

As Regiões Semiáridas e suas Especificidades 3

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

 **Atena**
Editora
Ano 2019

Alan Mario Zuffo
(Organizador)

As Regiões Semiáridas e suas Especificidades 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

R335 As regiões semiáridas e suas especificidades 3 [recurso eletrônico] /
Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena
Editora, 2019. – (As Regiões Semiáridas e suas Especificidades;
v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-192-3

DOI 10.22533/at.ed.923191503

1. Regiões áridas – Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 333.7369

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*As Regiões Semiáridas e suas Especificidades*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 23 capítulos, com conhecimentos tecnológicos das regiões semiáridas e suas especificidades.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. O semiárido brasileiro tem características peculiares, alimentares, culturais, edafoclimáticas, étnicas, entre outros. Tais diversidades culminam no avanço tecnológico, nas áreas de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Agropecuária e Ciências de Alimentos que visam o aumento produtivo e melhorias no manejo e preservação dos recursos naturais, bem como conhecimentos nas áreas de políticas públicas, pedagógicas, entre outros. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes no semiárido brasileiro e, também nas demais regiões brasileiras.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a região semiárida brasileira e suas especificidades. As transformações tecnológicas dessa região são possíveis devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos, os agradecemos do Organizador e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para o semiárido brasileiro, assim, garantir perspectivas de solução para o desenvolvimento local e regional para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
IMPACTOS DO PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DO SÃO FRANCISCO PARA A AGRICULTURA IRRIGADA	
Getúlio Pamplona de Sousa Joab das Neves Correia Laryssa de Almeida Donato	
DOI 10.22533/at.ed.9231915031	
CAPÍTULO 2	13
INFLUÊNCIA DOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO SOBRE OS NÍVEIS DE GLICOSE CIRCULANTE EM CAPRINOS E OVINOS NO SEMIÁRIDO PARAIBANO	
Luanna Figueirêdo Batista Bonifácio Benício de Souza Adriana Trindade Soares Maria Dalva Bezerra de Alcântara Nágela Maria Henrique Mascarenhas Évylla Layssa Gonçalves Andrade Gustavo de Assis Silva Fábio Santos do Nascimento Maycon Rodrigues da Silva Fabíola Franklin de Medeiros João Paulo da Silva Pires Júlia Laurindo Pereira Adalmira Bezerra de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.9231915032	
CAPÍTULO 3	19
INUNDAÇÃO, CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE IPANGUAÇU/RN	
Juliana Rayssa Silva Costa Adalfran Herbert da Silveira Fernando Moreira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.9231915033	
CAPÍTULO 4	30
LEVANTAMENTO ETNOBOTÂNICO DE MATA CILIAR EM COMUNIDADE RIBEIRINHA DO MUNICÍPIO DE PATOS, SEMIÁRIDO NORDESTINO	
Gabriela Gomes Ramos Maria das Graças Veloso Marinho Géssica dos Santos Vasconcelos Rosivânia Jerônimo de Lucena	
DOI 10.22533/at.ed.9231915034	
CAPÍTULO 5	41
MINERALIZAÇÃO E PERDAS DE NITROGÊNIO DA UREIA EM LUVISSOLO CRÔMICO	
Rayanne Maria Galdino Silva Viviane Borges Dias Josinaldo Lopes Araújo Elidayane de Nóbrega Santos	
DOI 10.22533/at.ed.9231915035	

CAPÍTULO 6 48

MONITORAMENTO DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE QUALIDADE DA ÁGUA DOS MACEIÓS PARAIBANOS DE INTERMARES E BESSA

Ane Josana Dantas Fernandes
Maria Mônica Lacerda Martins Lúcio
Liz Jully Hiluey Correia
Alan Ferreira de Araújo
Edilma Rodrigues Bento Dantas

DOI 10.22533/at.ed.9231915036

CAPÍTULO 7 65

MORFOLOGIA DE FRUTOS, SEMENTES E PLÂNTULAS DE *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (APOCYNACEAE)

Danilo Dantas da Silva
Maria do Socorro de Caldas Pinto
Marília Gabriela Caldas Pinto
Fabrício da Silva Aguiar
Vinicius Staynne Gomes Ferreira
Sebastiana Renata Vilela Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.9231915037

