Fonte: Dados da pesquisa.

Ratifica-se que, o custo e a falta de informação inibem o desenvolvimento da sustentabilidade, em moradias. Segundo o especialista Maurício (2014), o preço de implementação de alguns sistemas, ambientalmente, sustentáveis, em um edifício, ecologicamente, estruturado, gere um custo aproximado de 5% a 10% maior do que o de um edifício convencional.

Observou-se, na pesquisa que, os indivíduos efetuam ações de sustentabilidade, em suas moradias, englobando-se, inclusive, aqueles que desconhecem o significado de sustentabilidade ambiental. O Gráfico 06 esclarece essa seara.

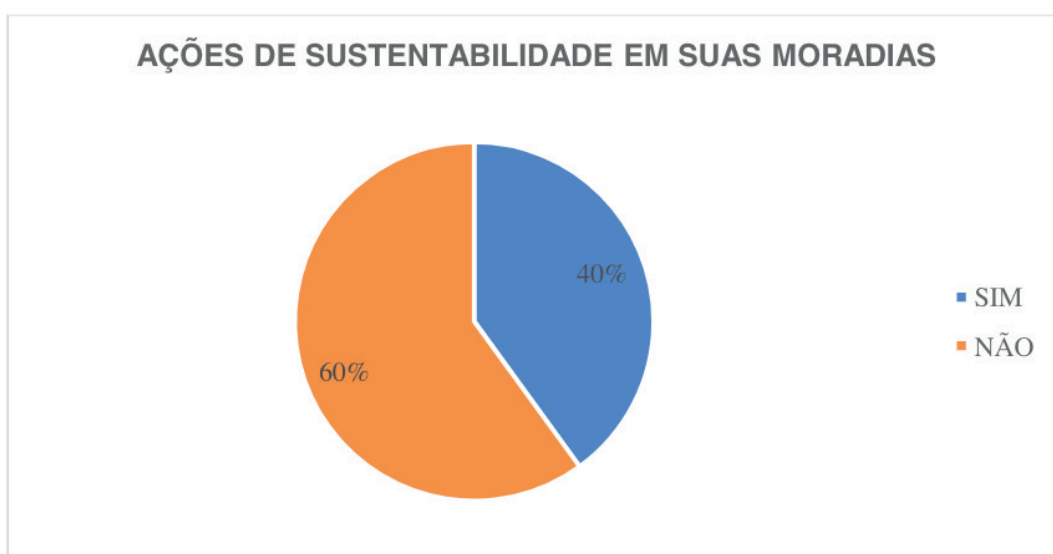


Gráfico 06 - Ações de sustentabilidade em suas moradias

Fonte: Dados da pesquisa.

Em síntese, o resultado da pesquisa mostra o desejo comum da maioria das pessoas entrevistadas de manter o ambiente limpo, reduzindo-se os impactos ambientais, com ações constantes em suas moradias, tais como coleta seletiva; coleta de água da chuva; reuso de água; jardinagem; e, geração de energia limpa, entre outras, para se cooperar com a minimização dos impactos ambientais.

## 4 | CONCLUSÕES

Essa pesquisa atestou que, pessoas de diferentes níveis culturais e profissionais, na sua maioria absoluta, almeja adquirir um empreendimento sustentável, proporcionando-se uma demanda de mercado favorável aos investidores, que se antecipam com projetos, enquadrando-se, em seus processos construtivos, características e aplicações sustentáveis, a fim de atender ao interesse dessa demanda.

A edificação, ora analisada, traça um diferencial de mercado, por ter implantado equipamentos, para diminuir os impactos ambientais, preocupando-se com a sua manutenção, distribuindo-se cartilhas de orientação para os moradores e, explicando sobre a necessidade de conscientização da importância da manutenção e permanência de suas características originais.

Atingindo-se os objetivos, a obra em pauta mostrou a viabilidade da sustentabilidade, com algumas limitações, nos quesitos geração de energia, reuso de água, entre outras aplicações citadas nesta pesquisa. Inferiu-se, portanto, um empreendimento com características sustentáveis.

De fato, a capacidade de implementação de sustentabilidade, nas edificações de moradias, ainda, é limitada, não atendendo às demandas energéticas de suas instalações, com escasso reuso de água; incompatibilidade, em algumas estruturas arquitetônicas; custos elevados; indisponibilidade de espaço, sendo estes, requisitos primordiais para uma edificação sustentável.

Diante desse contexto, essa pesquisa pleiteia o avanço tecnológico da engenharia, para que, no futuro, possam existir edificações, que apresentem um percentual 100% sustentável, com custos acessíveis, no mercado.

Vale tecer um breve comentário, com um comparativo entre as obras de conteúdo sustentável e, as de conteúdo não sustentáveis, visto que há uma diferença, quanto ao seu controle, na preservação de árvores e mananciais; à escolha dos materiais; ao reaproveitamento dos resíduos; e, ao tratamento dos resíduos hidros sanitários. Certifica-se que, as obras não sustentáveis provêm de uma convivência financeira, provocando-se impactos ambientais e, deixando o ambiente descaracterizado, ecologicamente.



## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA.** ABINEE. Disponível em: <[http://www.wisetel.com.br/wise\\_pages\\_organizacoes/wp203\\_f2htm](http://www.wisetel.com.br/wise_pages_organizacoes/wp203_f2htm)>. Acesso em: 17 jul. 2017.
- ATHAYDE.** Estado do Mundo Rioho. I-uma. [S.l.]: Instituto Nacional e Agribusiness. 2002. Disponível em: <<http://www.iuma.org.br>>. Acesso em: 27 jul. 2017.
- BABBIE, Earl. **MÉTODOS DE PESQUISA DE SURVEY.** Belo Horizonte: UFMG. Disponível em: <[https://gepelc.fefd.ufg.br/up/.../6\\_Resumo\\_Metodos\\_de\\_Pesquisas\\_de\\_Survey.1.pdf](https://gepelc.fefd.ufg.br/up/.../6_Resumo_Metodos_de_Pesquisas_de_Survey.1.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2017.
- BARBIERI, José Carlos. **DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE: AS ESTRATÉGIAS DE MUDANÇAS DA AGENDA 21.** Petrópolis: Vozes, 2001.
- BARBIERI, José Carlos; CAJAZEIRA, Jorge Emanuel Reis. **RESPONSABILIDADE -SOCIAL, EMPRESARIAL E EMPRESA SUSTENTÁVEL: DA TEORIA À PRÁTICA.** São Paulo: Saraiva, 2009.
- BECKER, Dinizar Fermiano. **DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: NECESSIDADE E/OU POSSIBILIDADE.** BECKER, Dinizar Fermiano (Org.). 4.ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2002.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR 18 - MTE. CONDIÇÕES DO MINISTÉRIO DO TRABALHO NA INDÚSTRIA E NA CONSTRUÇÃO.** Brasília-DF, 08 jun. 1978. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 03 jul. 2017.
- CATÁLOGO DE SERVIÇOS DA PREFEITURA DE FORTALEZA 2017.** Disponível em: <<http://portal.seuma.fortaleza.ce.gov.br>>. Acesso em: 23 maio. 2017.
- CENTRO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.** Etiquetagem em edificações. PROCEL INFO. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}>>. Acesso em: 05 set. 2017.
- CIDADES SUSTENTÁVEIS.** [S.l.]: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismosustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 30 set. 2017.
- COMISSÃO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.** UNRIC. Belgium: Centro Regional de Informação das Nações Unidas, c2017. Disponível em: <<http://www.unric.org>>. Acesso em 15 maio. 2017.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO.** Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991. Disponível em: <<http://www.mudancasclimaticas.andi.org.br/node/91>>. Acesso em: 12 out. 2017.
- CONSTRUINDO UM FUTURO SUSTENTÁVEL.** Certificação LEED. Green Building Council, c2014. disponível: <<http://www.gbcbrasil.org.br/>>. Acesso em: 29 out. 2017.
- FONSECA, L. H. A. **RECICLAGEM: O PRIMEIRO PASSO PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL. SEMANA ACADÊMICA.** Revista Científica, Ribeirão Preto: Centro Universitário Barão de Mauá. ISSN 2236-6717. Disponível em: <<http://semanaacademica.org.br>>. Acesso em: 05 jun. 2017.
- FUNDAÇÃO VANZOLINI.** selo aqua. [S.l.]. Disponível em: <<http://www.vanzolini.org.br>>. Acesso em: 29 out. 2017.
- GOLDEMBERG, José; AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O DESAFIO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** São Paulo: Blucher, 2011.

GOULART, Solange. **SUSTENTABILIDADE NO EDIFÍCIO E NO ESPAÇO URBANO**. Laboratório de Ciências Energéticas em Edificações. Florianópolis: LabEEE, 2011. p.13. Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161\\_Sustentabilidade\\_apostila.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Sustentabilidade_apostila.pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2017.

MALHOTRA, N. **PESQUISA DE MARKETING: UMA ORIENTAÇÃO APLICADA**. 3. ed. PortoAlegre: Bookman, 2001. 720 p.

MAURÍCIO. **CUSTO DA QUALIDADE AMBIENTAL**. Revista Científica UNIPAC, Minas Gerais, Universidade Presidente Antônio Carlos, 2014. Disponível em: <<http://www.revista.unipar.br>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

MAYORGA, R. D.; CABRAL, A. E. B. **OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE FORTALEZA - CE**. Scielo. Fortaleza, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 23 maio. 2017.

MIHELIC, James R.; ZIMMERMAN, Julie Beth. **FUNDAMENTOS, SUSTENTABILIDADE E PROJETO**. [S.l.]: LTC.

