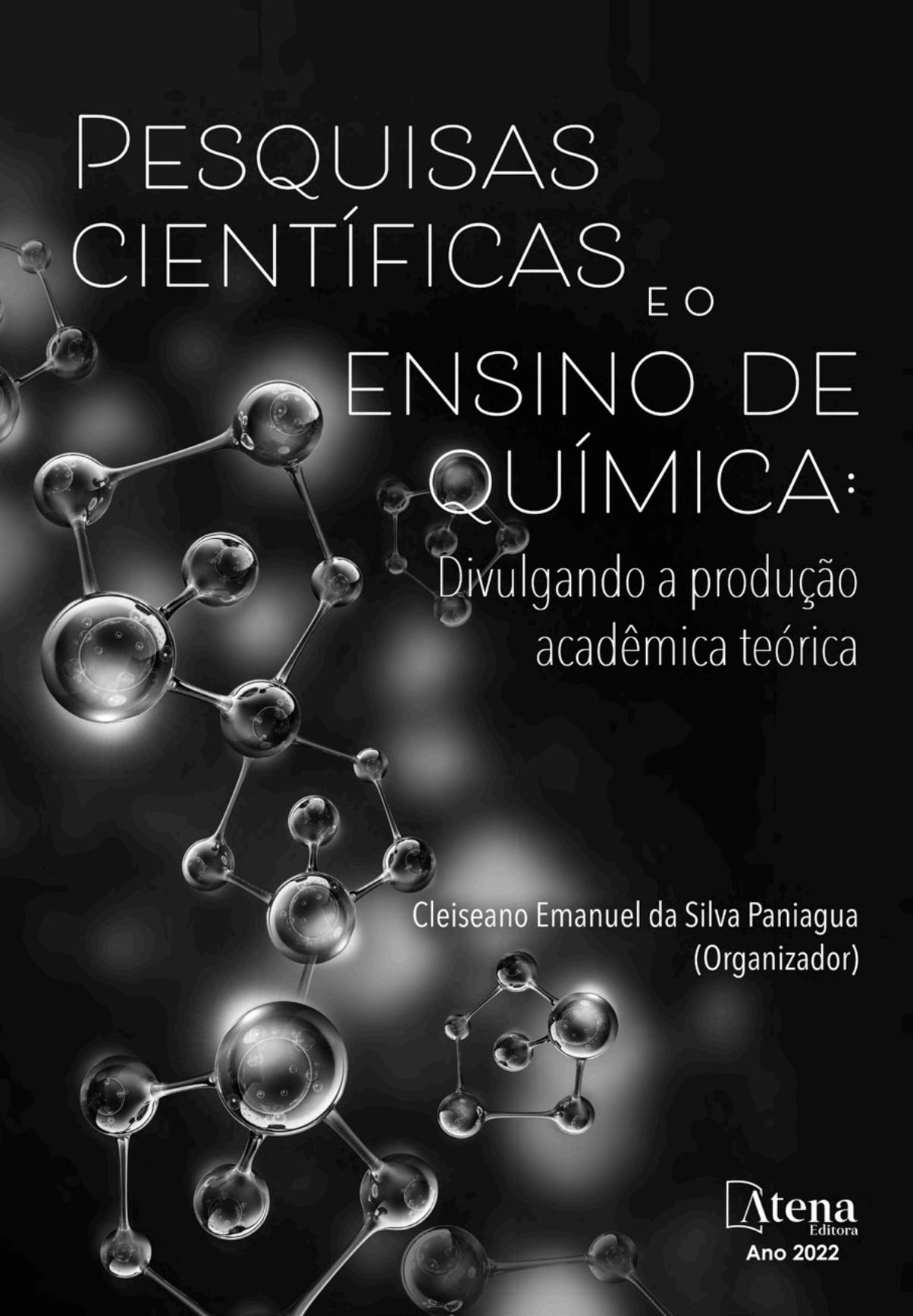


PESQUISAS
CIENTÍFICAS E O
ENSINO DE
QUÍMICA:
Divulgando a produção
acadêmica teórica

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022



PESQUISAS
CIENTÍFICAS E O
ENSINO DE
QUÍMICA:
Divulgando a produção
acadêmica teórica

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª 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. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Pesquisas científicas e o ensino de química: divulgando a produção acadêmica teórica

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Bruno Oliveira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 Pesquisas científicas e o ensino de química: divulgando a produção acadêmica teórica / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-882-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.820220102>

1. Química - Estudo e ensino. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

O e-book: “Pesquisas científicas e o ensino de química: Divulgando a produção acadêmica teórica” é constituído por nove capítulos que foram organizados e divididos em três temáticas, a saber: *i)* ensino-aprendizagem e formação continuada de professores de química; *ii)* química orgânica e de produtos naturais; e *iii)* avaliação das propriedades do grafeno e sua potencialidade no desenvolvimento de novos materiais.

O primeiro tema é composto por três capítulos que procuraram avaliar: *i)* a importância da matemática no processo de ensino-aprendizagem de alunos ingressantes, veteranos, egressos e os próprios docentes do curso de licenciatura em química; *ii)* a prática docente e a formação continuada de professores a partir da implementação das diretrizes presentes BNCC e na Reforma do Ensino Médio e; *iii)* o relato de experiência de um professor em relação a importância do processo de formação continuada e a implementação do uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) na proposição de metodologias ativas.

