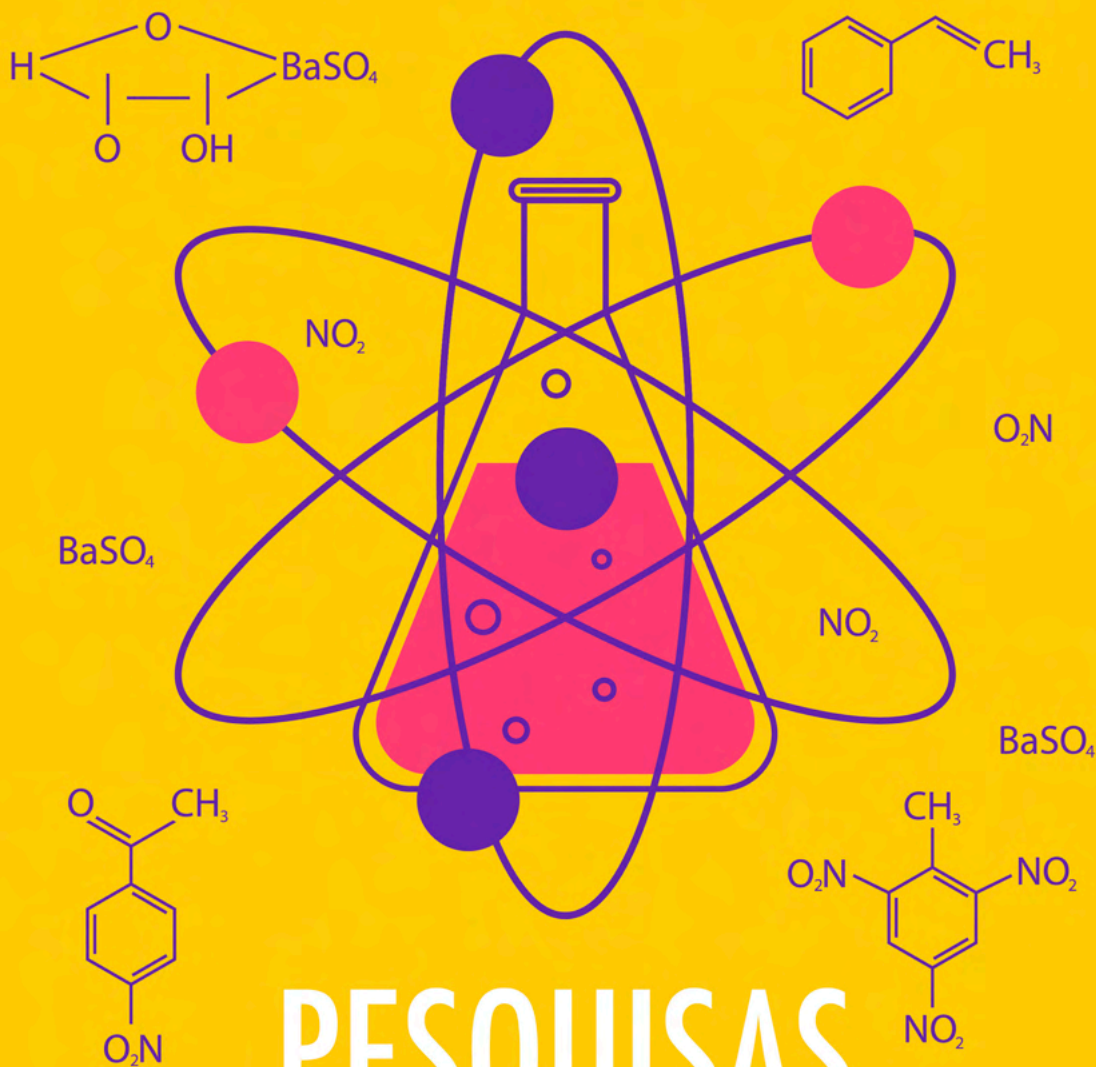


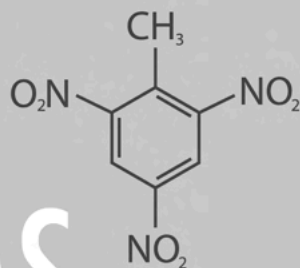
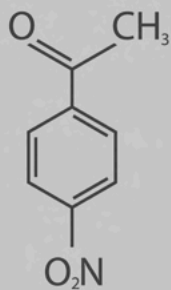
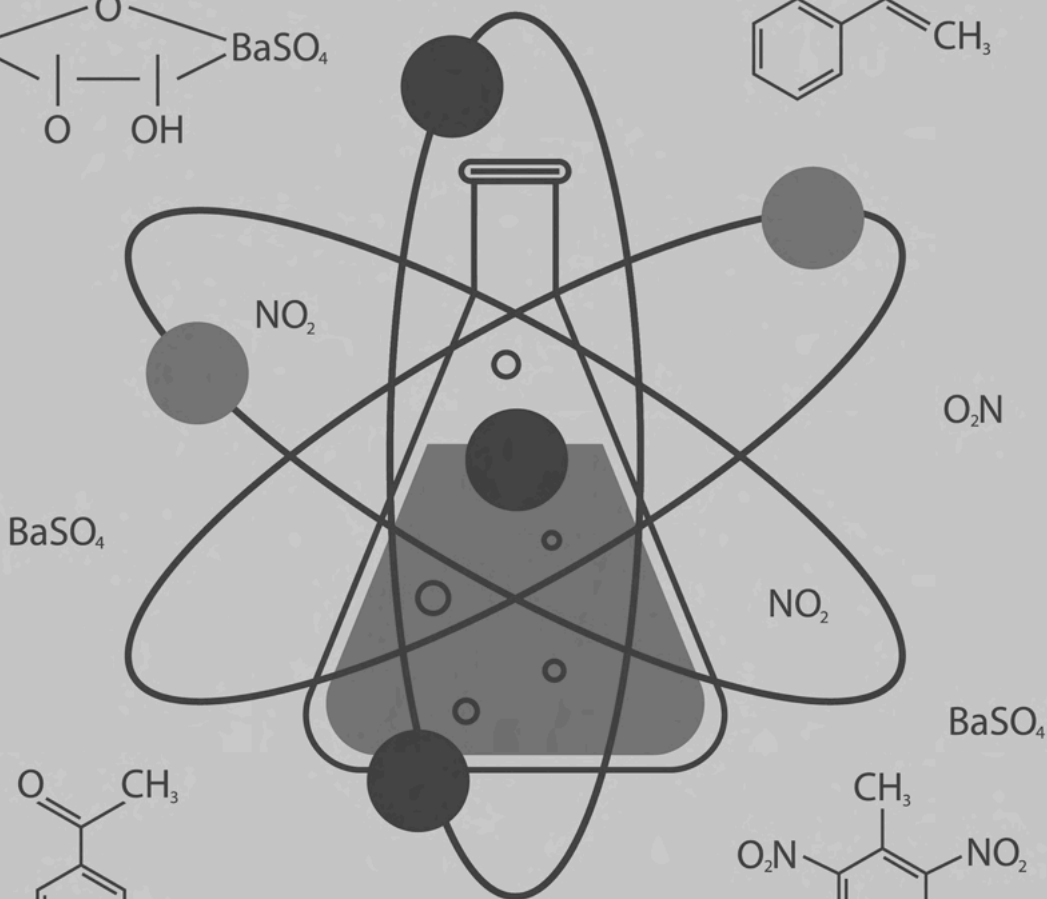
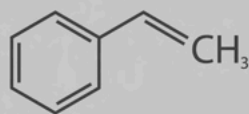
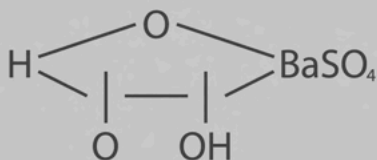
CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)



# PESQUISAS CIENTÍFICAS

## E O ENSINO DE QUÍMICA 2

CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)



# PESQUISAS CIENTÍFICAS 2

E O ENSINO DE QUÍMICA

### **Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Editora executiva**

Natalia Oliveira

### **Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

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 2

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**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 2 / 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 978-65-258-0272-5

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.725222705>

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](http://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” volume 2 é constituído por dezesseis capítulos de livros que propuseram avaliar: *i)* o processo de ensino-aprendizagem em química com o uso de metodologias de ensino ativas; *ii)* os desafios e processos de formação do futuro docente de química; *iii)* a importância da iniciação científica e projetos de extensão na formação dos discentes do curso de licenciatura em química; *iv)* monitoramento e qualidade de águas para fins potáveis ou não potáveis; *v)* química da atmosfera no centro da Amazônia e; *vi)* e a utilização de resíduos industriais como matéria-prima nos processos de produção.