**MINISTERIO DO MEIO AMBIENTE**. Agenda 21. 1992. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 10 maio. 2017.

**NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL**. ONU. Habitat. ONU BRASIL. Disponível em: <<http://http://www.onu.org.br/>>. Acesso em: 02 ago. 2017.

NEGALLI, A. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina Texto, 2012.

**PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. Seuma. Fortaleza, dez. 2010. Disponível em: <<http://seuma.fortaleza.ce.gov.br>>. Acesso em: 26 maio. 2017.

**PROGRAMA DE SUSTENTABILIDADE PARA A CONSTRUÇÃO**. O POVO, Fortaleza, 14 jan. 2017. Disponível em: <<https://www.opovo.com.br/jornal/imoveis/2017/05/cidades-sustentaveis.html>>. Acesso em: 11 set. 2017.

RELATÓRIO BRUNDTLAND. **NOSSO FUTURO COMUM**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1987.

ROCHA, J. C. **RESÍDUOS SÓLIDOS**. São Paulo: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 2002. Biblioteca Virtual da FAPESP.

SACHS, Ignacy. **ESTRATÉGIAS DE TRANSIÇÃO PARA O SÉCULO XXI**. In: BURSZTYN, M. (org.). Para pensar o desenvolvimento sustentável. São Paulo: Brasiliense, 1993.

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Fundação de apoio à universidade de são paulo. Estadão. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

VEIGA, J. ELI. **ECONOMIA SOCIOAMBIENTAL**. São Paulo: SENAC, p. 12, 2011.

## LEVANTAMENTO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO DA CAATINGA NA FRONTEIRA DOS ESTADOS DE ALAGOAS E SERGIPE

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 16/04/2020

### **Jailson de Oliveira**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/4223112429165622>

### **Denisson Lima do Nascimento**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/5310110442754245>

### **Amanda Cibele da Paz Sousa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/0707361558238618>

### **Raquel Soares da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/6440013085720714>

### **Ranniele Luíza Ventura da Silva**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/0430027278492402>

### **Luis Paulo Ferreira Neves**

Instituto Federal de Educação, Ciência e

Tecnologia de Alagoas

Piranhas – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/0402081827204769>

### **Mayara França Farias**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/9494468028814227>

### **Lucas Akira Tanabe Quaresma**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/1262938213439285>

### **Marize de Campos Lima**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/7900936585372518>

### **Julhe Caroline Farias da Costa**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/6887046946979737>

### **Evilazio Alves de Brito Junior**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas

### **Évillyn Alves Santos**

Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Alagoas  
Piranhas – Alagoas  
<http://lattes.cnpq.br/4463414749776523>

**RESUMO:** Cerca de 46% da Caatinga enfrenta ao avanço do desmatamento, que são possivelmente ocasionados pela ação do homem, seja pelo extrativismo, agricultura, pecuária, construção civil, dentre outros. Diante dessa situação, é fundamental a preservação de locais visando conservar a fauna e a flora deste bioma de grande importância para milhões de brasileiros sertanejos. Realizou-se um levantamento bibliográfico com objetivo de catalogar as áreas de proteção da Caatinga na região do Alto Sertão dos estados de Alagoas e Sergipe e apontar suas importâncias para a conservação deste bioma. Das 34 unidades federais de conservação da Caatinga apresentados pelo MMA, apenas 1 está associada com a região de estudo, sendo as demais existentes criadas pelos órgãos municipais, estaduais ou setor privado. Dessa maneira, é de grande importância a necessidade de se criar novas unidades de conservação do bioma caatinga, ressaltando que, essas necessitam-se de mais investimentos, principalmente do setor público, para que as ações de conservação continuem se realizando de forma mais intensa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Semiárido, Preservação, Meio ambiente, Nordeste.

## SURVEY OF CAATINGA PROTECTION AREAS ON THE FRONTIER OF THE STATES OF ALAGOAS AND SERGIPE

**ABSTRACT:** Approximately 46% of the Caatinga faces the advance of deforestation, which are possibly caused by the action of man, whether by extraction, agriculture, livestock, civil construction, among others. In view of this situation, the preservation of places is essential in order to conserve the fauna and flora of this biome of great importance for millions of Brazilian backcountry. A bibliographic survey was carried out in order to catalog the Caatinga protection areas in the Alto Sertão region of the states of Alagoas and Sergipe and point out their importance for the conservation of this biome. Of the 34 federal conservation units in the Caatinga exhibited by the MMA, only 1 is associated with a study region, with the remainder existing by municipal, state or private sector agencies. Thus, the need to create new conservation units in the caatinga biome is of great importance, stressing that these require more investments, mainly from the public sector, so that conservation actions continue to be carried out more intensively.

**KEYWORDS:** Semi-arid, Preservation, Environment, Northeast.

### 1 | INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro que cobre grande parte dos estados da região Nordeste do país. Sua área é estimada em 844.453 Km<sup>2</sup> (IBGE, 2004), e é caracterizada principalmente pela rica biodiversidade encontrada.

Segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (2002), já foram registradas

148 espécies de mamíferos, 348 espécies de aves, 154 répteis e anfíbios e 185 tipos de peixes. Em termos de espécies vegetais, segundo Giulietti, Conceição e Queiroz (2006), em seu sentido mais restrito, a Caatinga tem 1.512 espécies; no bioma, incluindo encraves, são 5.344 espécies.

Se de um lado o bioma apresenta sua riqueza, de outro apresenta sua desvalorização e alto nível de desmatamento. De acordo o Ministério do Meio Ambiente, cerca de 46% da Caatinga enfrenta ao avanço do desmatamento, que são possivelmente ocasionados pela ação do homem, seja pelo extrativismo, agricultura, pecuária, construção civil (EMBRAPA, 2007), dentre outros, porém, estes não são as principais causas para o desmatamento.

O desmatamento da Caatinga é um problema ambiental de grave impacto. A vegetação dessa área natural possui um alto recurso calorífico, sendo muito adequada para o emprego como lenha. Esse atributo, associado a alta necessidade energética de uma região que sofre com a carência de investimentos e de presença do Estado, é o principal motivo do desmatamento da Caatinga. Estima-se que 30% da energia utilizada pelas indústrias locais advenham dessa prática de extração da lenha da vegetação do semiárido (PENA, 2018). Um problema de grande dimensão que precisa urgente de ações com o intuito de amenizar transtornos futuros.

Diante dessa situação, é fundamental a preservação de locais visando conservar a fauna e a flora deste bioma de grande importância para milhões de brasileiros sertanejos.

Este trabalho teve como objetivo fazer um levantamento das áreas de proteção da Caatinga na região do Alto Sertão dos estados de Alagoas e Sergipe e apontar suas importâncias para a conservação deste bioma.

## **2 | METODOLOGIA**

Foi realizado levantamento bibliográfico e consulta a rede mundial de computadores em busca de informações gerais sobre as áreas de preservação do bioma caatinga na região do Alto Sertão, fronteira dos estados de Alagoas e Sergipe.

Foram utilizados como fontes principais o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), Instituto do Meio Ambiente de Alagoas (IMA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), além de trabalhos acadêmicos que levam o tema em questão.

## **3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No quesito unidades de conservação, a caatinga é um dos biomas menos protegidos do país. Apenas 7,8% do território da Caatinga está protegido por unidades

de conservação, dos quais 1,3% por áreas de proteção integral; um número abaixo da meta nacional de 10%, conforme acordo do Brasil como signatário da Convenção Internacional de Diversidade Biológica.

Das 34 unidades federais de conservação da Caatinga apresentados pelo MMA, apenas 1 está associada com a região do Alto Sertão de Alagoas e Sergipe, sendo as demais existentes criadas pelos órgãos municipais, estaduais ou setor privado, como pode-se observar na TABELA 1.

UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	LOCALIZAÇÃO (ESTADO)	ÓRGÃO RESPONSÁVEL
Monumento Natural Grota do Angico	Sergipe	Estadual
Monumento Natural do Rio São Francisco	Alagoas, Sergipe e Bahia	Federal
Parque Ecológico Pedra do Sino	Alagoas	Municipal
Reserva Ecológica Castanho	Alagoas	Privado

TABELA 1: Unidades de conservação presentes na região Alto Sertão de Alagoas e Sergipe.  
FONTE: IMA (2020).

Localizado no estado de Sergipe, o Monumento Natural Grota do Angico se encontra nos municípios de Canindé de São Francisco e Poço Redondo, às margens do Rio São Francisco, possuindo uma área de 2 mil hectares (MMA, 2008a). Contribui para a preservação de importante remanescente do bioma Caatinga, de grande diversidade biológica e riqueza cultural. Com frequência, recebe incentivos de órgãos públicos, como por exemplo, da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.

O Monumento Natural do Rio São Francisco possui uma área de 26.736,30 hectares e geograficamente, está localizado entre cinco municípios nordestinos: Canindé de São Francisco/SE, Delmiro Gouveia/AL, Olho D'Água do Casado/AL, Piranhas/AL e Paulo Afonso/BA (FUNDAJ, 2014). Uma das principais unidades de conservação da região Nordeste, este protege a formação de cânions de mais de cem metros de altura e a região lagunar da Usina Hidrelétrica de Xingó, além de uma significativa área de Caatinga ainda não alterada pela ação humana (MMA, 2008b).