O segundo tema é constituído por cinco capítulos de livros que investigaram: a influência da altitude na qualidade do Café Conilon produzido no estado do Espírito Santo; avaliação físico-química do Eucalipto como potencial fonte de obtenção de energia renovável; estudo de prospecção científica da espécie *Annona muricata*; avaliação dos constituintes químicos das sementes de *Senna acuruensis Benth* e aplicação de benzofenonas e xantonas nitrificadas como antifúngico para *Candida spp.*

Por fim, a terceira temática é constituída de um único capítulo de livro que trata do processo de passivação aplicado a nanoporos de grafeno para o desenvolvimento de novos compostos ou materiais.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando com o intuito de estimular e incentivar os pesquisadores brasileiros e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros e capítulos de livros que são disponibilizados de forma gratuita no site da Editora e em outras plataformas digitais.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

O ENSINO BASEADO NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA DOCENTE NO ENSINO DAS CIÊNCIAS NO CONTEXTO DA BNCC E DA REFORMA DO ENSINO MÉDIO

Andréia Severina da Silva

Roberto Araújo Sá

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201021>

CAPÍTULO 2..... 11

A IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA PARA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA

Eder Alonso Castro

Ítalo Eduardo Fernandes Armond

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201022>

CAPÍTULO 3..... 33

RELATO DE EXPERIÊNCIA DO PROCESSO DE FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA DE UM PROFESSOR DE QUÍMICA: APRESENTAÇÃO, HISTÓRICO, DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA CARREIRA DOCENTE

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201023>

CAPÍTULO 4..... 44

ANÁLISE DE VOLÁTEIS DE CAFÉ CONILON CULTIVADOS EM DIFERENTES ALTITUDES

Gabriel Vitoriano Braga

Vanessa Moreira Osório

Alice Jadjischi Bernardino

Maria Isadora Pereira Lima

Karla Morera Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201024>

CAPÍTULO 5..... 52

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA BIOMASSA TORRIFICADA DE *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, SUBMETIDA A DUAS TAXAS VARIÁVEIS DE AQUECIMENTO

André Luiz Canan

Aline Bavaresco dos Santos

Maiara Aguiar

Alexandre Leseur dos Santos

Adriana Ferla de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201025>

CAPÍTULO 6..... 63

PROSPECÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA ESPÉCIE *Annona muricata*

Márcia Denise Alves Veras

Joana Darc Rodrigues Moura
Gerardo Magela Vieira Júnior
Mariana Helena Chaves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201026>

CAPÍTULO 7..... 72

**CONSTITUINTES QUÍMICOS DAS SEMENTES DE *Senna acuruensis* Benth.
IDENTIFICADOS POR CG-EM**

Rodrigo Ferreira Santiago
Luanda Ferreira Floro da Silva
Lucivania Rodrigues dos Santos
Elcilene Alves de Sousa
Gerardo Magela Vieira Júnior
Mariana Helena Chaves

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201027>

CAPÍTULO 8..... 85

**AUMENTO DA ATIVIDADE CONTRA *Candida* spp. POR NITRAÇÃO DE BENZOFENONAS
E XANTONAS**

Júnio Gonçalves da Silva
Bianca Lana de Sousa
Liseth Suárez Osorio
Dayana Alves Rodrigues
Maria Cecília Fernandes Dias
Gabriela Milane Furlani
Naiara Chaves Silva
Amanda Latércia Tranches Dias
Marcelo Henrique dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201028>

CAPÍTULO 9..... 94

**PASSIVAÇÃO DE BORDA EM NANOPOROS DE GRAFENO: UM ESTUDO DE CASO
USANDO CÁLCULOS DE PRIMEIROS PRINCÍPIOS**

Letícia Finger Basso
Vagner Alexandre Rigo
Fernando José Antônio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.8202201029>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 109

ÍNDICE REMISSIVO 110

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA BIOMASSA TORRIFICADA DE *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden, SUBMETIDA A DUAS TAXAS VARIÁVEIS DE AQUECIMENTO

Data de aceite: 10/01/2022

Data de submissão: 06/08/2021

André Luiz Canan

Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Tecnólogo em Biocombustíveis Palotina-PR
<http://lattes.cnpq.br/6970716918785329>

Aline Bavaresco dos Santos

Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Departamento de Engenharias e Exatas Palotina-PR
<http://lattes.cnpq.br/1098847351310417>

Maiara Aguiar

Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Departamento de Engenharias e Exatas Palotina-PR
<http://lattes.cnpq.br/9638619324371224>

Alexandre Leseur dos Santos

Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Departamento de Zootecnia Palotina-PR
<http://lattes.cnpq.br/4189188711900735>

Adriana Ferla de Oliveira

Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina, Departamento de Engenharias e Exatas, PPGB - Pós-Graduação em Bioenergia Palotina-PR
<http://lattes.cnpq.br/8320953119053085>