CAPÍTULO 8 76

NÚCLEO URBANO DE INTERESSE SOCIAL EM DISCUSSÃO: ABORDAGEM NO MUNICÍPIO DE PAU DOS FERROS/RN

Daniela de Freitas Lima
Almir Mariano de Sousa Junior
Joseney Rodrigues de Queiroz Dantas

DOI 10.22533/at.ed.9231915038

CAPÍTULO 9 86

PARQUE ESTADUAL PICO DO JABRE *VERSUS* REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

Ana Luiza Fortes da Silva
Ane Cristine Fortes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.9231915039

CAPÍTULO 10 92

PERMANÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA NO CULTIVO DO MILHO NO SEMIÁRIDO

Jean Lucas Pereira Oliveira
Carlos Alessandro Chioderoli
Elivânia Maria Sousa Nascimento
Rita de Cássia Peres Borges
Francisca Edcarla de Araújo Nicolau
Marcelo Queiroz Amorim

DOI 10.22533/at.ed.92319150310

CAPÍTULO 11 104

PERSPECTIVAS, ANÁLISES E CONTRIBUIÇÕES: A PERCEPÇÃO DOS ASSOCIADOS DA COOPERATIVA DOS ALUNOS DA ESCOLA AGRÍCOLA DE JUNDIAÍ - COOPEAJ

Damião Ferreira da Silva Neto
João Paulo Teixeira Viana
Adailton de Moura Costa
Veniane Lopes da Silva
João Lucas do Nascimento Neto
Júlio César de Andrade Neto

DOI 10.22533/at.ed.92319150311

CAPÍTULO 12 114

PESQUISA DE CEPAS DA FAMÍLIA ENTEROBACTERIACEAE EM CARNE DE FRANGO 'IN NATURA' COMERCIALIZADA EM PATOS – PB

Talita Ferreira de Moraes
Vitor Martins Cantal
Júlia Laurindo Pereira
Rosália Severo de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.92319150312

CAPÍTULO 13 125

POLÍTICAS PÚBLICAS PARA PROMOVER A CONVIVÊNCIA COM AS SECAS E USO DA ÁGUA DE CISTERNAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO COMO ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE

Gáudia Maria Costa Leite Pereira
Xenusa Pereira Nunes
Monica Aparecida Tomé Pereira

DOI 10.22533/at.ed.92319150313

CAPÍTULO 14 133

POTENCIAL ANTIMICROBIANO DO ÓLEO ESSENCIAL DE ALGRIZEA MINOR FRENTE A *Staphylococcus aureus*

Graziela Cláudia da Silva
Alexandre Gomes da Silva
Luciclaudio Cassimiro de Amorim
Marcia Vanusa da Silva
Paloma Maria da Silva
Maria Tereza dos Santos Correia

DOI 10.22533/at.ed.92319150314

CAPÍTULO 15 142

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DA CULTURA FORRAGEIRA CUNHÃ (*Clitoria ternata* L.) CULTIVADAS EM DOIS NÍVEIS DE ADUBAÇÃO, COM ESTERCO CAPRINO E BOVINO

Aldenir Feitosa dos Santos
Monizy da Costa Silva
Amanda Lima Cunha
José Crisólogo de Sales Silva
Jessé Marques da Silva Junior Pavão
Simone Paes Bastos Franco

DOI 10.22533/at.ed.92319150315

CAPÍTULO 16	157
PRELIMINARY SURVEY OF THE LARGE AND MEDIUM SIZE TERRESTRIAL MAMMALS IN THE STATE PARK OF SETE PASSAGENS, BAHIA	
Rosana da Silva Peixoto	
DOI 10.22533/at.ed.92319150316	
CAPÍTULO 17	167
PRODUÇÃO DE PELLETS DE CAPIM-ELEFANTE (<i>Pennisetum purpureum Schum</i>) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS	
Rosimeire Cavalcante dos Santos	
Izabelle Rodrigues Ferreira Gomes	
Cynthia Patricia de Sousa Santos	
Sarah Esther de Lima Costa	
Ana Carolina de Carvalho	
Damião Ferreira da Silva Neto	
Renato Vinícius Oliveira Castro	
Angélica de Cássia Oliveira Carneiro	
DOI 10.22533/at.ed.92319150317	
CAPÍTULO 18	177
RICHNESS AND DISTRIBUTION OF MOSSES IN A BRAZILIAN DRY FOREST	
Evyllen Rita Fernandes de Souza	
Joan Bruno Silva	
Shirley Rangel Germano	
DOI 10.22533/at.ed.92319150318	
CAPÍTULO 19	191
SECAGEM DE QUIABO (<i>Abelmoschus esculentus L. Moench</i>) EM ESTUFA	
Teresa Letícia Barbosa Silva	
Vimário Simões Silva	
DOI 10.22533/at.ed.92319150319	
CAPÍTULO 20	202
SOINGA: UMA NOVA RAÇA PARA PRODUZIR NO SEMIÁRIDO	
Fabíola Franklin de Medeiros	
Fábio Santos do Nascimento	
Nágela Maria Henrique Mascarenhas	
Luanna Figueirêdo Batista	
Mirella Almeida da Silva	
Antonio Leopoldino Neto	
Maycon Rodrigues da Silva	
João Paulo da Silva Pires	
Deivyson Kelvis Silva Barros	
Paloma Venâncio da Silva	
Leonardo Flor da Silva	
Bruna Marques Felipe	
Bonifácio Benicio de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.92319150320	