O único administrado apenas por gestores municipais, o Parque Ecológico Pedra do Sino possui uma área de 22,3 hectares (NEJ, 2012), localizada no município de Piranhas/AL. Sua criação teve como objetivo a preservação da Caatinga, como um ecossistema natural de grande importância ecológica e beleza cênica, permitindo

a concretização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de ações educativas, recreativas e turísticas em contato com a natureza.

Já a Reserva Ecológica Castanho, diferente dos demais, possui sua criação vinda do setor privado. Localizada no município de Delmiro Gouveia, é a maior área particular de caatinga de Alagoas. A reserva do Castanho, é dividida por vários cânions com paisagens extraordinárias que apresentam desde piscinas naturais, a grutas com pinturas rupestres, contando com a fauna e flora totalmente protegidos.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

É de grande importância a necessidade de se criar novas unidades de conservação do bioma Caatinga. Não bastando possuir poucas, as áreas de conservação que existem possuem áreas de baixo valor significativo ao se comparar com as áreas de desmatamento, que são imensas.

As áreas de proteção existentes possuem uma grande importância para a preservação da Caatinga, de sua fauna e flora, porém necessita-se de mais investimentos, principalmente do setor público, para que as ações de conservação continuem se realizando de forma mais intensa.

#### REFERÊNCIAS

EMBRAPA PRESERVAÇÃO BIOLÓGICA. **Preservação e uso da Caatinga**. Embrapa SemiÁrido. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. 39 p.

FUNDAJ, FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO. **Monumento Natural do Rio São Francisco**. 2014. Disponível em: [http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4936:monasaofrancisco&catid=89:cieg&Itemid=800](http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=4936:monasaofrancisco&catid=89:cieg&Itemid=800). Acesso em: 08 abr. 2020.

GIULIETTI, A. M.; CONCEICAO, A.; QUEIROZ, L. P. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do semi-árido brasileiro**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2006. 488 p.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação**. Brasília: IBGE/MMA, 2004. 1 mapa, Escala 1:5.000.000.

NEJ, NÚCLEO DE ECOJORNALISTAS DE ALAGOAS. **Caatinga: unidade de conservação é reaberto em Piranhas**. 2012. Disponível em: <http://gazetaweb.globo.com/portal/noticia-old.php?c=317976&e=>. Acesso em: 08 abr. 2020.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga**. 2002. Universidade Federal de Pernambuco, Conservation International do Brasil e Fundação Biodiversitas, Brasília.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Criada a UC da Grota do Angico**. 2008a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informmma/item/4624-criada-a-uc-da-grota-do-angico.html>. Acesso em: 08 abr. 2020.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Monumento Natural do São Francisco protegerá área**

**de Caatinga.** 2008b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/4852-monumento-natural-do-sao-francisco-protegera-area-de-caatinga>. Acesso em: 08 abr. 2020.

PENA, R. F. A. **Desmatamento da Caatinga.** 2018. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/desmatamento-caatinga.htm>>. Acesso em 18 nov. 2018.



## SISAL: DE UM PASSADO RÚSTICO PARA UM FUTURO BRILHANTE

Data de aceite: 12/05/2020

Data de submissão: 05/02/2020

### **Marina Pupke Marone**

Laboratório de Genômica e BioEnergia  
– Departamento de Genética, Evolução,  
Microbiologia e Imunologia – UNICAMP  
Campinas – São Paulo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3160-4766>

### **Fábio Trigo Raya**

Laboratório de Genômica e BioEnergia  
– Departamento de Genética, Evolução,  
Microbiologia e Imunologia – UNICAMP  
Campinas – São Paulo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1047-2920>

### **Ênio da Cunha Dias Magalhães**

Escola Família Agrícola Avani de Lima Cunha –  
APAEB  
Valente – Bahia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2453-5221>

### **Ana Cristina Fermino Soares**

Laboratório de Microbiologia Agrícola – Centro  
de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas –  
UFRB

Cruz das Almas – Bahia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4014-1794>

### **Marcelo Falsarella Carazzolle**

Laboratório de Genômica e BioEnergia  
– Departamento de Genética, Evolução,  
Microbiologia e Imunologia – UNICAMP

Campinas – São Paulo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5474-2830>

### **Gonçalo Amarante Guimarães Pereira**

Laboratório de Genômica e BioEnergia  
– Departamento de Genética, Evolução,  
Microbiologia e Imunologia – UNICAMP  
Campinas – São Paulo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4140-3482>

**RESUMO:** Um dos grandes desafios da humanidade será lidar de forma eficiente com as mudanças climáticas. O mundo não acabará por causa delas, mas teremos alterações significativas no planeta, em particular no zoneamento agropecuário. Novas áreas áridas e semiáridas deverão surgir e a civilização precisará lidar com elas. No Brasil, temos naturalmente uma dessas áreas: o sertão. Com cerca de 83 milhões de hectares, poucas culturas são capazes de se desenvolver eficientemente nesse ambiente. Uma exceção são os agaves, plantas dotadas da fotossíntese CAM e capazes de gerar produtividades semelhantes às da cana-de-açúcar. Nessa revisão apresentamos essas plantas, o seu uso no Brasil para a produção de fibras, no México para bebidas, e o seu potencial para desenvolver uma ampla área do nordeste, quiçá

de futuras regiões áridas do mundo. Esse movimento envolve grandes desafios, como a importação de germoplasma e o aprofundamento do conhecimento da sua genética, bioquímica e fisiologia, aspectos de extrema importância para o desenvolvimento de sua biotecnologia. Por outro lado, a superação desses desafios promete enormes recompensas, como a produção de grandes volumes de biocombustíveis, fibra de alta qualidade – para qual novos usos podem ser elaborados – e o desenvolvimento de novas cadeias de valor com a extração e uso dos valiosos bioquímicos que o seu bagaço contém. Definitivamente, não se trata mais de uma cultura atrasada, a ser reconhecida apenas como a única opção para áreas abandonadas. Veremos que é uma cultura para o futuro, pronta para receber as mais sofisticadas tecnologias e se converter uma estrela do agronegócio, com ampla geração de emprego, renda e bem-estar social.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agave, bioenergia, biorrenováveis, biomassa, fibras naturais

### SISAL: FROM A RUSTIC PAST TO A BRIGHT FUTURE

**ABSTRACT:** One of humanity's greatest challenges will be to deal efficiently with climate change. It will not be the end of the world, but we will have significant changes on the planet, particularly in agricultural zoning. New arid and semi-arid areas are expected to emerge, and civilization will have to face them. In Brazil, we naturally have one of these areas: "sertão", the Brazilian outback. With about 83 million hectares, few cultures can grow efficiently in this environment. An exception is the agaves, plants endowed with CAM photosynthesis and capable of generating productivity similar to that of sugarcane. In this review, we present these plants, their use in Brazil for fiber production, in Mexico for alcoholic beverages, and their potential to develop a wide area in the northeast, perhaps in future arid regions of the world. This movement involves great challenges, such as germplasm importation and expanding our knowledge of agave's genetics, biochemistry, and physiology, aspects of extreme importance for the development of its biotechnology. On the other hand, overcoming these challenges promises enormous rewards, such as the production of large volumes of biofuels, high-quality fiber – for which new applications can appear – and the development of new value chains with the extraction and use of valuable biochemicals present in the bagasse. It is definitely no longer a backward culture, to be recognized as the only option for abandoned areas. We will see that it is a culture for the future, ready to receive the most sophisticated technologies and become an agribusiness star, with a wide generation of jobs, income, and social well-being.

**KEYWORDS:** Agave, bioenergy, biorenewables, biomass, natural fibers

## 1 | INTRODUÇÃO

O gênero *Agave* tem centro de origem no México e desde que se tem registro, os povos ali residentes encontravam uma utilização para cada parte destas plantas. A agaveicultura moldou o estilo de vida dos povos mesoamericanos e permitiu que eles prosperassem na região, o que posteriormente ficou conhecido como a simbiose homem-agave (GENTRY, 1982). Por meio de estudos arqueológicos, foi constatado que os maias e astecas utilizavam as fibras de agaves para produção de redes, cordas, sacolas, cestas, calçados e vestimentas; dos pendões florais faziam lanças, varas de pesca e construções; o suco era usado como medicamento e os espinhos como agulhas; algumas espécies eram usadas como alimento e outras na extração de saponinas das raízes, para fabricação de sabão (MEDINA, 1954; NOBEL, 1994; VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). Além disso, diversas bebidas eram produzidas, como o *aguamiel*, a partir caldo doce de agave, e como o *pulque* obtido por fermentação. Após a chegada dos europeus foram introduzidos os processos de destilação que originaram as bebidas símbolo da identidade mexicana: mescal e tequila (VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). Inclusive, os agaves tinham uma relação forte com a religiosidade pré-colombiana: acreditava-se que estas plantas eram a personificação da deusa Mayahuel, que representava a fertilidade, a cura, a dança, a embriaguez e a tecelagem. (RADDING, 2012; VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). Já durante este período, estes povos promoveram domesticação, seleção e dispersão de certos tipos de agave conforme suas necessidades de migração, a fim de aumentar a produtividade de fibras, alimentos ou bebidas (RADDING, 2012).

Atualmente os agaves também são utilizados para fins comerciais, sendo os principais produtos divididos em duas grandes categorias: bebidas alcoólicas e fibras. Além disso, são bastante utilizadas como plantas ornamentais por conta de seu visual rústico, pitoresco e imponente. O México é o maior produtor de bebidas alcoólicas de agave e no Brasil temos a maior produção de fibra de sisal do mundo.