Os capítulos de 1 a 3 investigaram a influência do período de pandemia associada às questões socioeconômicas que afetam o processo de ensino-aprendizagem em química/bioquímica para alunos de escolas localizadas nos estados de Minas Gerais, Amazônia e Goiás. Já os capítulos de 4 a 6 avaliaram a influência da inserção de um tabuleiro no processo de aprendizagem sobre combustíveis fósseis; o ensino de modelos atômicos e os desafios do ensino remoto e; a utilização de lixo eletrônico como tema gerador do ensino de eletroquímica. Por outro lado, os capítulos de 7 a 11 investigaram o processo formativo de futuros professores de química a partir de oficinas de produção de produtos de limpeza artesanais possibilitando a interação do ensino-extensão no município de Marabá/PA; as propriedades fitoterápicas da planta Mururé foram utilizadas como tema de formação inicial de professores na Amazônia; os aspectos e a importância do estágio supervisionado para o início do exercício da docência em química; a execução do projeto de Química Verde como primeiro contato de alunos ingressantes na UFRJ e; a iniciação científica como alternativa de melhorar o processo de ensino-aprendizagem de química para alunos da educação básica. Por fim, os capítulos de 12 a 15 investigaram uma alternativa para economizar o consumo de água potável no processo de produção de biodiesel; avaliação da qualidade da água presente em áreas de proteção permanente; processo de eutrofização de recursos hídricos no estado do Pará; avaliação da qualidade do ar na região amazônica e; a reutilização de resíduos industriais como matéria-prima nos processos de produção que garantam maior sustentabilidade.

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 5**

INFLUÊNCIA DOS ASPECTOS SOCIAIS E ECONÔMICOS NO PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO/LETRAMENTO CIENTÍFICO DURANTE O PERÍODO DE PANDEMIA (2020-2021) NO BRASIL

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Anelise dos Santos Mendonça Soares

Valdinei de Oliveira Santos


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227051>

### **CAPÍTULO 2..... 17**

O ENSINO DE QUÍMICA BÁSICA NO CONTEXTO DA PANDEMIA: O ACESSO AO CONHECIMENTO DE QUEM JÁ TINHA LIMITAÇÕES – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA DAS AULAS REMOTAS EM UMA ESCOLA DA ZONA RURAL DE NHAMUNDÁ, AMAZONAS

Clailson Lopes dos Santos

Michele Marques de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227052>


### **CAPÍTULO 3..... 22**

DIFICULDADES NO ENSINO DE BIOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO EM ESCOLAS DE GOIÁS E POSSÍVEIS MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO

Bianca Gonçalves Rodrigues

Katia Roberta Anacleto Belaz

Jocélia Pereira de Carvalho Oliveira


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227053>

### **CAPÍTULO 4..... 31**

ENVIRONMENTAL AMAZON BANK: UM JOGO DE TABULEIRO SOBRE OS COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS PARA O USO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA, PARÁ, AMAZÔNIA ORIENTAL

Maria Aparecida Oliveira de Lima Sousa

Claudio Emidio-Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227054>

### **CAPÍTULO 5..... 40**

O ENSINO DE MODELOS ATÔMICOS NO CONTEXTO DO ENSINO REMOTO EMERGENCIAL (ERE): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA


Rafael Straus de Sá

Igor Andrade Ribeiro

Adriane Sarmiento Jacaúna

Alex Izuka Zanelato


Michele Marques de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227055>

**CAPÍTULO 6..... 45**

**O USO DO TEMA GERADOR “LIXO ELETRÔNICO” NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA**


Ademar da Costa Amaro Junior  
Daniela Raphanhin da Silva  
Rejane Souza de Assunção de Campos  
Suzana Aparecida da Silva  
Rosimeire Montanuci