CAPÍTULO 21	206
TECNOLOGIA MITIGADORA DOS EFEITOS DA SECA EM ESPÉCIES DA CAATINGA COMO ESTRATEGIA PARA O RECAATINGAMENTO	
Carlos Alberto Lins Cassimiro Francisco de Sales Oliveira Filho Lidiana Vitória Calisto Alencar Selma dos Santos Feitosa Edvanildo Andrade da Silva Eliezer da Cunha Siqueira	
DOI 10.22533/at.ed.92319150322	
CAPÍTULO 22	214
UM SER-TÃO OUTRO: DOIS PONTOS, DUAS VISTAS	
Amilton Gonçalves dos Santos Nilha Verena Fonseca Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.92319150322	
CAPÍTULO 23	226
UTILIZAÇÃO DA ESTATÍSTICA PARA DIAGNÓSTICO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E O ACESSO À ÁGUA DOS MORADORES DA ZONA URBANA DE ESPERANÇA - PARAÍBA	
Joyce Salviano Barros de Figueiredo Ana Rebeca de Melo Araújo Francisco Ian Batista da Silva Mylla Christian Bezerra de Oliveira André Luiz Fiquene de Brito	
DOI 10.22533/at.ed.92319150323	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	235

PRODUÇÃO DE PELLETS DE CAPIM-ELEFANTE (*Pennisetum purpureum Schum*) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS

Rosimeire Cavalcante dos Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba – Rio Grande do Norte

Izabelle Rodrigues Ferreira Gomes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba – Rio Grande do Norte

Cynthia Patricia de Sousa Santos

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba – Rio Grande do Norte

Sarah Esther de Lima Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba – Rio Grande do Norte

Ana Carolina de Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba – Rio Grande do Norte

Damião Ferreira da Silva Neto

Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
Unidade Acadêmica Especializada em Ciências
Agrárias
Macaíba – Rio Grande do Norte

Renato Vinícius Oliveira Castro

Universidade Federal de São João Del Rei,

Departamento de Ciências Agrárias
Sete Lagoas – Minas Gerais

Angélica de Cássia Oliveira Carneiro

Universidade Federal de Viçosa, Departamento
de Ciências Florestais
Viçosa – Minas Gerais

RESUMO: O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) apresenta-se como fonte de diversificação da matriz energética no semiárido brasileiro pela sua alta produtividade em um curto ciclo de desenvolvimento. Nesse sentido, uma alternativa eficaz que viabiliza a utilização energética desta gramínea é a pelletização, processo que permite a obtenção de produtos com densidades superiores às dos resíduos de origem, conferindo maior qualidade energética ao produto final. Objetivou-se produzir e avaliar a qualidade de pellets a partir dos resíduos de capim-elefante sob diferentes tratamentos. Caracterizou-se os resíduos a partir da determinação da umidade, análise química imediata e estrutural, poder calorífico superior, poder calorífico útil e densidade a granel. Para produção de pellets foram estabelecidos três tratamentos, sendo estes: T1 - 100% capim; T2 - capim sob adição de amido de trigo e T3 - capim sob adição de vapor. A caracterização dos pellets deu-se por meio das análises do poder calorífico superior e poder calorífico útil,

dimensões, densidade a granel, durabilidade, porcentagens de finos, dureza, umidade de equilíbrio higroscópico e densidade energética. Procedeu-se à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, com auxílio do software R. O tratamento T2 (capim + amido de milho) apresentou valores interessantes como baixos teores de cinzas e finos, alta durabilidade mecânica e dureza, conferindo a esse tratamento a melhor avaliação para produção de pellets. Conclui-se que os produtos obtidos foram homogêneos e de fácil manuseio, sendo, portanto, alternativa viável de fonte de renda para a população do semiárido.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa, pelletização, potencial energético.