Do ponto da sua classificação botânica, agaves são plantas monocotiledôneas suculentas e herbáceas da família Asparagaceae, sendo que o gênero *Agave* possui cerca de 300 espécies. São caracterizadas por seu formato em roseta, com folhas lanceoladas sésseis (sem pecíolo, ligadas diretamente ao caule). Por conta de sua morfologia, inicialmente os agaves foram considerados como membros do gênero *Aloe*, mas em 1748 Linneu criou um gênero próprio para os agaves, plantas distintas das aloes, cuja provável origem é na península arábica (COUSINS; WITKOWSKI, 2012; VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). A maior parte do gênero *Agave* é formada por espécies monocárpicas: ao final do tempo de vida, que pode durar muitos anos, produzem o pedúnculo floral (possui inflorescências de

flores hermafroditas na porção apical, podendo chegar de 6 a 8 metros de altura), também chamado de pendão, e morrem após este evento (SIMCHA, 2017). Apesar disso, para a maioria das espécies a propagação é feita de forma vegetativa, através de bulbilhos e “rebentos” (chamados de “filhotes” pelos agricultores da Bahia); os primeiros são originados a partir de gemas florais no pedúnculo e os últimos a partir de rizomas (MEDINA, 1954; NOBEL, 1988).

Um aspecto importante sobre os agaves é a presença de diversos mecanismos de resistência à seca que os permitem prosperar em ambientes com baixíssima pluviosidade, como é o semiárido brasileiro. O principal mecanismo é a fotossíntese CAM (metabolismo ácido crassuláceo), que utiliza até 80% menos água do que plantas com metabolismos C3 ou C4 (BORLAND et al., 2014; STEWART, 2015; YIN et al., 2018). Ao contrário dos demais tipos de fotossíntese, nas plantas CAM o CO<sub>2</sub> é assimilado durante o período noturno, que possui temperaturas mais baixas; ele é transformado em ácido málico e acumulado nos vacúolos, para ser descarboxilado durante o período diurno, no qual os estômatos permanecem fechados. Essa regulação temporal de abertura e fechamento dos estômatos garante uma diminuição da taxa de evapotranspiração e da perda de água. Apesar de haver um pequeno custo energético na utilização do CAM, ele é irrisório em ambientes áridos e com muita luz (DAVIS; LONG, 2015), típico habitat destas plantas. Além disso, a descarboxilação diurna do ácido málico cria uma bomba de CO<sub>2</sub> que potencialmente inibe a fotorrespiração, um processo que reduz em até 40% da eficiência fotossintética em plantas C3 (KEELEY; RUNDEL, 2003; WINTER; SMITH, 1996; YANG et al., 2015). Outras características são importantes para explicar o sucesso dessas plantas em ambientes áridos e semiáridos, como a camada de cera que envolve a epiderme, a anatomia afundada dos estômatos, os grandes estoques de água no mesófilo (BLUNDEN; YI; JEWERS, 1973), raízes retráteis que respondem à quantidade de água no solo e a grossa camada de cera no caule (DAVIS; LONG, 2015; SARWAR et al., 2019). Trata-se de plantas extraordinárias, capazes de vegetar e produzir em áreas consideradas inóspitas para a agricultura tradicional. Elas têm o potencial de tornar produtivas amplas áreas do semiárido e sertão brasileiro, além de permitir a ocupação de espaços que poderão ser degradados com o avanço das mudanças climáticas.

## 2 | A AGAVEICULTURA BRASILEIRA: HISTÓRICO E SITUAÇÃO ATUAL

A disseminação dos agaves pelo mundo foi iniciada pouco tempo após os europeus terem chegado às Américas. Em 1561 o *Agave americana* foi a primeira espécie exótica introduzida no Jardim Botânico de Pádua (Itália), considerado o

primeiro jardim botânico do mundo (MEDINA, 1954; UNESCO, 2020). Contudo, no Brasil, as primeiras mudas de *Agave sisalana* foram importadas e trazidas para o estado da Bahia apenas em 1903, adquiridas de uma empresa dos EUA. Posteriormente, em 1906, o IAC (Instituto Agrônomo de Campinas) obteve mudas provenientes da França (MEDINA, 1954). Neste período inicial, o agave não era uma cultura rentável e só começou a prosperar quando houve incentivo pelo Ministério da Agricultura, em 1938. Até 1943, éramos um país importador da fibra, mas a partir do pós-guerra passamos a ser um dos mais importantes exportadores e, em 1950, o segundo maior exportador (MEDINA, 1954). Entre 1965 e 1974, a produção foi de aproximadamente 200 mil toneladas/ano e foi a partir dos anos 1970 que o Brasil passou a ser o maior produtor de fibra de sisal no mundo, posição que mantém até hoje (NAVES, 2018). Somos o maior exportador, respondendo por 58% da produção e 70% da exportação global (FAO, 2020).

Desde os anos 1960, o setor encontra-se em declínio (Fig. 1) devido à competição com o mercado de fibras sintéticas. A queda do mercado de sisal culminou na diminuição de investimentos em pesquisa na cultura e, com a aposentadoria dos principais pesquisadores da área, os programas de melhoramento genético do sisal no Brasil cessaram. O banco de germoplasma do IAC, que possuía diversos cruzamentos interessantes, foi mantido pela instituição, mas sem novos investimentos muitos materiais se perderam. Já o banco da EMBRAPA Algodão, em Monteiro – PB, passou por forte estiagem nos últimos anos, o que pode ter acarretado a redução da diversidade da coleção. Em 2019, a UNICAMP, em parceria com a UFRB e a EMBRAPA, decidiu pela criação de um novo banco para a cultura, com materiais vindo dos bancos já existentes, de comerciantes de plantas e de uma coleta por diversos municípios das áreas produtivas da Bahia. Hoje o banco conta com cerca de 70 acessos, conservados no Laboratório de Genômica e bioEnergia (Unicamp), na estação experimental da EMBRAPA e no campo experimental da UFRB.

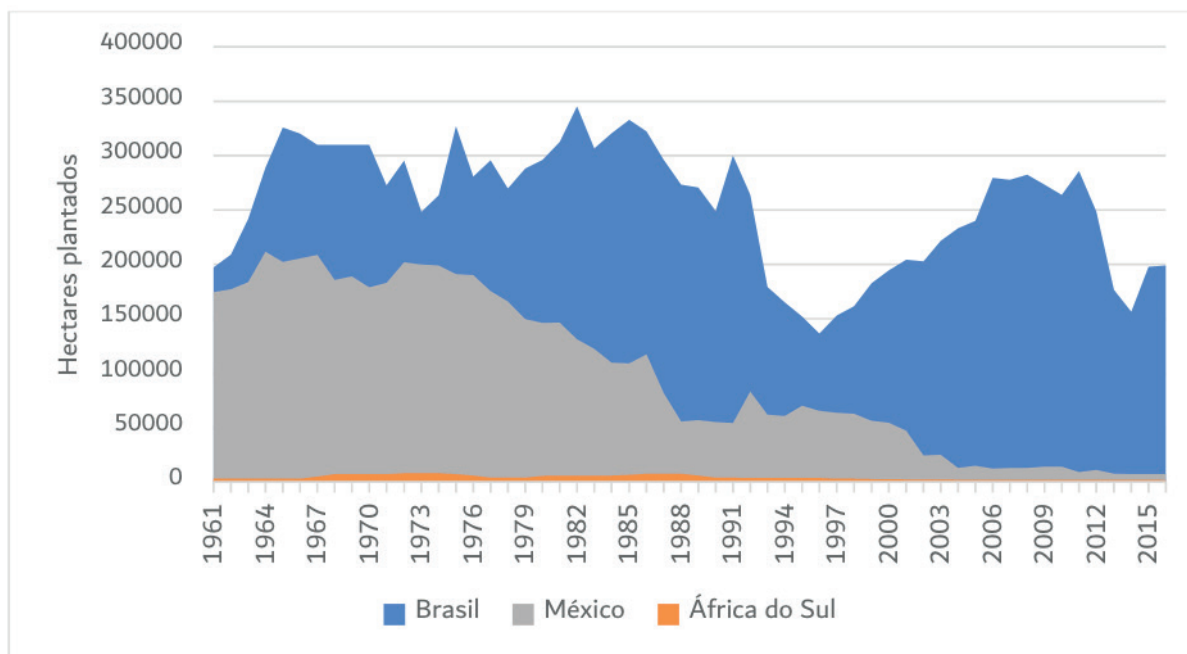


Figura 1: Quantidade de hectares plantados para produção de fibra de sisal nos principais países produtores do mundo desde 1961 até 2016 (FAO, 2020).

Nos últimos anos, um emergente interesse em fibras naturais fez a produção de agave ser retomada (Fig. 1). Esse interesse pode ser atribuído às preocupações ambientais sobre poluição por microplásticos, bem como à demanda por mercados de nicho (DAVIS; LONG, 2015; SALVADOR CESA; TURRA; BARUQUE-RAMOS, 2017).

A Bahia é atualmente o Estado com maior produção no Brasil (Fig. 2), com cerca de 94,4% da produção nacional de fibra, em diversos municípios do semiárido. A região com mais hectares plantados é a de Campo Formoso e a região onde ocorre grande parte do beneficiamento da fibra é a de Valente. O Estado da Paraíba já foi o maior produtor de sisal nos anos 1970, mas a partir dos anos 1990 a Bahia já passou a ocupar a primeira posição (ALVES; SANTIAGO; LIMA, 2005). Atualmente apenas 5,4% da produção de fibra é realizada na Paraíba.