RESUMO: Por conta do aumento da demanda energética mundial e das questões ambientais, sociais e econômicas envolvendo os combustíveis fósseis, tem-se a necessidade de diversificar a matriz energética mundial, principalmente através de fontes alternativas renováveis. A biomassa, apresenta grande potencial para suprir estas demandas. As florestas energéticas surgem como fontes alternativas de biomassa com grande potencial produtivo. O gênero *Eucalyptus* apresenta elevada taxa de produção de biomassa além, de ser um cultivo consolidado tecnologicamente no Brasil. Objetivou-se nesse trabalho avaliar as características físico-químicas da biomassa torrificada da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill *Ex-Maiden* com 13 anos de idade. Os processos de torrefação apresentaram duas taxas de aquecimento, $1,5\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ e $3\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$, com temperatura final de $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura mantida por 1 hora. Foram determinados os rendimentos gravimétrico da biomassa torrificada e para todas as amostras foram quantificados os teores de carbono fixo, voláteis e cinzas, densidade básica e poder calorífico superior. As biomassas torrificadas apresentaram melhores qualidades em relação biomassa *in natura*, principalmente no conteúdo energético, através do incremento do teor de carbono fixo, como também através da diminuição da umidade. As taxas de aquecimentos apresentaram diferenças significativa para o poder calorífico superior.

PALAVRAS-CHAVE: Energia, Biomassa, Biocombustíveis, Pirólise, Torrefação.

ABSTRACT: *Physical-chemical characterization of the torrefied biomass of Eucalyptus grandis Hill*

Ex-Maiden submitted to two variable heating rates. On account of the increase in world energy demand and the environmental, social and economic issues surrounding fossil fuels, there is a need to diversify world energy matrix, primarily through alternative sources renewable. Biomass has great potential to supply these demands. Energy forests emerge as alternative sources of biomass with great productive potential. The genus *Eucalyptus* high production rate of biomass in addition to be a consolidated cultivation technology in Brazil. The objective of this school work is to evaluate the physic-chemical characteristics of biomass wood roasting on huge pans of *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden with 13 years of age. The processes of roasting presented two rates of heating, $1.5\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ and $3\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$, with final temperature of $250\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperature maintained by 1 hour. Were determined the gravimetric biomass yields roasted, and for all the samples were quantified the levels of fixed carbon, volatile and ash, basic density and higher calorific value. The roasted biomass presented best qualities about fresh biomass, mainly in energy content, through the increase of the fixed carbon content, but also by decreasing humidity. Heating rates showed significant difference to the superior calorific value.

KEYWORDS: Energy, Biomass, biofuels, Pirolisy, Roasting.

1 | INTRODUÇÃO

A biomassa é uma fonte sustentável que possui alto potencial energético. De acordo com Rocha, Almeida e Cruz (2017) “As biomassas vegetais compreendem toda a matéria orgânica vegetal que pode ser convertida em energia”.

Entre os diversos tipos de biomassa, destaca-se a biomassa Florestal. A biomassa florestal pode ser dividida em três grandes grupos sendo, oriundos de florestas plantadas para fins energéticos, advindos da colheita florestal, como galhos, tocos, raízes e folhas, e também oriundos dos resíduos gerados no processamento da madeira (SPANHOL *et al.*, 2015).

Para utilização da biomassa como fonte de energia, é muito importante, o conhecimento das características da mesma, pois influenciam diretamente no seu poder calorífico. As características que devem ser levadas em consideração são: teor de umidade, composição imediata (umidade, carbono fixo, material volátil e cinzas), densidade, composição química elementar (carbono, hidrogênio e oxigênio) e macromolecular (celulose, hemicelulose, lignina e extrativos) (VALE *et al.*, 2011).

A biomassa *in natura* apresenta características indesejáveis como alto teor de umidade, baixa densidade energética, dificuldade de moagem, degradação biológica e alteração de propriedades físico-químicas durante o armazenamento que limitam sua ampla utilização na indústria, e a baixa densidade básica dificultando o transporte. Para melhorar as características do material e torna-los combustível, são utilizadas algumas rotas de conversão que segundo Vieira *et al.* (2014), as principais são a combustão, a pirólise e a gaseificação.

Dentro dos processos de pirólise, tem-se o processo de torrefação em que esta,

vem com o intuito de trazer melhorias nas características da biomassa in natura, com os principais objetivos de eliminar o oxigênio sob forma de gases de baixo valor calórico, como dióxido de carbono, água e alguns ácidos orgânicos (CARNEIRO JUNIOR; TORRES; ALVES, 2014).

A torrefação é um processo termoquímico onde a biomassa é processada em atmosfera inerte como a de nitrogênio, com ausência parcial ou total de oxigênio, a temperaturas consideravelmente baixas, entre 200 - 300 °C. O aquecimento, acarreta em uma mudança na estrutura química alterando propriedades da biomassa. No processo são quebradas ligações químicas das matérias orgânicas dos constituintes, como a celulose, hemicelulose e lignina (TOSCANO *et al.*, 2015). Componentes voláteis reativos de baixo peso molecular são liberados em forma de gases condensáveis e não condensáveis o que resulta em um produto sólido de coloração marrom (PHANPHANICH; MANI, 2011).

A porção sólida apresenta elevadas quantidades de carbono fixo, alto poder calorífico e baixo teor de umidade em comparação a biomassa, sendo esta porção chamada de biomassa torrificada (TRAN *et al.*, 2013).