ABSTRACT: Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) is a source of diversification of the energy matrix in the Brazilian semi-arid region due to its high productivity in a short development cycle. In this sense, an effective alternative that makes possible an energetic application of this grass is pelletization, a process that allows to obtain a greater quantity of products with density of origin residues, giving a higher quality to the final product. The aim of this work was to produce and evaluate the quality of pellets from elephantgrass residues under different treatments. Residues were characterized from moisture determination, immediate and structural chemical analysis, higher calorific value, useful calorific value and bulk density. For pellet production, three treatments were established: T1 - 100% grass; T2 - grass with addition of wheat starch and T3 - grass with addition of steam. The characterization of the pellets was carried out by means of the analyzes of the superior calorific value and useful calorific value, dimensions, bulk density, durability, percentages of fines, hardness, hygroscopic equilibrium moisture and energy density. The variance analysis was performed by the F test, and the means were compared by the Tukey test using software R. The treatment T2 (grass + corn starch) presented interesting values as low ash and fine contents, high mechanical durability and hardness, giving this treatment the best evaluation for pellet production. It is concluded that the products obtained were homogeneous and easy to handle, being, therefore, a viable alternative source of income for the population of the semiarid.

KEYWORDS: Biomass, pelletization, energy potential.

1 | INTRODUÇÃO

A cadeia de produção energética mundial é dependente do petróleo e do carvão mineral. Essas duas fontes vêm dominando o abastecimento da produção de energia a partir da revolução industrial, entre os séculos XVIII e XIX. Já no século XX, iniciou-se a busca por alternativas mais limpas de produção energética que sejam menos ofensivas ao planeta (ALVES, 2014).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) é uma forrageira perene, com alta taxa de crescimento, alta produtividade e os vários estudos com capim-elefante revelaram que a escolha da cultivar se deve a adaptação desta às condições edafo-

climáticas e ao seu desempenho produtivo (SILVA et al., 2001).

Tal adaptação é de suma importância para seu cultivo na região do semiárido, desta forma a sua utilização, além de forrageio, pode ser na produção de pellets com fins energéticos. A pelletização de resíduos agrícolas e agroindustriais consiste, na compactação de resíduos agrofloretais, de modo a obter produtos com maior densidade em kg/m³ e densidade energética em kg/m³ superiores às dos resíduos originais.

A pelletização é um processo de densificação da biomassa com ou sem aditivos com o objetivo de reduzir seu volume, baratear o transporte, facilitar seu uso final, além de aumentar a quantidade de energia por unidade de volume (DIAS et al., 2012; Carvalho et al. 2013).

Com isso, objetivou-se produzir e avaliar a qualidade de pellets a partir do aproveitamento dos resíduos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), sob diferentes tratamentos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM), pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no município de Viçosa, Minas Gerais. Utilizou-se como matéria prima resíduos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), doado pelo LAPEM, composto por folhas, caules e, obtidos a partir de plantios instalados em áreas do Departamento de Zootecnia da UFV.

Inicialmente, o material foi triturado em moinho de laboratório tipo Wiley, de acordo com a norma 257 om-52. Em seguida, foi realizado peneiramento do material utilizando-se peneiras n° 16 internacional, com malha de 40 mesh e n° 24 internacional, com malha de 60 mesh, (American Society for Testing and Materials - ASTM, 1982), sendo utilizada a porção retida na peneira de 60 mesh, gerando as partículas.

As partículas de capim-elefante foram utilizadas sob três tratamentos, a saber: T1: 100% Capim, T2: além das partículas de Capim, 400g de amido de trigo e T3: Capim sob adição de vapor.

O teor de umidade das partículas foi determinado utilizando-se 3 amostras de cada tratamento, com aproximadamente 0,500 gramas. Estas foram colocadas no aparelho analisador de umidade de infravermelho modelo MB35 Halogen, da marca Ohaus a uma temperatura de 105°C. O referido aparelho é composto por balança de precisão e por uma unidade de secagem por luz halógena, que opera segundo o princípio termogravimétrico para secar as amostras e mensurar até a massa obter valor constante. A umidade do amido também foi mensurada, utilizando-se o mesmo princípio.