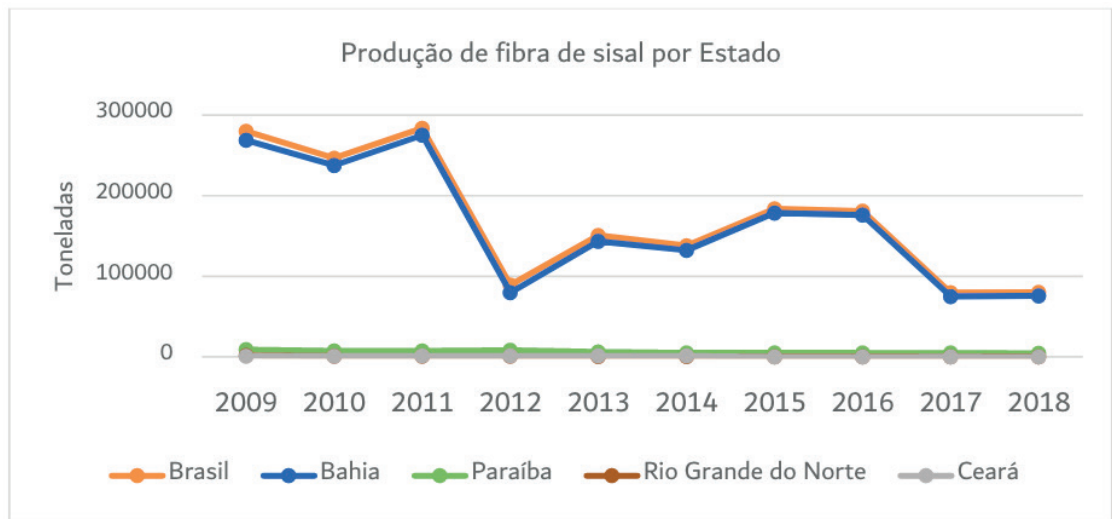


Figura 2: Produção brasileira de fibra de sisal em toneladas dos Estados produtores. Nota-se o destaque da Bahia (Dados: IBGE).

O plantio é feito com pouco manejo agrícola, não havendo normalmente o uso de insumos ou irrigação. Em muitos casos, a cultura é quase um extrativismo de campos anteriormente estabelecidos. Porém, os agricultores mais cuidadosos realizam práticas básicas como a retirada de plantas espontâneas (uma dos principais problemas é o crescimento da planta “catingueira”), a retirada do excesso de brotos (devem ficar apenas 2 ou 3 por planta), a remoção dos pseudo-caules antigos e já apodrecidos, o replantio de mudas em áreas com maior falhamento e a adubação com o bagaço do sisal, ou seja, do material que sobra a partir do desfibramento das folhas maduras.

A colheita pode ser feita anualmente, após cerca de 3 anos do plantio, por até 15 anos antes de ser necessário replantio (SILVA; BELTRÃO, 1999). As folhas mais velhas são retiradas pelo “cortador”, sempre deixando-se um conjunto de 4 a 5 folhas para proteger as folhas centrais (o espigão), de onde são geradas as demais folhas. Após a colheita, essas folhas são recolhidas pelo “botador” e carregadas nos animais (os jegues e jumentos) para serem transportadas até o “motor”, que é um conjunto móvel de equipamentos, constituído por um motor a diesel que movimentava uma pequena máquina desfibradeira. Normalmente são empregados dois homens para a operação do motor: um fazendo o desfibramento, o chamado “cervador”, e o outro fazendo o trabalho de apoio, o “resideiro”. A atividade desse último consiste na movimentação das folhas e fibras, remoção do bagaço com sua aplicação no campo e pesagem das fibras verdes. Um conjunto como esse é capaz de processar cerca de 400 a 500 kg de fibra verde por dia. Após esse processo as fibras vão para a secagem ao sol em varais de arame, um processo que dura cerca de 3 dias e é realizado pelo “extendedor”. Por hectare, esse sistema produtivo gera cerca de 1800 a 2300 kg de fibra seca por ano, que é vendida para empresas de

processamento locais. O dono do campo fica com 45% da renda dessa venda e os demais 55% são administrados pelo dono do motor, que arca com as despesas de todas as operações (corte, transporte, desfibramento e secagem).

O bagaço fermentado é também utilizado para alimentar os ovinos e caprinos, mas é um alimento que pode provocar problemas na digestão dos animais, quando não processado de forma adequada (ALVES; SANTIAGO; LIMA, 2005). Entretanto, esse bagaço é rico em compostos de interesse farmacêutico e diversas moléculas com potencial para a química fina, podendo assim, com tecnologia, gerar produtos muito mais nobres e valiosos (BRANCO et al., 2010; MICHEL-CUELLO et al., 2008; MORÁN et al., 2008; SANTOS et al., 2015). Um fator de atenção é a podridão vermelha do tronco, doença causada pelo fungo *Aspergillus welwitschiae*, a qual tem se disseminado por todas as regiões produtoras, mas que poderia ser convenientemente controlada a partir de um manejo mais adequado (DELLAERT, 2014; DUARTE et al., 2018). Pesquisas para uma maior compreensão dessa enfermidade estão sendo realizadas (DAMASCENO et al., 2019; DUARTE et al., 2018; QUINTANILHA-PEIXOTO et al., 2019) e é importante que se consiga encontrar um controle eficiente.

É interessante perceber que o aumento do preço da fibra nos últimos anos tem levado a um aumento da valorização da cultura, inclusive com programas mais sofisticados de financiamento por parte do Banco do Nordeste (BNB), além daqueles destinados à agricultura familiar. Existem empresários iniciando plantios organizados de maior porte e há significativa valorização das terras nas regiões produtoras.



Figura 3: Diferentes estágios da produção de fibra. (a) Folhas cortadas. (b) Fibras após passarem pela desfibradeira. (c) Bagaço, que é 96% da folha. Fotos: Raya, F. T.

### 3 | ESPÉCIES DE AGAVE DE APLICAÇÃO INDUSTRIAL

Plantas que usam a fotossíntese CAM carregam o estigma de serem extremamente resistentes à seca, porém de crescimento lento. Contudo, plantas



do gênero *Agave* podem atingir produtividades impressionantes e movimentam indústrias em diversas regiões áridas e semiáridas do globo para a produção de bebidas ou de fibra (DAVIS et al., 2015; GARCIA-MOYA; ROMERO-MANZANARES; NOBEL, 2011; MEDINA, 1954; NOBEL, 1994).

Dentre as espécies utilizadas para a produção de fibras destacam-se o *A. sisalana* (sisal), o *A. fourcroydes* (henequén) e a cultivar híbrida 11648 (*A. amaniensis* x *A. angustifolia*) (DAVIS; LONG, 2015; MEDINA, 1954). A principal característica que determina uma espécie como boa produtora de fibra é o comprimento de folha: as espécies destinadas para este fim facilmente possuem folhas maiores que 1,5m, sendo que alguns acessos depositados no banco de germoplasma da EMBRAPA, da UNICAMP e da UFRB possuem folhas que atingem até 2m. *A. sisalana* é a espécie mais cultivada para este fim e sua popularidade se dá pela grande qualidade da sua fibra e pela ausência de espinhos laterais nas folhas (DAVIS; LONG, 2015; SILVA; BELTRÃO, 1999). O material amplamente disseminado pelo mundo é proveniente das mudas introduzidas no sul da Flórida (EUA) pelo cônsul norte-americano em Campeche, Dr. Henry Perrine, em 1834 (MEDINA, 1954). Entretanto, isto supostamente ocasiona uma baixa diversidade genética dos plantios comerciais fora do México, o tornando potencialmente mais susceptível a pragas e doenças.

A segunda espécie mais utilizada para produção de fibras é o *A. fourcroydes*, sendo considerado mais produtivo e resistente à seca que o sisal. Contudo, a presença de espinhos nos bordos das folhas torna essa espécie mais difícil de ser manipulada e uma escolha impopular entre os agricultores brasileiros (MEDINA, 1954; SUINAGA et al., 2007). Apesar disto, no México, *A. fourcroydes* ainda é a espécie mais cultivada para obtenção de fibras (DAVIS; LONG, 2015).

Apesar das espécies do gênero *Agave* hibridizarem naturalmente, apenas o Híbrido 11648 tem relevância comercial (DAVIS; LONG, 2015; SILVA; BELTRÃO, 1999). Popularmente conhecido como o Híbrido Preto, esta cultivar foi desenvolvida na *East African Agricultural Research Station* (Amani), em 1948, a partir do cruzamento entre o *Agave amaniensis* (Sisal Azul) e o *Agave angustifolia*. O *A. amaniensis* (Sisal Azul) é uma espécie de origem desconhecida que foi encontrada em uma área experimental abandonada em Amani e ganhou popularidade entre os produtores africanos por apresentar crescimento rápido e produção de folhas longas e pesadas contendo fibras de maior qualidade (MEDINA, 1954; SILVA; BELTRÃO, 1999). Já o *A. angustifolia* é considerado como espécie ancestral de diversos agaves domesticados como *A. tequilana* (GENTRY, 1982; RODRÍGUEZ-GARAY et al., 2009; VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). Ele chama a atenção por sua alta produtividade, sendo capaz de produzir o dobro do número de folhas de *A. sisalana*, em um terço do tempo. Entretanto, suas folhas são mais curtas, leves e com menor teor de teor de fibras, o que fez com que não se tornasse

uma escolha para os cultivos comerciais (MEDINA, 1954). O Híbrido 11648 é o segundo cultivar mais plantado no Brasil e de grande importância para os territórios africanos (ALVARENGA JR., 2012; SILVA; BELTRÃO, 1999; SUINAGA et al., 2007); é considerado menos susceptível a doença mais importante da cultura, a podridão vermelha do tronco, e mais rústico e produtivo que *A. sisalana* (ALVARENGA JR., 2012; MEDINA, 1954, 1959; SUINAGA et al., 2007).