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227056>

**CAPÍTULO 7..... 50**

**O ENSINO DE QUÍMICA E A EXTENSÃO: OFICINAS DE PRODUTOS DE LIMPEZA ARTESANAIS NO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ-AMAZÔNIA ORIENTAL**


Maria Aparecida Oliveira de Lima Sousa  
Marconiel Neto da Silva  
Claudio Emidio-Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227057>

**CAPÍTULO 8..... 60**

**A FITOTERAPIA POPULAR DO MURURÉ (*Brosimum acutifolium*) SOB O OLHAR DO ETNOCONHECIMENTO E DA CIÊNCIA QUÍMICA: ABORDAGEM TEMÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES NA AMAZÔNIA**


Karine Figueira Alfaia  
Pedro Campelo de Assis Júnior  
Célia Maria Serrão Eleutério

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227058>

**CAPÍTULO 9..... 70**

**ASPECTOS DO PROCESSO DE INICIAÇÃO DA CARREIRA DOCENTE NO ESTÁGIO SUPERVISIONADO DE LICENCIANDOS EM QUÍMICA**

Grazielle Borges de Oliveira Pena  
Valéria Aparecida Lanzoni Zanetoni  
Nathália Santos Vêras

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7252227059>

**CAPÍTULO 10..... 89**

**ESTUDO DE CASO DO PRIMEIRO CONTATO DE ALUNOS DO PRIMEIRO PERÍODO DA ESCOLA DE QUÍMICA DA UFRJ COM A EXECUÇÃO DE UM PROJETO EM QUÍMICA VERDE**

Marcelo Ferreira de Souza Alves  
Wendell Faria de Oliveira  
João Pedro Júlio Torres Ferraz  
Richard de Araujo França  
Marcello Moreno Vieira Trocado  
Tatiana Felix Ferreira  
Peter Rudolf Seidl


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270510>

**CAPÍTULO 11..... 93**

A IMPORTÂNCIA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA O ENSINO APRENDIZAGEM DE QUÍMICA: CONTRIBUIÇÕES DO PROJETO PIC-Jr PARA A FORMAÇÃO DOS ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Ana Nery Furlan Mendes

Drielly Goulart

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270511>

**CAPÍTULO 12..... 106**

AGUA CONDENSADA DE LOS AIRES ACONDICIONADOS UNA ALTERNATIVA PARA EL AHORRO DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LA PREPARACIÓN Y PROCESO DEL BIODIESEL

Ligia Adelyada Torres Rivero

Beatriz Alcocer Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270512>


**CAPÍTULO 13..... 120**

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE PELA OBTENÇÃO DO IQA

Julia Comelli da Silva

Elaine Amorim Soares

Sérgio Augusto Moreira Cortez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270513>

**CAPÍTULO 14..... 129**

PROCESSO DE EUTROFIZAÇÃO: UM ESTUDO DE REVISÃO NOS CORPOS HÍDRICOS DO ESTADO DO PARÁ, BRASIL

Adriano Joaquim Neves de Souza

Gabriel Monteiro de Jesus

Alexandro Monteiro de Jesus

Fernanda Cristina Lima de Araújo

Ana Caroline de Souza Sales

Iurick Saraiva Costa

Tatiane Priscila Bastos Bandeira

Maria de Lourdes Souza Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270514>

**CAPÍTULO 15..... 141**

QUÍMICA ATMOSFÉRICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO CENTRO DA AMAZÔNIA: UM ESTUDO NA FLONA DO TAPAJÓS


Gabriel Brito Costa

Ana Carla dos Santos Gomes

Sarah Suely Alves Batalha

Glauce Vitor da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270515>

<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>150</b>
<b>SUSTENTABILIDADE: RESSIGNIFICAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS COMO INSUMOS CIRCULARES</b>	
Jorge Menezes da Cunha	
Marcus Vinícius de Araújo Fonseca	
Jo Dweck	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270516">https://doi.org/10.22533/at.ed.72522270516</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>160</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>161</b>

## QUÍMICA ATMOSFÉRICA E VARIÁVEIS AMBIENTAIS NO CENTRO DA AMAZÔNIA: UM ESTUDO NA FLONA DO TAPAJÓS

Data de aceite: 01/05/2022

Data de submissão: 22/03/2021

### Gabriel Brito Costa

Universidade Federal do Oeste do Pará  
Santarém Pará  
<http://lattes.cnpq.br/0980355943575182>