A determinação da composição química estrutural foi realizada por meio da

determinação dos teores de extrativos totais, realizada em duplicata, conforme a norma TAPPI 204 om-88 TAPPI (1996).

Os teores de lignina insolúvel foram determinados em duplicata pelo método Klason, modificado de acordo com o procedimento proposto por Gomide e Demuner (1986). O teor de holocelulose (celulose e hemicelulose) foi obtido pelo somatório dos teores de extrativos e lignina totais, decrescido de 100.

O Poder Calorífico Superior (PCS) foi determinado seguindo-se a norma ABNT NBR 8633 (1984), com a utilização de uma bomba calorimétrica adiabática. Para determinar o Poder Calorífico Útil foi utilizada a seguinte fórmula (1):

$$PCU = [PCI \times (1 - U)] - 600U \quad (1)$$

Onde:

PCU = Poder Calorífico Útil (kcal/kg);

U = umidade em base seca (%);

PCI = poder calorífico inferior.

A composição química imediata foi determinada de acordo com os procedimentos descritos na norma ABNT NBR 8112 (1986), utilizando uma mufla, para obtenção dos valores de materiais voláteis, teor de cinzas e teor de carbono fixo.

A densidade a granel (kg/m^3) foi obtida de acordo com a norma EN 15103 (DIN, 2010), onde utilizou-se um becker com volume de 1L, que foi preenchido com as amostras a serem analisadas, e em seguida procedeu-se a pesagem da massa.

A massa total obtida foi subtraída da massa do Becker e dessa forma obteve-se a massa das amostras, em m^3 . De acordo com a fórmula (2):

$$DG = M/V \quad (2)$$

Onde:

DG = densidade a granel (g/m^3)

M = massa inserida no becker (g);

V = volume do becker (m^3).

Para produção dos pellets utilizou-se, nos três tratamentos, aproximadamente, 9Kg de partículas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). Para o tratamento T2, além das partículas de capim, 400g de amido de trigo que foi previamente misturado às partículas, com o intuito de agir como aglutinante no processo de pelletização. No T3, a adição de vapor, deu-se durante a alimentação da pelletizadora, não sendo mensurada a quantidade do mesmo.

Para tanto, utilizou-se uma prensa pelletizadora laboratorial com matriz circular horizontal. As dimensões dos canais de compressão da matriz consistiam em diâmetro interno de entrada 7,0 mm e de saída 6,3 mm e 30 mm de comprimento. A temperatura de pelletização variou de 99 a 112°C (Tabela 4) e a velocidade de rotação dos roletes foi de 1500 rpm.

Para a avaliação da qualidade dos pellets foram realizadas as análises de Poder Calorífico Superior, Poder Calorífico Útil, Dimensões, Densidade a Granel, Durabilidade, Porcentagens de Finos, Dureza, Umidade de Equilíbrio Higroscópico e Densidade Energética.

O diâmetro (mm) e comprimento (mm) foram obtidos seguindo a norma EN 16127 (DIN, 2010). Para tanto, pesou-se 60 gramas de pellets de cada tratamento e mediram-se todas as unidades.

A densidade a granel (kg/m^3) foi obtida de acordo com a norma EN 15103 (DIN, 2010). A taxa de compactação foi calculada dividindo-se a densidade a granel dos pellets pela densidade a granel do material.

A durabilidade mecânica e a porcentagem de finos (partículas menores que 3,15 mm) foram determinadas utilizando-se o equipamento Ligno-Tester, Holmen® (Figura 7), de acordo com a norma DIN EN 15210-1 (Deutsches Institut Für Normung, 2010) e instruções do equipamento. As amostras de pellets são ventiladas por meio de um jato de ar que simula a destruição natural dos pellets durante o transporte e manuseio, em uma câmara com formato de pirâmide quadrangular invertida.

Para a determinação da porcentagem de finos, o fluxo de ar tinha pressão de 30 milésimos de bar (mbar) e duração de 30 segundos. Posteriormente, as amostras sem finos foram submetidas a outro fluxo de ar controlado (70 mbar) durante 60 segundos para determinação da durabilidade mecânica.