Em comparação com *A. sisalana*, tanto *A. fourcroydes* quanto o Híbrido 11648 produzem fibras consideradas de pior qualidade e apresentam maior dificuldade para o processamento (MEDINA, 1954). Apesar de não haver comparação direta entre os três agaves quanto a resistência a estresses abióticos, aparentemente há um consenso entre os pesquisadores de que *A. sisalana* é mais susceptível a estes estresses (ALVARENGA JR., 2012; MEDINA, 1954; SUINAGA et al., 2007). Outra cultivar híbrida de destaque é o Híbrido de 400 folhas (Híbrido Branco) (SILVA; BELTRÃO, 1999; SUINAGA et al., 2007), embora em termos de fibras seja bem produtivo e produza muitas folhas, sua presença é rara em plantações comerciais e não há registros da origem desta cultivar. Na Bahia, tanto o Híbrido 11648 quanto o Híbrido de 400 folhas têm substituído *A. sisalana* em regiões mais assoladas pela podridão vermelha, especialmente na região de Monte Santo.

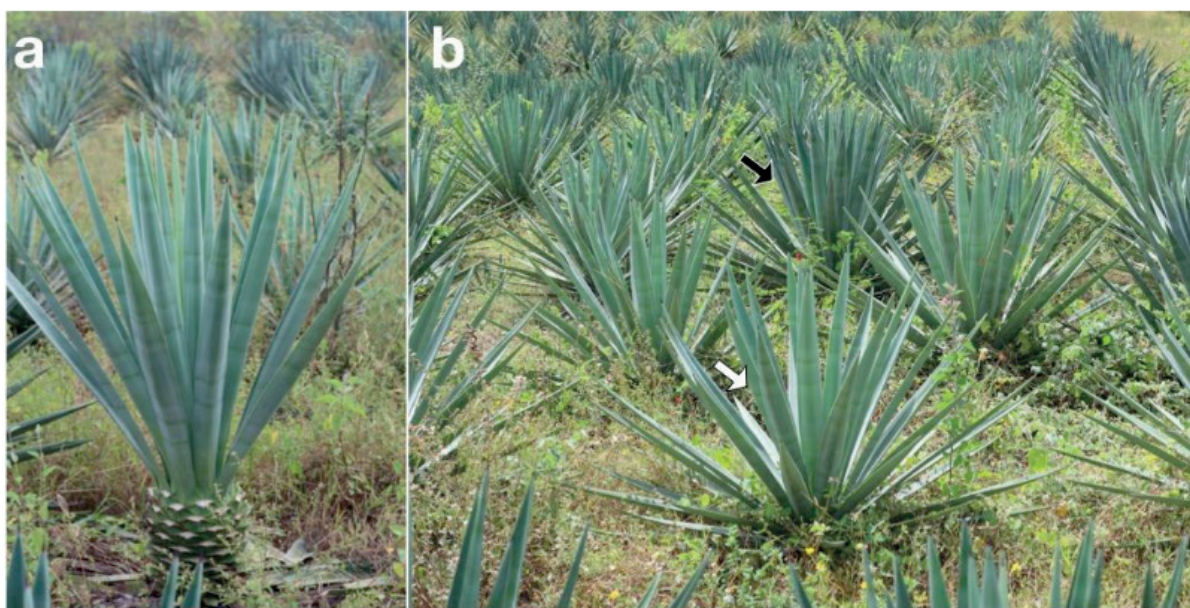


Figura 4: Os três agaves mais cultivados no Brasil. (a) *A. sisalana*; (b) Híbrido 11648 (seta preta) e Híbrido de 400 folhas (seta branca). Fotos: Raya, F. T.

Entre os agaves utilizados pela indústria de bebidas alcoólicas, destacam-se *A. tequilana* e *A. salmiana*. A grande característica de interesse das plantas destinada para este fim é o acúmulo de carboidratos de reserva no seu caule (VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). Para os agaves, os principais carboidratos de reserva são os polímeros de frutose (frutanos) (MANCILLA-MARGALLI; LÓPEZ, 2006; NOBEL,

1988); estes carboidratos são armazenados nos vacúolos das células e, conforme o amadurecimento das plantas, vão se ramificando, o que lhes conferem maior estabilidade (ARRIZON et al., 2010). Uma vez atingido o estado de maturação, a planta inteira é colhida e seu caule (*piña*) é processado para a extração dos açúcares.

A espécie mais utilizada pela indústria de bebidas é o *A. tequilana*, conhecido também como *A. angustifolia* ssp. *tequilana* cult. *azul*. O destilado alcoólico simples desta espécie leva o nome de tequila e movimenta um mercado anual de U\$1,7 bilhão de dólares no Estados Unidos (DISTILLED SPIRITS COUNCIL OF THE UNITED STATES, 2011). Cabe ressaltar que tequila é um produto de denominação de origem controlada (DOC) e, de acordo com a legislação mexicana, só pode ser produzida no estado de Jalisco (México) com a cultivar azul de *A. tequilana* (NOBEL, 1994; VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). Os demais destilados alcoólicos simples originários de outras espécies de agave também possuem DOC, porém todos recebem o nome de Mescal (VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). Eventualmente as espécies *A. angustifolia*, *A. fourcroydes*, *A. mapisaga* e *A. americana* podem ser utilizadas para a produções de bebidas como o pulque (mosto fermentado de agave) ou o Mescal (NOBEL, 1994; VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004), embora *A. salmiana* seja mais eficiente (VALENZUELA-ZAPATA; NABHAN, 2004). No Brasil, não existem plantações comerciais destas espécies.

#### 4 | AGAVES COMO FONTE DE BIORRENOVÁVEIS PARA O SEMIÁRIDO

Recentemente os agaves vêm sendo considerados como potenciais fontes de biomassa para regiões áridas e semiáridas, principalmente por sua alta produtividade e eficiência de uso da água (BORLAND et al., 2014; DAVIS et al., 2017; NOBEL, 1994; OWEN; FAHY; GRIFFITHS, 2016; SOMERVILLE et al., 2010). Dependendo da espécie e região, os agaves comerciais podem produzir de 8.5 a 22 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (DAVIS; LEBAUER; LONG, 2014), entretanto algumas espécies não convencionais como *A. salmiana* chegam até 40 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de biomassa seca (NOBEL; GARCIA-MOYA; QUERO, 1992). Testes de campo no Arizona (EUA) utilizando *A. americana* encontraram rendimentos entre 4,0–9,3 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de biomassa total utilizando irrigação de 300-530 mm ano<sup>-1</sup>. Tais produtividades são maiores que culturas do semiárido tradicionais no Arizona, como algodão, que atinge 1,5 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, porém com menor consumo de água (DAVIS et al., 2017). No entanto, a análise teórica indica que *A. tequilana* poderia alcançar produtividades potenciais ainda maiores (38 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de biomassa seca) (OWEN; FAHY; GRIFFITHS, 2016). De acordo com o modelo de Owen & Griffiths (2016), as produtividades estimadas de *A.*

*tequilana* nas condições do semiárido brasileiro poderiam atingir 17-19 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de biomassa seca. Considerando a taxa de conversão de biomassa a etanol (OWEN; GRIFFITHS, 2014), estima-se que a produção brasileira de álcool de agave poderia alcançar 5,9 mil L ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, o que é praticamente o dobro da produtividade média nacional de etanol de cana-de-açúcar obtida em 2017 (2,7 mil L ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) (CONAB, 2018).

Além de suas produtividades, os agaves apresentam outras vantagens para a produção de biorrenováveis e biocombustíveis, como abundância de carboidratos não estruturais (polímeros de frutose) que podem ser “estocados” em campo (ARRIZON et al., 2010; BORLAND et al., 2009); alta proporção entre parte aérea e raiz, pois apenas 10% da biomassa é raiz (BORLAND et al., 2009; NOBEL, 1988), o que significa que grande parte da biomassa produzida pode ser colhida; e baixos teores de lignina (BORLAND et al., 2009; DAVIS; LONG, 2015; SMITH, 2008). Sob a perspectiva de produção de biocombustíveis lignocelulósicos, lignina é o polímero da parede celular de maior relevância, sendo a maior causa de recalcitrância e principal barreira para obtenção de produtos derivados de biomassa (RAGAUSKAS et al., 2014; SIMMONS; LOQUÉ; RALPH, 2010).

Embora existam diferenças quanto a espécies e cultivares, a composição da parede celular dos agaves apresenta altos teores de celulose (43-78%) e baixos de lignina, podendo variar entre 4,9 e 16% (BORLAND et al., 2009; DAVIS; LONG, 2015), sendo que as frações de lignina podem alcançar valores muito inferiores a outras culturas energéticas como *Mischantus giganteus* (18-21%), cana-de-açúcar (25-27%) e eucalipto (26-32%) (BORLAND et al., 2009; DAVIS; DOHLEMAN; LONG, 2011; LEÃO et al., 2016; MORGAN et al., 2016; RAYA, 2018). Ademais, estudos com os resíduos agrícolas da produção de tequila e sisal indicam a presença de diversos ácidos orgânicos, como ácido succínico, carboidratos, como manitol, e flavonoides, como o kaempfeol, além de pectinas e saponinas, que apresentam alto potencial tecnológico para a indústria farmacêutica e cosmética e que poderiam ser explorados em sistemas de biorrefinarias (BORLAND et al., 2009; BRANCO et al., 2010; DAVIS et al., 2017; DELLAERT, 2014; LACERDA et al., 2012; MICHEL-CUELLO et al., 2008; MORÁN et al., 2008; SANTOS et al., 2015).