O objetivo do trabalho foi avaliar estatisticamente as características da biomassa de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden in natura e dos tratamentos térmicos, diante dos parâmetros físico-químicos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado para torrefação foi coletado em um reflorestamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden com 13 anos de idade, pertencentes a uma empresa localizada no município de Palotina, no extremo-oeste do estado do Paraná. O município possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude de 24°17'02"S, longitude de 53°50'24" W e altitude de 333 m (GEOGRAFOS, 2015).

Foram coletadas ao acaso 16 árvores amostras para a realização do estudo. Destas, foram cortados discos de 5 cm na altura do DAP (Diâmetro da altura do peito - 1,30 m). Dos discos, para o processo de torrefação, foram cortadas cunhas opostas e para as análises físico-químicas foi utilizado o restante.

O processo de torrefação seguiu-se conforme o método proposto por Protásio *et al.* (2012), onde o material foi conduzido a um forno elétrico tipo Mufla de marca GP CIENTÍFICA (GP-2000C-MRP) a uma temperatura inicial de 25 °C e final de 250 °C com tempo de residência de 60 min, sendo utilizadas para tais, duas taxas variáveis de aquecimentos, sendo o tratamento térmico 1 (T1) de 1,5 °C min⁻¹ e o tratamento 2 (T2) de 3 °C min⁻¹ em atmosfera ambiente. A temperatura final do processo, foi estabelecida em 250 °C, uma média, vista que o processo de torrefação se dá entre 200 e 300 °C.

A análise química imediata foi realizada conforme os métodos da norma internacional ASTM D-3.172 até D-3.175 (ASTM, 2007) de carvões e madeiras de alta densidade e da

Norma Brasileira NBR: 8112 (ABNT, 1986) para carvão vegetal. Os dois métodos foram aplicados para todas as amostras.

A determinação do rendimento gravimétrico do processo de torrefação, foi calculado através da equação proposta por Protásio *et al.* (2012), que leva em consideração a massa pré e pós processada termicamente.

O poder calorífico superior (PCS) foi determinado utilizando uma bomba calorimétrica de marca IKA system modelo C200®, conforme o método da norma brasileira ABNT NBR 8633 para carvão vegetal (ABNT,1984). A densidade básica foi determinada pela norma americana ASTM D2395 – 14 (ASTM,1995). Foi possível assim, calcular a densidade energética, levando em consideração a densidade básica e o poder calorífico superior, através da equação proposta por Protásio *et al.* (2015).

Os dados foram submetidos a análise estatística de variância (ANOVA), utilizando o teste de Tukey com nível de significância de 5%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O processo de torrefação com taxa de aquecimento de 3,0 °C min⁻¹ foi realizado em 135 min, sendo 75 min mais rápido que o processo com 1,5 °C min⁻¹, com duração de 210 minutos.

Nas tabelas 1 e 2, são apresentados conforme as normas utilizadas ABNT e ASTM respectivamente, os valores médios da análise química imediata (teor de carbono fixo (CFx), teor de materiais voláteis (MV) e teor de cinzas (Cz), obtidos para cada um dos tratamentos, sendo, a biomassa *in natura* (T0), o tratamento térmico de 1,5 °C min⁻¹ (T1) e o tratamento térmico de 3 °C min⁻¹ (T2).

TRAT.	CFx (%)	MV (%)	Cz (%)
T0	18,3 b	81,5 b	0,13 a
T1	46,9 a	52,8 a	0,26 b
T2	52,6 a	47,1 a	0,28 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, com significância de 5% (p<0,05).

Tabela 1. Resultados da análise química imediata pelo método ABNT: NBR 8112.

TRAT.	CFx (%)	MV (%)	Cz (%)
T0	13,8 b	86,0 b	0,17 a
T1	46,6 a	53,2 a	0,18 ab
T2	50,5 a	49,2 a	0,27 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, com significância de 5% (p<0,05).

Tabela 2. Resultados da análise química imediata pelo método ASTM D-3.172 até D-3.175.

Verifica-se que a biomassa com tratamento térmico, apresentou diferença significativa para todos os teores analisados em relação a biomassa in natura, não diferenciando estatisticamente entre os tratamentos.

Podemos verificar que houve maior concentração de carbono fixo e menor de voláteis na biomassa tratada termicamente, características que são favoráveis ao incremento energético da biomassa. Altos teores de carbono fixo fazem com que os combustíveis queimem mais lentamente, resultando em longo tempo de combustão.

Os resultados apresentam em média um acréscimo de carbono fixo na biomassa in natura de 30,75% pelo tratamento 1 e 35,45% de acréscimo pelo tratamento 2, este último mais vantajoso pois representa um maior poder calorífico.

Simetti (2015), determinou para *Eucalyptus grandis* de 18 anos de idade, teor de carbono fixo de 15,38%. Santos (2012), obteve teores de carbono fixo de 24,1%, 28,2% e 28,3%, 44,9%, para biomassa de *Eucalyptus grandis* torrefeita em atmosfera de N₂, com temperaturas finais de 250 °C e 280 °C e com tempos de residência de 0,5 e 2,0 horas respectivamente, já Silva, Barrichelo e Brito, (1986), determinaram um teor de carbono fixo de 69,24% para carvão vegetal de *Eucalyptus grandis*, produzido com uma taxa de aquecimento de 1,66 °C min⁻¹ e temperatura final de 300 °C.