A dureza ou resistência ao esmagamento foi determinada pelo ensaio de compressão diametral do pellet em um durômetro manual com escala de 0 a 100 kg, da marca Amandus Kahl. Um pellet, por vez, foi inserido no durômetro e foi aplicada carga crescente, até fratura da amostra. Então, fez-se a leitura da carga máxima, em kg, que um pellet pode suportar antes de rachar.

A umidade de equilíbrio higroscópico (UEH) dos pellets foi determinada após as amostras de biomassas serem acondicionados em câmara climática, sob temperatura de 23°C e umidade relativa do ar de 65% até atingirem massa constante.

A densidade energética dos pellets foi obtida através da multiplicação do poder calorífico útil pela densidade a granel dos pellets, sendo apresentada em MJ/m^3 .

O experimento foi analisado segundo um delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos: T1 100% capim, T2 capim + adição de amido de trigo e T3 capim sob a adição de vapor.

Os dados foram submetidos aos testes de Lilliefors para testar a normalidade, e Cochran para testar a homogeneidade das variâncias. Em seguida, procedeu-se à análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey. Considerou-se sempre o nível de significância de 5%.

Utilizou-se o software R, versão 2.13.1. (R Development Core Team, 2008)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para as análises de umidade, poder calorífico útil e análise química imediata do material utilizado para a produção dos pellets estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de umidade, poder calorífico útil, poder calorífico superior e análise química imediata do material utilizado para a produção dos pellets

Propriedades	Biomassa	
	Capim	Amido
UBS (%)*	12,79 b	14,70 a
Poder Calorífico Útil (Kcal/Kg)	3594,5 a	3430,3 b
Voláteis (%)	73,56 b	98,03 a
Cinzas (%)	11,45 a	0,07 b
Carbono Fixo (%)	15,00 a	1,90 b

UBS: Umidade em base seca. Mesmas letras entre linhas para uma mesma variável, não diferem significativamente pelo teste Tukey ($p=0,05$).

Indica-se, para uma melhor qualidade de pellets, a umidade da matéria-prima entre 8,0 a 12,0%. Caso a umidade se encontre abaixo desse intervalo, há uma maior dificuldade para a transferência de calor, ocorrendo, assim, a plastificação da lignina. Além disso, no caso de o teor de umidade das partículas encontrarem-se acima do intervalo, o diâmetro e o comprimento não apresentarão-se estáveis (OBERNBERGER; THEK, 2010).

De acordo com os resultados, houve diferenças significativas do poder calorífico útil entre o capim e o amido utilizados para a produção dos pellets. Observa-se ainda que o teor de materiais voláteis do amido foi superior, diferindo estatisticamente do capim. Sendo tais materiais responsáveis pela liberação rápida de energia, quanto maior o teor de materiais voláteis maior a velocidade de queima na fase gasosa (CARROL, 2012).

O teor de cinzas do capim expressou-se de forma superior ao observado para o amido, logo, não se espera um aumento desta variável nos pellets com adição de amido, visto que baixos teores de cinzas na biomassa têm pouca influência direta no processo de pelletização. Por outro lado, o valor de teor de cinzas encontrado para capim, por ser superior a 10%, provavelmente, irá causar desgaste dos roletes e da matriz de pelletização, diminuindo, assim, a vida útil do equipamento (OBERNBERGER; THEK, 2010). Desse modo, o valor obtido para esta variável em relação ao capim, não encontra-se dentro dos valores que garantem melhor qualidade ao produtos final.

O teor de carbono fixo do capim foi superior ao observado no amido, provavelmente

devido a composição química estrutural da biomassa. Dessa forma, o carbono fixo segue uma relação indireta com o teor de materiais voláteis, pois quanto maior o teor de voláteis, menor o teor de carbono fixo.

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios das propriedades dos pellets em função dos tratamentos e a comparação com a norma européia.

Propriedades	T1 (100%Cap)	T2 (CapAmido)	T3 (CapVapor)	Pellets não madeira EN 14961-6 (DIN, 2012)
PCU (Kcal/kg)	3425,1 b	3218,0 c	3479,7 a	≥ 14,1
Diâmetro (mm)	5,9 b	5,9 b	6,1 a	6 ± 1
Comprimento (mm)	19,6 b	21,0 a	19,9 ab	≤ 40
Densidade a granel (Kg/m ³)	709,0 a	686,9 a	691,6 a	≥ 600
Durabilidade mecânica (%)	95,8 b	98,7 a	98,0 a	≥ 97,5
Finos (%)	0,12 a	0,03 b	0,05 b	≤ 2
Dureza (Kg)	16,0 b	18,9 a	17,8 a	-
Densidade Energética (MJ/kg)	10175,0 a	9261,2 a	10081,8 a	-

Tabela 2. Valores médios das propriedades dos pellets e a comparação com os valores estabelecidos pela norma EN 14961-6 (DIN, 2012)

Médias seguidas de mesma letra, na linha, para cada variável, não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p=0,05\%$).