## 5 | DESAFIOS E OPORTUNIDADES

A agaveicultura, tanto para produção de fibras como para etanol, possui alguns desafios comuns, destacando-se o tempo de cultivo e a baixa mecanização (NÚÑEZ; RODRÍGUEZ; KHANNA, 2011). Na média, o tempo de maturação dos agaves é de 3-5 anos, o que pode ser menos atrativo em relação a outras culturas. No Brasil, há uma evidente falta de preocupação dos agricultores com a sanidade

vegetal, sendo comum a utilização de mudas de péssima procedência, que oferecem baixa produtividade e estão muitas vezes contaminadas com o fungo da podridão vermelha. Além disso, não há controle das variedades cultivadas e nem indicação de usos das mesmas. É fundamental, para o correto desenvolvimento dessa cultura, que sejam desenvolvidas tecnologias para produção de mudas saudáveis em larga escala, com a micropropagação (HOLTUM et al., 2011; RODRÍGUEZ-GARAY; RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ, 2018), e que sejam introduzidas novas espécies e variedades de forma a enriquecer os bancos de germoplasma brasileiros. A partir disso será possível identificar as melhores cultivares para os diferentes usos e regiões, o que poderá tornar a agaveicultura uma das grandes fontes de biomassa para o país. Para se ter uma ideia desse potencial, atualmente, apesar da rusticidade dos plantios, a atividade do sisal emprega, direta e indiretamente, cerca de 850 mil pessoas (DELLAERT, 2014), tendo portanto grande importância econômica, social e ambiental.

O processamento de resíduos do campo também representa uma oportunidade para a exploração comercial dos agaves. Esse material é rico em diversos compostos de interesse industrial que poderiam ser utilizados para outros fins comerciais. A cana-de-açúcar experimentou situação parecida na década de 70, quando o Brasil iniciou o Próálcool e o bagaço era um grande problema ambiental. Nesse setor, a solução encontrada foi a conversão desse material em energia elétrica a partir da queima em caldeiras. Hoje em dia é produzido cerca de 27,1 TWh anualmente desse material, sendo a segunda maior fonte de energia elétrica renovável no país (EPE, 2019). No caso do sisal, entretanto, a situação é diferente. Trata-se de agricultura familiar, com nível de organização muito baixo e pouca capacidade de investimento. Assim, uma possibilidade para geração de energia a partir do bagaço do sisal está na geração de biogás, que é feita a partir de digestão anaeróbia e tem uma contribuição importante para a produção de biometano e biohidrogênio (DAS; VEZIROGLU, 2008). Dessa forma, esta é uma solução simples e eficiente para o uso do bagaço do sisal, consistindo numa grande oportunidade de desenvolvimento agrícola e socioeconômico para o semiárido brasileiro.

Nos últimos 50 anos, a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera aumentou de valores médios entre 250 e 300 ppm para valores acima de 400 ppm (DLUGOKENCKY; TANS, 2020). A correlação entre esses dados e o aumento da temperatura global é alta e são conhecidos os impactos que isso traz para o ecossistema e a sociedade. Sendo assim, a descarbonização da atmosfera se tornou uma obrigação global e diversos acordos tentam remediar essa situação de aumento de temperatura.

O Brasil é um país com grande importância no setor bioenergético e de sustentabilidade e o programa RenovaBio é uma surpreendente contribuição para a redução dos efeitos das mudanças climáticas, focando em promover o aumento dos

combustíveis renováveis na matriz energética brasileira. Este programa visa tornar o mercado de biocombustíveis mais competitivo e diminuir as emissões de gases de efeito estufa, a partir de um mecanismo de mercado: as emissões evitadas se tornarão um título, o Cbio, que será negociado no mercado da bolsa de valores. Em um primeiro momento, as distribuidoras de combustíveis serão obrigadas a adquirir Cbios para descarbonizar uma parte do volume de combustíveis fósseis comercializados, mas espera-se que, mais adiante, tal crédito seja visto como um ativo de alto valor. Dessa forma, é fundamental que identifiquemos fontes renováveis de carbono e energia capazes não só de substituir as fontes fósseis, mas também de corrigir os danos já provocados por essas fontes de energia.

O RenovaBio é uma maneira de impulsionar o aumento do interesse em pesquisas sobre bioenergia e biorrenováveis a partir de agaves, por conta do grande potencial apresentado por estas plantas e também pelo iminente aumento da temperatura global (BORLAND et al., 2009). Entretanto, é necessário também investimento público para que se possa organizar o setor de modo a trazer desenvolvimento sustentável à região, para possibilitar a retomada das atividades diminuídas desde o final dos anos 70. É essencial estudar plantas capazes de sobreviverem com excelência e que possuem grandes produtividades em ambientes tão inóspitos. O Brasil tem um enorme potencial para desenvolver essa região de modo sustentável, gerando empregos, energia e resultados econômicos atraentes, os quais podem ser muito maiores se pudermos melhorar o cultivo e as suas aplicações.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e com o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, projeto Nexus: Intergração Sisal-Caatinga (CNPq processo n. 441625/2017-7).

## REFERÊNCIAS

ALVARENGA JR., E. R. **Cultivo e aproveitamento do Sisal (Agave sisalana)**. Dossiê técnico, p. 24, 2012.

ALVES, M. O.; SANTIAGO, E. G.; LIMA, A. R. M. **Diagnóstico socioeconômico do setor sisaleiro do Nordeste brasileiro**. 4. ed. [s.l.] Série Documentos do ETENE, 2005.

ARRIZON, J. et al. **Comparison of the water-soluble carbohydrate composition and fructan structures of Agave tequilana plants of different ages**. Food Chemistry, v. 122, n. 1, p. 123–130, set. 2010.

- BLUNDEN, G.; YI, Y. I.; JEWERS, K. **The comparative leaf anatomy of Agave, Beschorneria, Doryanthes and Furcraea species (Agavaceae: Agaveae)**. Botanical Journal of the Linnean Society, v. 66, n. 2, p. 157–179, 1 fev. 1973.
- BORLAND, A. M. et al. **Exploiting the potential of plants with crassulacean acid metabolism for bioenergy production on marginal lands**. Journal of Experimental Botany, v. 60, n. 10, p. 2879–2896, 2009.
- BORLAND, A. M. et al. **Engineering crassulacean acid metabolism to improve water-use efficiency**. Trends in Plant Science, v. 19, n. 5, p. 327–338, 2014.
- BRANCO, A. et al. **D-Mannitol from Agave sisalana biomass waste**. Industrial Crops and Products, v. 32, n. 3, p. 507–510, 2010.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira. Cana-de-açúcar - Terceiro levantamento, safra 2018/19, dezembro/2018**. p. 73, 2018.
- COUSINS, S. R.; WITKOWSKI, E. T. F. **African aloe ecology: A review**. Journal of Arid Environments, v. 85, p. 1–17, out. 2012.
- DAMASCENO, C. L. et al. **Postharvest biocontrol of anthracnose in bananas by endophytic and soil rhizosphere bacteria associated with sisal (Agave sisalana) in Brazil**. Biological Control, v. 137, p. 104016, out. 2019.
- DAS, D.; VEZIROGLU, T. **Advances in biological hydrogen production processes**. International Journal of Hydrogen Energy, v. 33, n. 21, p. 6046–6057, nov. 2008.
- DAVIS, S. C. et al. **Toward systems-level analysis of agricultural production from crassulacean acid metabolism (CAM): Scaling from cell to commercial production**. New Phytologist. n. February 2016, 2015.
- DAVIS, S. C. et al. **Productivity and water use efficiency of Agave americana in the first field trial as bioenergy feedstock on arid lands**. GCB Bioenergy, v. 9, n. 2, p. 314–325, 2017.
- DAVIS, S. C.; DOHLEMAN, F. G.; LONG, S. P. **The global potential for Agave as a biofuel feedstock**. GCB Bioenergy, v. 3, n. 1, p. 68–78, 2011.
- DAVIS, S. C.; LEBAUER, D. S.; LONG, S. P. **Light to liquid fuel: theoretical and realized energy conversion efficiency of plants using Crassulacean Acid Metabolism (CAM) in arid conditions**. Journal of Experimental Botany, v. 65, n. 13, p. 3471–3478, jul. 2014.
- DAVIS, S. C.; LONG, S. P. **Sisal/Agave**. In: CRUZ, V. M. V.; DIERIG, D. A. (Eds.). Handbook of Plant Breeding. New York, NY: Springer New York, 2015. v. 9p. 335–349.
- DELLAERT, S. N. C. **Sustainability Assessment of the Production of Sisal Fiber in Brazil**. n. 2009, p. 84, 2014.
- DISTILLED SPIRITS COUNCIL OF THE UNITED STATES. **U.S. tequila market at a glance**. Distilled Spirits Council of the United States, 2011.
- DLUGOKENCKY, E.; TANS, P. **Trends in atmospheric carbon dioxide**. National Oceanic & Atmospheric Administration, Earth System Research Laboratory (NOAA/ESRL), 2019.
- DUARTE, E. A. A. et al. **Putting the mess in order: Aspergillus welwitschiae (and not A. niger) is the etiological agent of sisal bole rot disease in Brazil**. Frontiers in Microbiology, v. 9, n. JUN, 2018.