### Ana Carla dos Santos Gomes

<http://lattes.cnpq.br/7570030284513470>

### Sarah Suely Alves Batalha

<http://lattes.cnpq.br/6697577781262771>

### Glauce Vitor da Silva

<http://lattes.cnpq.br/0491000360565155>

**RESUMO:** Devido a necessidade de mais estudos para se compreender a química atmosférica na região amazônica, seus controles e interações com a sazonalidade das variáveis ambientais, este estudo buscou compreender os padrões e influências das concentrações de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O através de medidas de campo em um sítio experimental na Flona do Tapajós-PA. Os dados da torre micrometeorológica correspondem ao período de 2002 a 2006, com medidas de fluxos de energia (Eddy Covariance) e medidas de concentração de gases estufa (CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O). Os resultados sugerem que os padrões de H<sub>2</sub>O sofrem influência do vento na região, apresentando maiores concentrações quando o vento advém da direção do rio Tapajós (entre W-NW), e geralmente é mais seco quando o vento advém das regiões de pastagem próximas (entre N-E), com concentrações médias em

torno de 25 mmol/mol. O ciclo do CO<sub>2</sub> também mostra sazonalidade definida, e aparentemente tem controle pela oferta radiativa, que faz com que haja menores emissões nos períodos mais quentes da região, devido ao controle estomático da vegetação, com concentrações médias em torno de 390 ppm.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gases estufa, mudanças climáticas, micrometeorologia.

### ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND ENVIRONMENTAL VARIABLES IN THE CENTRAL AMAZON: A STUDY IN THE TAPAJÓS FLONA

**ABSTRACT:** Due to the need for more studies to understand the atmospheric chemistry in the Amazon region, its controls and interactions with the seasonality of environmental variables, this study sought to understand the interannual patterns of energy flows and seasonal patterns of CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O concentration through measurements field in an experimental site in Flona do Tapajós-PA. The micrometeorological tower data correspond to the period from 2002 to 2006, with measurements of energy flows (Eddy Covariance) and measurements of greenhouse gas concentrations (CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O). The results suggest that the H<sub>2</sub>O patterns are influenced by the wind in the region, presenting higher concentrations when the wind comes from the direction of the Tapajós River, and it is generally drier when the wind comes from the nearby pasture regions, with average concentrations around 25 mmol/mol. The CO<sub>2</sub> cycle also shows a defined seasonality, and apparently is controlled by the radiative supply, which causes lower

emissions in the hottest periods of the region, due to the stomatal control of the vegetation, with average concentrations around 390 ppm.

**KEYWORDS:** Greenhouse gases, climate change, micrometeorology.

## 1 | INTRODUÇÃO

Estudar a química atmosférica da região amazônica tem sido um dos principais temas nos estudos climáticos dos últimos anos, dado que elementos como os Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) que são emitidos pela vegetação desempenham um papel importante nas relações ecológicas, no ciclo do carbono e na ligação biosfera-atmosfera (Kessler & Baldwin, 2001; Greene & Gordon, 2003; Goldstein & Galbally, 2007; Schmelz et al., 2009), além das interações entre aerossóis, gases estufa e formação de nuvens na região. Quando emitidos para a atmosfera, grande parte destas partículas estão sujeitas a reações de oxidação. Embora ainda existam algumas incertezas quanto ao mecanismo das reações, é fato que essas reações afetam a capacidade oxidativa em nível troposférico, consequentemente influenciando na formação e concentração de outros gases traços (LAOTHAWORNKITKUL et al., 2009). Esses compostos de carbono podem reagir com radicais ozônio, hidroxila e nitrato, levando à formação de compostos secundários menos reativos, que desta forma levam à formação de Aerossóis Orgânicos Secundários (SOAs). Esses aerossóis exercem importante impacto no clima por meio de interações com a radiação e devido a sua capacidade de moldar a formação de Núcleos de Condensação de Nuvens (CCN) que atraem moléculas de água formando densas gotas de chuva que caem no local (PÖSCHL et al., 2010; MARTIN et al., 2010).