Em relação ao poder calorífico útil (PCU) das partículas, houve diferenças estatísticas entre os tratamentos, sendo os pellets produzidos com o aditivo de amido os que obtiveram os menores valores. Esse comportamento, provavelmente, se deu devido a relação inversamente proporcional com a umidade. Segundo Pereira (2014), quando trata-se de PCU, deve-se levar em consideração a influência da umidade.

O T3 (capim + adição de vapor) apresentou maiores valores de diâmetro entre todos os tratamentos, sendo que nos tratamentos T1 e T2 não diferiram estatisticamente entre si. Por sua vez, em relação ao comprimento, os tratamentos T1 e T2 diferiram entre si, mas o T3 não apresentou diferenças, comparando-o aos tratamentos T1 e T2. Sendo assim, com base nos valores obtidos para as variáveis diâmetro e comprimento, os pellets estão de acordo com as exigências da norma. Tais propriedades são importantes pois, para o melhor funcionamento de fornalhas de pequena escala e equipamentos automáticos de aquecimento, as dimensões e formas dos pellets devem ser homogêneas (NARRA et al., 2010). Assim, a padronização das dimensões dos pellets otimiza a escolha e o dimensionamento das instalações de alimentação e das fornalhas (OBERNBERGER; THEK, 2010).

Apesar de o tratamento T1 apresentar maior valor de densidade dos pellets, o mesmo não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Segundo Obernberger

e Thek (2010), quanto maior for a densidade a granel dos pellets, maior será a sua densidade energética e, conseqüentemente, sua massa transportada ou armazenada em um container, de forma a minimizar custos de transporte e armazenamento. Geralmente, a densidade a granel de resíduos agrícolas e gramíneas variam entre 80 a 150 kg.m³ e a densidade a granel da madeira, em cavacos ou serragem, de 150 a 250 kg.m³ (TUMULURU et al., 2011).

Todavia, observa-se no presente estudo, que a densidade a granel foi superior a 600 kg.m³ para todos os materiais avaliados. Portanto, os valores obtidos apresentam-se superiores ao encontrado pelos referidos autores. Apesar de apresentar valores superiores aos encontrados na literatura, a densidade a granel de todos os tratamentos de pellets estão de acordo com as exigências da norma DIN EN 14588.

Para Carroll (2012), a durabilidade mecânica é o principal parâmetro para descrever a qualidade física de biocombustíveis sólidos densificados, como os pellets. E pode-se observar que os três tratamentos apresentaram valores estatisticamente semelhantes, onde todos atenderam as especificações da norma DIN EN 14588, por serem maior que 97,5%.

Os finos, por sua vez, são partículas diminutas, inferiores a 3,15 mm, gerados pelo atrito entre os pellets. Grandes quantidades dessas partículas é indesejável uma vez que, pode causar explosões em silos de armazenamento (TUMULURU et al., 2011), além de riscos à saúde. Nesse caso, na porcentagem de finos, apenas o T1 apresentou valor diferente estatisticamente dos demais tratamentos, no entanto, todos estão condizentes com a norma DIN EN 14588. O T1 diferiu estatisticamente dos demais tratamentos quando relacionou-se a dureza. Apesar da mesma não ser uma propriedade normatizada para pellets, o teste fornece uma medida rápida da resistência mecânica e pode auxiliar no ajuste do processo, a fim de melhorar a qualidade do produto final, dessa forma, sendo importante para a produção de pellets (ZAMORANO et al., 2011; PEREIRA, 2014). Ainda de acordo com estes autores, a dureza simula a compressão devido ao peso dos próprios pellets durante o armazenamento ou esmagamento em uma rosca transportadora.

Observa-se que os pellets produzidos não apresentaram diferenças estatísticas quanto a densidade energética. Provavelmente, esse comportamento se deve a densidade a granel dos tratamentos, em razão de quanto maior for a densidade a granel dos pellets maior é sua densidade energética e, maior será a massa transportada ou armazenada em um container ou silo de volume fixo (OBERNBERGER; THEK, 2010; CARROLL; PEREIRA 2014).