Os valores médios para carbono fixo determinados neste trabalho foram condizentes com os dados apresentados na literatura para biomassa in natura e também para a biomassa torrefeita. Os valores obtidos para ambos os tratamentos foram elevados, fator positivo pelo aumento do teor de carbono e conseqüentemente aumento do poder calorífico superior. O processo de torrefação aplicado não foi realizado em atmosfera de N₂, havendo assim contato com oxigênio. Esta condição explica, o maior teor de carbono fixo, uma vez que houve maior degradação dos constituintes, concentrando mais carbono. Quando comparado com o carvão vegetal, os valores foram inferiores, uma vez que processos de carbonização são conduzidos a temperaturas superiores.

Os materiais voláteis presentes na biomassa, facilitam a ignição e queima da biomassa, porém em geral afeta o processo de combustão, pois é de difícil controle (MENEZES, 2013) e volatilizam-se rapidamente na combustão da biomassa, diminuindo o tempo de residência do combustível no equipamento de combustão, contribuindo para uma baixa eficiência energética (CHAVES *et al.*, 2015).

Na tabela 3, são apresentados os resultados obtidos para a gravimetria (GRAV.) ou rendimento gravimétrico, poder calorífico superior (PCS), densidade básica (DENS.) e densidade energética (DENS. ENERG.).

TRAT.	GRAV. (%)	PCS (MJ Kg ⁻¹)	DENS. (Kg m ⁻³)	DENS. ENERG. (GJ m ⁻³)
T0	---	19,4 c	433,7 a	8,4 b
T1	55,4 a	25,2 b	416,4 a	10,4 a
T2	48,2 b	26,2 a	384,4 a	10,1 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, com significância de 5% ($p < 0,05$).

Tabela 3. Resultados dos parâmetros físicos analisados.

Em relação a biomassa in natura, houve um decréscimo no teor de voláteis de 31,29% pelo tratamento 1 e 35,61% pelo tratamento 2, resultados estes esperados, pois os valores foram inversamente proporcionais com os teores de carbono fixo. O decréscimo de massa de voláteis verificada é vantajosa, pois assim ocasiona na concentração de carbono fixo através da eliminação voláteis que afetam negativamente o conteúdo energético da biomassa.

Pode-se verificar na literatura que os resultados foram condizentes um vez que os teores de voláteis também apresentaram valores inversamente proporcionais ao teor de carbono fixo. Simetti (2015) obteve o teor de voláteis de 84,29% para *Eucalyptus grandis* com 18 anos. Santos, (2012) obteve teor de voláteis de 75,1 e 71,1% para tempo de residência de 0,5 e 2,0 horas a temperatura final de 250 °C. Para a carbonização proposta por Silva, Barrichelo e Brito, (1986) o valor de voláteis obtido foi de 30,17%.

Houve perda de massa volátil de compostos de baixo peso molecular, porém como o esperado, a biomassa torrificada ainda apresentou um teor de voláteis elevado.

De acordo com Protásio *et al.*, (2012) a análise do teor de cinzas é imprescindível na avaliação energética pois, os minerais mesmo não sofrendo o processo de combustão, são contabilizados e conseqüentemente diminuem o valor calórico. Deste modo, altos teores de cinzas acarretam uma redução no poder calorífico. Além disso, aumenta a corrosão dos equipamentos de conversão termoquímica.

Os valores médios de cinzas não diferiram nos tratamentos 1 e 2 para ambos os métodos utilizados, já os tratamentos T2 de ambos os métodos além do T1 pela norma ABNT diferiram da biomassa in natura, sendo que o T1 da norma ASTM não diferiu estatisticamente da biomassa *in natura*, isto podendo ser explicado por algumas diferenças das metodologias. Pode-se verificar que após o processo de torrefação houve um aumento do teor de cinzas nos tratamentos T1 e T2. Mesmo assim, os valores apresentados foram baixos, fato que torna o combustível favorável a um maior poder calorífico, quando em comparação com outros combustíveis que apresentam elevados teores de cinzas. O aumento do teor de cinzas pode ser explicado pelo fato de que, na torrefação ocorre a perda de voláteis de baixo peso molecular e os componentes inorgânicos não volatilizam, permanecendo no produto sólido final, ocorrendo assim sua concentração.

Para clones de *Eucalyptus grandis* com 18 anos, Simetti (2015), obteve um teor de cinzas de 0,20%. Já para o material torreficado de *Eucalyptus grandis*, Santos, (2012), obteve 0,30%.

Os resultados foram condizentes para o teor de cinzas em ambos os casos, apresentando baixos valores que são interessantes do ponto de vista energético. Os valores mais baixos dos teores de cinzas deste trabalho, podem ser justificados pela retirada das cascas da madeira antes do processo.

O rendimento gravimétrico apresentou resultados satisfatórios para ambos os tratamentos T1 e T2, estes permanecendo maiores do que se comparado aos de processos de carbonização.

Os resultados diferiram-se estatisticamente, sendo que o T1 apresentou maior rendimento 55,4%, ou em comparação com o tratamento 2, este apresentou um rendimento gravimétrico 13% maior. Isso significa que o T1 obteve maior quantidade de biomassa torreficada em relação ao T2, por conta da menor perda de massa. Um rendimento gravimétrico maior é melhor, pois tem-se mais produto final, porém deve serem levados em consideração as características físico-químicas do produto.