- EPE. **Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis 2018**. p. 77, 2019.
- FAO. **FAO Statistics Division**.
- GARCIA-MOYA, E.; ROMERO-MANZANARES, A.; NOBEL, P. S. **Highlights for Agave Productivity**. GCB Bioenergy, v. 3, n. 1, p. 4–14, 2011.
- GENTRY, H. S. **Agaves of Continental North America**. Tucson: University of Arizona Press, 1982.
- HOLTUM, J. A. M. et al. **Agave as a biofuel feedstock in Australia**. GCB Bioenergy, v. 3, n. 1, p. 58–67, 2011.
- KEELEY, J. E.; RUNDEL, P. W. **Evolution of CAM and C4 Carbon-Concentrating Mechanisms**. International Journal of Plant Sciences, v. 164, n. S3, p. S55–S77, 2003.
- LACERDA, T. M. et al. **Saccharification of Brazilian sisal pulp: Evaluating the impact of mercerization on non-hydrolyzed pulp and hydrolysis products**. Cellulose, v. 19, n. 2, p. 351–362, 2012.
- LEÃO, D. A. S. et al. **Production of Energy—The Second Generation Ethanol and Prospects**. In: [s.l.: s.n.], p. 165–179, 2016.
- MANCILLA-MARGALLI, N. A.; LÓPEZ, M. G. **Water-Soluble Carbohydrates and Fructan Structure Patterns from Agave and Dasyliirion Species**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 54, n. 20, p. 7832–7839, out. 2006.
- MEDINA, J. C. **O Sisal**. [s.l.] Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1954.
- MEDINA, J. C. **Plantas Fibrosas da Flora Mundial**. [s.l.] Instituto Agronômico de Campinas, 1959.
- MICHEL-CUELLO, C. et al. **Quantitative Characterization of Nonstructural Carbohydrates of Mezcal Agave (Agave salmiana Otto ex Salm-Dick)**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 56, n. 14, p. 5753–5757, jul. 2008.
- MORÁN, J. I. et al. **Extraction of cellulose and preparation of nanocellulose from sisal fibers**. Cellulose, v. 15, n. 1, p. 149–159, 2008.
- MORGAN, T. J. et al. **Fast Pyrolysis of Tropical Biomass Species and Influence of Water Pretreatment on Product Distributions**. PLOS ONE, v. 11, n. 3, p. e0151368, mar. 2016.
- NAVES, I. **Sisal Brasil – Observações 2018**.
- NOBEL, P. S. **Environmental biology of agaves and cacti**. [s.l.] Cambridge University Press, 1988.
- NOBEL, P. S. **Remarkable Agaves and Cacti**. [s.l.] Oxford University Press, 1994.
- NOBEL, P. S.; GARCIA-MOYA, E.; QUERO, E. **High annual productivity of certain agaves and cacti under cultivation**. Plant, Cell and Environment, v. 15, n. 3, p. 329–335, abr. 1992.
- NÚÑEZ, H. M.; RODRÍGUEZ, L. F.; KHANNA, M. **Agave for tequila and biofuels: an economic assessment and potential opportunities**. GCB Bioenergy, v. 3, n. 1, p. 43–57, fev. 2011.
- OWEN, N. A.; FAHY, K. F.; GRIFFITHS, H. **Crassulacean acid metabolism (CAM) offers sustainable bioenergy production and resilience to climate change**. GCB Bioenergy, v. 8, n. 4, p.



737–749, 2016.

OWEN, N. A.; GRIFFITHS, H. **Marginal land bioethanol yield potential of four crassulacean acid metabolism candidates (Agave fourcroydes, Agave salmiana, Agave tequilana and Opuntia ficus-indica) in Australia.** GCB Bioenergy, v. 6, n. 6, p. 687–703, 2014.

QUINTANILHA-PEIXOTO et al. **Calm Before the Storm: A Glimpse into the Secondary Metabolism of Aspergillus welwitschiae, the Etiologic Agent of the Sisal Bole Rot.** Toxins, v. 11, n. 11, p. 631, out. 2019.

RADDING, C. **The children of mayahuel: Agaves, human cultures, and desert landscapes in northern Mexico.** Environmental History, v. 17, n. 1, p. 84–115, 2012.

RAGAUSKAS, A. J. et al. **Lignin valorization: Improving lignin processing in the biorefinery.** Science, v. 344, n. 6185, 2014.

RAYA, F. T. **Agave gene expression for bioenergy.** [s.l.] University of Campinas, 2018.

RODRÍGUEZ-GARAY, B. et al. **Morphological and molecular diversity of Agave tequilana Weber var. Azul and Agave angustifolia Haw. var. Lineño.** Industrial Crops and Products, v. 29, n. 1, p. 220–228, jan. 2009.

RODRÍGUEZ-GARAY, B.; RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ, J. M. **Micropropagation of Agave Species.** In: [s.l.] Humana Press, 2018. p. 151–159.

SALVADOR CESA, F.; TURRA, A.; BARUQUE-RAMOS, J. **Synthetic fibers as microplastics in the marine environment: A review from textile perspective with a focus on domestic washings.** Science of The Total Environment, v. 598, p. 1116–1129, nov. 2017.

SANTOS, J. D. G. et al. **Chemicals from agave sisalana biomass: Isolation and identification.** International Journal of Molecular Sciences, v. 16, n. 4, p. 8761–8771, 2015.

SARWAR, M. B. et al. **De novo assembly of Agave sisalana transcriptome in response to drought stress provides insight into the tolerance mechanisms.** Scientific Reports, v. 9, n. 1, p. 1–14, 2019.

SILVA, O. R. R. F.; BELTRÃO, N. E. DE M. **O agronegócio do sisal no Brasil.** Brasília, DF: Embrapa, 1999.

SIMCHA, L. Y. **How monocarpic is Agave?** Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, v. 230, p. 12–13, 2017.

SIMMONS, B. A.; LOQUÉ, D.; RALPH, J. **Advances in modifying lignin for enhanced biofuel production.** Current Opinion in Plant Biology, v. 13, n. 3, p. 312–319, jun. 2010.

SMITH, A. M. **Prospects for increasing starch and sucrose yields for bioethanol production.** The Plant Journal, v. 54, n. 4, p. 546–558, maio 2008.

SOMERVILLE, C. et al. **Feedstocks for lignocellulosic biofuels.** Science, v. 329, n. 5993, p. 790–792, 2010.

STEWART, J. R. **Agave as a model CAM crop system for a warming and drying world.** Frontiers in Plant Science, v. 6, n. September, 2015.

SUINAGA, F. A. et al. **Avaliação agrônômica de Oito Genótipos de Sisal (Agave spp.).** Comunicado Técnico, p. 3–5, 2007.

UNESCO. **Botanical Garden (Orto Botanico), Padua**, 2020.

VALENZUELA-ZAPATA, A. G.; NABHAN, G. P. **¡Tequila!: A Natural and Cultural History**. Tucson: University of Arizona Press, 2004.

WINTER, K.; SMITH, J. **Crassulacean acid metabolism: biochemistry, ecophysiology and evolution**. [s.l: s.n.].

YANG, X. et al. **A roadmap for research on crassulacean acid metabolism (CAM) to enhance sustainable food and bioenergy production in a hotter, drier world**. *New Phytologist*, v. 207, n. 3, p. 491–504, 2015.

YIN, H. et al. **Diel rewiring and positive selection of ancient plant proteins enabled evolution of CAM photosynthesis in Agave**. *BMC Genomics*, v. 19, n. 1, p. 1–16, 2018.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CLEBERTON CORREIA SANTOS** - Graduado em Tecnologia em Agroecologia, Mestre e Doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Atualmente é pesquisador pós-doutorado (PNPD – CAPES) pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da UFGD, desenvolvendo atividades de pesquisa e docência na graduação, mestrado e doutorado. Tem experiência em Ciências Agrárias, atuando nos seguintes temas: Agricultura Sustentável, Uso de Resíduos Sólidos Orgânicos, Indicadores de Sustentabilidade, Substratos e Propagação de Plantas, Plantas nativas e medicinais, Estresse por Alumínio em Sementes, Crescimento, Ecofisiologia, Nutrição e Metabolismo de Plantas, Planejamento e Análises de Experimentais Agrícolas. e-mail: cleber\_frs@yahoo.com.br. ORCID: 0000-0001-6741-2622. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6639439535380598>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Ácido Láurico 1, 7, 8, 9, 10, 11

Agave 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57

Arecacea 1, 2

### B

Bem-estar social 41

Bioenergia 41, 53

Biomassa 41, 50, 51, 52

Biorrenováveis 41, 50, 51, 53

### C

Caatinga 2, 4, 7, 9, 12, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 53

Certificação 23, 24, 25, 32

Construção civil 22, 23, 24, 25, 32, 33, 35, 36

Construção sustentável 23, 24, 25

### F

Fibras naturais 41, 45

Fundo Rotativo Solidário 14, 18, 19

### G

Gestão Ambiental 23

### I

Importância nutricional 3

### M

Meio Ambiente 26, 28, 32, 33, 35, 36, 38

### N

Nordeste 3, 7, 8, 9, 12, 16, 35, 37, 38, 40, 47, 53

### P

Palma 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Preservação 24, 27, 28, 31, 32, 35, 36, 37, 38

## S

Segurança forrageira 14, 16, 18, 20

Semiárido 1, 7, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 35, 36, 43, 45, 50, 51, 52

Sisal 40, 41, 42, 44, 45, 46, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Sustentabilidade 7, 15, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 52, 58

## U

Unidades de conservação 35, 36, 37, 38

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**