Ainda, Obernberger e Thek (2010) citam que a capacidade requerida para transporte e armazenamento é reduzida com o aumento da densidade de energética. Entretanto, os pellets com maior densidade energética são desejáveis porque liberam, durante a sua queima, maior quantidade de energia por unidade volumétrica, ou seja, a quantidade de energia transportada ou armazenada em um mesmo volume é aumentada quando tem-se pellets com maiores densidades energéticas (PEREIRA,

2014). Portanto, apesar de algumas ressalvas estatísticas, os pellets atendem a todas especificidades da norma EN 14961-6 (DIN, 2012) para pellets não-madeira.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os parâmetros avaliados, a biomassa do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) mostra-se viável para a produção de pellets, os produtos obtidos foram homogêneos e de fácil manuseio. Sendo uma alternativa viável como fonte de renda para a população do semiárido.

Considerando os dados deste estudo, o tratamento T2, Capim + amido, apesar do teor de umidade mais alto, obteve melhores valores nas análises, baixos teores de cinzas e finos, altos para durabilidade mecânica e dureza, conferindo a esse tratamento a melhor avaliação para produção de pellets.

Todos os tratamentos produzidos atendem as especificidades da NORMA EM 14961-6 (DIN, 2012) - NÃO MADEIRA.

Por fim, ressalta-se a necessidade de novos estudos com essa biomassa, bem como diferentes tratamentos para produção de pellets.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. M. L.; PEREIRA, B. L. C.; SOUZA, M. M. **Produção de pellets de madeira**. In. SANTOS, F.; COLODETTE, J.; QUEIROZ, J. H. Bioenergia e Biorrefinaria – cana-de-açúcar e espécies florestais. 1. ed. Viçosa: UFV, 2013.

CARROLL, J. P.; FINNAN, J. **Physical and chemical properties of pellets from energy crops and cereal straws**. Biosystems Engineering, v. 112, n. 2, p. 151-159, 2012.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN EN 14588 - **Terminology, definitions and descriptions**. Berlim, 2011.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN EN 14774-2 - **Solid biofuels - Determination of moisture content - Oven dry method - Part 2: Total moisture - Simplified method**. Alemanha, 2009.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN EN 14961-2 **Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 2: Wood pellets for non-industrial use**. Alemanha, 2011.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN EN 14961-6 - **Solid biofuels – Fuel specifications and classes - Part 6: Wood pellets for non-industrial use**. Alemanha, 2012.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN EN 15103 - **Solid biofuels - Determination of bulk density**. Alemanha, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN EN 15210-1 - **Solid biofuels -Determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 1: Pellets**. Alemanha, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN EN 16127 - **Solid biofuels - Determination of length and diameter of pellets**. Alemanha, 2012.

DIAS, J.J.M. **Utilização da biomassa: avaliação dos resíduos e utilização de pellets em caldeiras domésticas**. Universidade Técnica de Lisboa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Lisboa, 2002. 112p.

OBERNBERGER, I.; THEK, G. **The Pellet Handbook-The production and thermal utilisation of biomass pellets**. Earthscan. ISBN 978-1-84407-631-4, 2010.

PEREIRA, B. L. C. **Propriedades de pellets: biomassas, aditivos e tratamento térmico**. 2014. 73f. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2014.

R Development Core Team (2008) R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

SANTOS, E. A. dos; SILVA, D. S. da; QUEIROZ FILHO, J. L. de. **Aspectos produtivos do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Roxo no brejo paraibano**. Revista Brasileira de Zootecnia. Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 30, n. 1, p. 31-36, 2001.

TAPPI TECHNICAL DIVISIONS AND COMMITTEES. **TAPPI test methods**. Atlanta, 1998. 46 p.

TUMULURU, J. S. **Effect of process variables on the density and durability of the pellets made from high moisture corn stover**. Biosystems Engineering, v. 119, p. 44-57, 2014.

TUMULURU, J. S.; WRIGHT, C. T.; HESS, J. R.; KENNEY, K. L. **A review of biomass densification systems to develop uniform feedstock commodities for bioenergy application**. Biofuels, Bioproducts and Biorefining, v. 5, n. 6, p. 683-707, 2011.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-192-3