Comparando com dados da literatura, Felli *et al.*, (2005), obtiveram rendimentos gravimétricos de 65% e 60% para briquetes torrefeitos com tempos de residência de 1 hora e 1,5 horas respectivamente. Santos, *et al.*, (2011) obtiveram rendimentos de 28,27% a 36,76% realizando processos de carbonização com taxa de aquecimento média de 1,07 °C/min até 450 °C por 2,5 horas de residência, para híbridos de *Eucalyptus urograndis* e *Eucalyptus urocam* com 7 anos de idade. Os resultados foram condizentes, pois no primeiro caso os autores não analisaram as taxas de aquecimentos e somente o tempo de residência na temperatura final e no segundo caso, o baixo rendimento gravimétrico obtido no trabalho de Santos, *et al.*, (2011), foi devido à alta degradação ocorrida pelas temperaturas elevadas e ao maior tempo de processo de carbonização.

A análise do poder calorífico determinou que houve diferença significativa entre os tratamentos. O PCS resultante para T0 (19,4 MJ Kg⁻¹) é inferior em 23% quando comparado com T1 (25,2 MJ Kg⁻¹), e inferior 26% quando comparado com T2 (26,2 MJ Kg⁻¹) respectivamente.

Nos resultados obtidos para o poder calorífico superior, pode ser notado um acréscimo do valor energético da biomassa, sendo que o T2 se apresentou mais vantajoso, pois apresentou maior incremento da concentração de carbono fixo e manteve o teor de cinzas baixo, fatores os quais representaram em uma maior quantidade de energia por massa.

Simetti, (2015), encontrou o valor de 19,64 MJ Kg⁻¹ para *Eucalyptus grandis* com 18 anos, Santos, (2012) encontrou para *Eucalyptus grandis* com 7 anos 19,42 MJ Kg⁻¹. Arias *et al.*, (2008); obteve valores de 22,77 MJ Kg⁻¹ para poder calorífico superior de biomassa torrefeita em processo realizado em atmosfera de N₂. Santos, *et al.*, (2011), obtiveram para

carvão vegetal de *Eucalyptus* valores de 34,35 MJ Kg⁻¹ a 35,63 MJ Kg⁻¹.

Os resultados foram condizentes quando comparados com a literatura. A diferença dos valores de poder calorífico para as biomassas torrificadas observadas com a literatura, mostram certamente a influência da presença de oxigênio no processo, acarretando maior degradação e assim, maior concentração de carbono fixo e menor de voláteis, aumentando este valor. Os resultados relatados por Santos, *et al.*, (2011), apresentaram valores de PCS bem superiores para carvão vegetal em relação a biomassa torrefeita, fato ocorrido devido as altas temperaturas utilizadas no processo de carbonização que foram de 450 °C.

A densidade básica apresentou-se entre 384,4 Kg m⁻³ e 416,4 Kg m⁻³ para a biomassa torrificada nos tratamentos 2 e 1 respectivamente e 433,70 Kg m⁻³ sem tratamento térmico, os quais não diferiram estatisticamente. Dentre os tratamentos o que apresentou maior densidade foi o tratamento 1 com 416,30 Kg m⁻³. A biomassa sem tratamento apresentou densidade mais elevada, 433,70 Kg m⁻³, em comparação com a biomassa tratada.

Já a densidade energética, apresentou melhores resultados para os tratamentos T1 e T2 em relação a T0, o que representa maior capacidade calorífica por volume para estes tratamentos.

Os valores da densidade básica obtidos para os tratamentos são baixos devido à baixa densidade da madeira e também pelas características dos produtos resultantes dos processos termoquímicos

Segundo Trevisan (2008), a densidade pode ser influenciada por fatores ambientais, genéticos e pela idade.

Trevisan (2008), encontrou densidade de 437 Kg m⁻³ para *Eucalyptus grandis* com 14 anos. Para biomassa torrificada a temperatura máxima de 250°C, Rodrigues, (2009) verificou um valor de 790 Kg m⁻³, para de *Eucalyptus Grandis* com 31 anos que apresentava densidade básica in natura de 850 Kg m⁻³, ou seja, o processo de torrefação acarretou em uma diminuição da densidade básica de 7,06%. Com isso, os resultados obtidos para os tratamentos T1 (416 Kg m⁻³) e T2 (384 Kg m⁻³) que apresentaram respectivamente uma diminuição de 4,14% e 11,52%, foram condizentes com os resultados encontrados na literatura.

Quanto a comparação estatística, dos resultados obtidos pelas análises pelas normas brasileira ABNT e a norte americana ASTM, são apresentadas na tabela 4.

TRAT.	VARIÁVEL	NORMA	
		ABNT	ASTM
T0	CFx (%)	18,3 a	13,8 b
	Cz (%)	0,13 a	0,17 b
	MV (%)	81,5 a	86,0 b
T1	CFx (%)	46,9 a	46,6 a
	Cz (%)	0,26 b	0,18 a
	MV (%)	52,8 a	53,2 a
T2	CFx (%)	52,6 a	50,5 a
	Cz (%)	0,28 a	0,27 a
	MV (%)	47,1 a	49,2 a

Legenda: Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, com significância de 5% ($p < 0,05$).

Tabela 4. Comparação dos parâmetros entre as metodologias utilizadas.

Para o teor de CFx verificou-se diferença significativa somente no T0 entre as normas, com maior valor de 18,3% para a ABNT. Para o teor de Cz houve diferença significativa para os tratamentos T0 e T1 entre as normas e para MV houve diferença significativa somente no T0 com os maiores teores observados para a norma ASTM. As diferenças verificadas em relação aos resultados dos teores em relação as normas se dá em função da diferença de ambas metodologias.

4 | CONCLUSÃO

As análises realizadas permitem concluir que:

A biomassa torrefeita apresentou maior característica energética do que a *in natura* em função do incremento de carbono fixo e diminuição do teor de voláteis características que acarretaram no aumento do poder calorífico.

O tratamento que apresentou os melhores resultados foi o tratamento 2, que consistia na taxa de aquecimento de $3,0 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ até $250 \text{ }^\circ\text{C}$ por 1 hora. Este tratamento apresentou uma maior concentração de carbono fixo e maior valor energético agregado, em um menor tempo de processo do que em comparação ao T1, pelo qual consistia em uma taxa de aquecimento de $1,5 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ até $250 \text{ }^\circ\text{C}$ por 1 hora apresentando resultados inferiores. Tem-se então, o T2 como um tratamento termoquímico mais rápido, acarretando em um menor gasto energético de processo, sendo o mais viável economicamente.

Já para as normas de análise química imediata comparadas no trabalho, pôde-se verificar algumas diferenças significativas, as quais foram em função das próprias metodologias.

A torrefação da biomassa é um mecanismo de acréscimo energético, que pode ser melhor adequado e aprimorado, afim da obtenção de resultados satisfatórios para a indústria.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8633** - Carvão vegetal –Determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro. 1984.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8112** - Carvão vegetal -Análise imediata. Rio de Janeiro. 1986.

ARIAS, B.; PEVIDA, C.; FERMOSE, J.; PLAZA, M. G.; RUBIERA, F. Influence of torrefaction on the grindability and reactivity of woody biomass. **Fuel Processing Technology**, [S.l.], v. 89, n. 2, p.169-175, fev. 2008.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM** – D 2395 – 14 a, “Standard test methods for density and specific gravity (relative density) of wood and wood-based materials”, Annual Book of ASTM Standards, 1995.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-3172**: Standard Practice for Proximate Analysis of Coal and Coke, Withdrawn, 2007.

CARNEIRO JUNIOR, J. A. M.; TORRES, E. A.; ALVES, C. T. Análise técnica de sistemas de torrefação para aproveitamento da biomassa na geração de energia. In: Congresso brasileiro de engenharia química, 10, 2014, Florianópolis, Sc. **Anais...** Florianópolis: COBEQ, 2014. p.1 - 8.

CHAVES, A. M. B.; VALE, A. T. do; MELIDO, R. C. N.; ZOCH V. P. Características energéticas da madeira e carvão vegetal de clones de *Eucalyptus spp.* **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 17, p.533-542, 2015.

FELFLI, F. F.; LUENGO, C.A.; SUÁREZ, J.A.; BEATÓN, P. A. Wood briquette torrefaction. **Energy For Sustainable Development**, [S.l.], v. 10, n. 3, p.19-22, set. 2005.

GEOGRAFOS. Disponível em: <<http://www.geografos.com.br/cidades-parana/palotina.php>>. Acesso em: 12 nov. 2015.

MENEZES, M. J. S. **Poder calorífico e análise imediata da maravalha de Pinus (*Pinus sp*) e Araucária (*Araucaria angustifolia*) de reflorestamento como resíduos de madeira**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Cascavel, 2013.

PHANPHANICH, M.; MANI, S.. Impact of torrefaction on the grindability and fuel characteristics of forest biomass. **Bioresource Technology**, [S.l.], v. 102, n. 2, p.1246-1253, jan. 2011.

PROTÁSIO, T. de P.; BUFALINO, L.; MENDES, R.F.; RIBEIRO, M. X.; TRUGILHO, P. F.; LEITE, E.R. da S. Torrefação e carbonização de briquetes de resíduos do processamento dos grãos de café. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande PB, v. 16, n. 11, p.1252-1258. 2012.

ROCHA, M. S. R. dos S.; ALMEIDA, R. M. R. G.; CRUZ, A. J. G. da. Avaliação do potencial energético de resíduos agroindustriais provenientes de diferentes regiões brasileiras. **Engevista**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, p.217-235, jan. 2017.

- RODRIGUES, T. de O. **Efeitos da torrefação para fins energéticos**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Florestais, Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.
- SANTOS, R. C. dos; CARNEIRO A. de C. O.; CASTRO, A. F. M.; CASTRO, R. V. O.; BIANCHE, J. J.; SOUZA, M. M. de; CARDOSO, M. T. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p.221-230, jun. 2011.
- SANTOS, J. R. S. dos. **Estudo da biomassa torrada de resíduos florestais de Eucalipto e bagaço de cana-de-açúcar para fins energéticos**. 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2012.
- SILVA, J. de C. e; BARRICHELO, L. E. G.; BRITO, J. O. Endocarpos de Babaçu e Macaúba comparados com a madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de carvão vegetal. **Ipef**, [S.l.], v. 34. p.31-34, dez. 1986.
- SIMETTI, R. Características energéticas de duas espécies do gênero *Eucalyptus* em função do ponto de amostragem. **Enciclopédia. Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11, n. 21, p.364-371, jun. 2015.
- SPANHOL, A.; NONES, D. L.; KUMABE, F. J. B.; BRAND, M. A. Qualidade dos pellets de biomassa florestal produzidos em Santa Catarina para a geração de energia. **Floresta**, [s.l.], v. 45, n. 4, p.833-843, 21 out. 2015.
- TOSCANO, G.; PIZZI, A.; PEDRETTI, E.F.; ROSSINI, G.; CICERI, G.; MARTIGNON, G.; DUCA, D. Torrefaction of tomato industry residues. **Fuel**, [S.l.], v. 143, p.89-97, mar. 2015.
- TRAN, K.; LUO, X.; SEISENBAEVA, G.; JIRIJIS, R. Stump torrefaction for bioenergy application. **Applied Energy**, [S.l.], v. 112, p.539-546, dez. 2013.
- TREVISAN, R. Variação radial da massa específica básica da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, p.553-559, jul. 2008.
- VALE, A. T. do; MENDES, R M.; AMORIM, M.R.S.; DANTAS, V.F. de S. Potencial energético da biomassa e carvão vegetal do Epicarpo 267 e da torta de Pinhão Manso (*Jatropha curcas*). **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p.267-273, abr/jun. 2011. Trimestral.
- VIEIRA, G.E.G.; NUNES, A.P.; TEIXEIRA, L. F.; COLEN, A.G.N. Biomassa: uma visão dos processos de pirólise. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 15, n. 24, p.105-212, jul. 2014.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcalóides 73

Alfabetização científica 38

Angiospermas 73

Annona muricata 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70, 71

Antifúngica 86, 88, 89, 90, 91

Anti-inflamatória 63, 64, 66, 73

Antimicrobiana 63, 87, 91

Antioxidante 63, 64, 66, 67, 69, 71, 73

Antiulcerogênica 64, 73

Antraquinonas 64, 73

Aperfeiçoamento 3, 5, 91

Aprendizagem 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 16, 17, 19, 22, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42

Atividades biológicas 63

B

Base Nacional Comum Curricular (BNCC) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 13, 16, 17, 18, 32

Benzofenonas 85, 86, 87, 89, 90, 91

Biocompatíveis 95

Biomassa 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Biomateriais 95

C

Caatinga 73

Café conilon 44, 45, 46, 47, 49

Carbono fixo 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60

Celulose 53, 54, 69

Cibercultura 39

Ciências da natureza 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 40

Citotóxica 63, 64, 66, 73

Combustão 53, 56, 57

Combustíveis fósseis 52

Compostos fenólicos 48, 64

Conhecimento científico 2, 6, 14, 36, 39
Contexto 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 16, 21, 32, 35, 37, 38, 39, 64, 66, 87, 91, 95, 102
Cromatografia em Camada Delgada (CCD) 74, 87
Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massas (CG-EM) 46, 72
Cumarinas 64

D

Densidade básica 52, 53, 55, 56, 59
Desenvolvimento tecnológico 14, 36
Discente 12, 16, 33, 35, 36
Docente 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 16, 19, 20, 30, 33, 36, 43

E

Ensino-aprendizagem 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42
Ensino tradicional 7, 33
Espécie endêmica 72, 73
Ésteres 65, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 82
Esteróides 73
Eucalyptus 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 61, 62

F

Ferramentas tecnológicas na educação 33
Fitofármacos 64
Flavonóides 73
Formação continuada de professores 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10
Furanos 44, 48, 49
Furfural 44, 47, 48, 49

G

Gaseificação 53
Grafeno 94, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 103, 107, 108
Grafite 94, 95, 96, 97, 99, 101, 103, 104, 105, 106

H

Hemicelulose 53, 54
Hepatoprotetora 73

L

Lactonas 64, 65, 73

Leveduras 85, 86, 88, 90, 91

Lignina 53, 54

Lipofilicidade 87

M

Matemática 5, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 41, 109

Metodologias inovadoras 38, 39

Microextração em fase sólida pelo modo *headspace* (HS-SPME) 46

N

Nanofiltração 94, 95, 98

Nanoporos 94, 95, 98, 101, 105, 106

Nitração 85, 86, 87, 89, 91

O

Organização curricular 3

P

Passivação 94, 95, 106

Pirólise 52, 53, 62

Potencial toxicológico 64

Prática pedagógica 4, 43

Projetos políticos pedagógicos 37

Q

Química 1, 2, 3, 6, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 64, 65, 68, 71, 82, 83, 84, 85, 89, 90, 95, 96, 97, 109

R

Reação de Mallard 45

S

Senna acuruensis Benth 72

T

Tecnologias de Informação e Comunicação 38

Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) 43

V

Voláteis 44, 45, 46, 47, 48, 50, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 87, 88

X

Xantona 85, 87, 89, 91



PESQUISAS CIENTÍFICAS E O ENSINO DE QUÍMICA: Divulgando a produção acadêmica teórica

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2022



PESQUISAS CIENTÍFICAS E O ENSINO DE QUÍMICA: Divulgando a produção acadêmica teórica

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

@atenaeditora 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 


Ano 2022