A floresta é resiliente em relação às variações climáticas naturais; no entanto, as interações entre as variações climáticas e as mudanças no uso da terra e na cobertura da terra estão levando a ecossistemas florestais cada vez mais fracos (DAVIDSON et al., 2012). As concentrações atmosféricas de CO<sub>2</sub> aumentaram vertiginosamente na Era pré-industrial, atingindo na atmosfera valores muito superiores aos que possivelmente ocorreram nos últimos 800 mil anos, tendo ultrapassado os 405 ppm de concentração (WMO, 2018). O H<sub>2</sub>O e o CO<sub>2</sub> são gases estufa, que absorvem a radiação de onda longa emitida pela terra e são conhecidos por terem efeitos significativos sobre a temperatura global (IPCC, 2001). A taxa de atmosférica de acúmulo de CO<sub>2</sub> tem sido mais ou menos uma fração constante das emissões de CO<sub>2</sub> através da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, mudanças no uso da terra e produção de cimento. Variáveis atmosféricas como temperatura, precipitação, radiação (direta e difusa) afetam a fotossíntese e / ou respiração e podem modificar a troca líquida de carbono, padrões de alocação de carbono, e / ou produtividade global, e por feedback podem alterar as concentrações de H<sub>2</sub>O, fazendo-se necessário mais estudos para criar melhor entendimento sobre a dinâmica do ciclo do carbono na atmosfera. Nota-se, portanto, que existe a necessidade em se criar um

melhor entendimento sobre os ciclos biogeoquímicos dos gases citados na região, suas relações com os fluxos energéticos e variáveis ambientais para tentar responder questões centrais sobre o controle da floresta sobre o clima e as emissões destes gases, linha de pesquisa esta onde se enquadra este estudo, cujos principais resultados serão discutidos a seguir.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo se aplica na Floresta Nacional do Tapajós (FNT, 54° 58'W, 2° 51'S), que se situa perto da Rodovia Santarém-Cuiabá (BR-163), no km 67 (Figura 1). A FNT é delimitada pelo rio a Tapajós para o oeste e a rodovia BR-163 a leste, estendendo-se 50 km a 150 km ao sul da cidade de Santarém-PA. Na parte leste da BR-163 a paisagem é extensivamente desenvolvida para a agricultura. A torre foi instalada a aproximadamente 6 km a oeste da rodovia BR-163. Os dados analisados são de fluxos e concentrações de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  associados com medições meteorológicas. As medidas vão de janeiro de 2002 a janeiro de 2006, com médias diárias e mensais de dados horários, sendo plotados seus perfis médios mensais com intervalo de confiança de 95% para a média, sendo os de fluxos e demais variáveis pertencentes ao Programa de Larga-Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA) disponíveis no período de 2002 a 2006 (Saleska et al. 2013), acessíveis através do site <https://daac.ornl.gov>. Os fluxos de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  foram medidos em dois níveis (58m e 47m) por meio analisador de caminho fechado (LICOR- 6262) e foi utilizado um Anemômetro Campbell CSAT3 para as medidas tridimensionais do vento. Todas as técnicas estatísticas mencionadas e plots descritos foram realizadas com o auxílio do software estatístico livre R 4.2.1. (R, 2022).

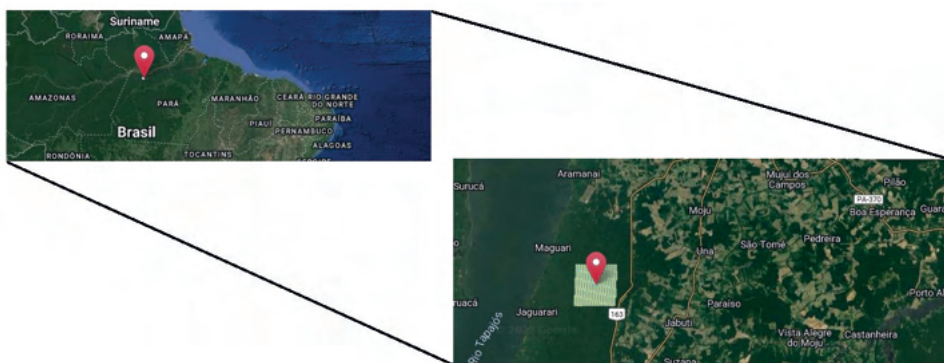
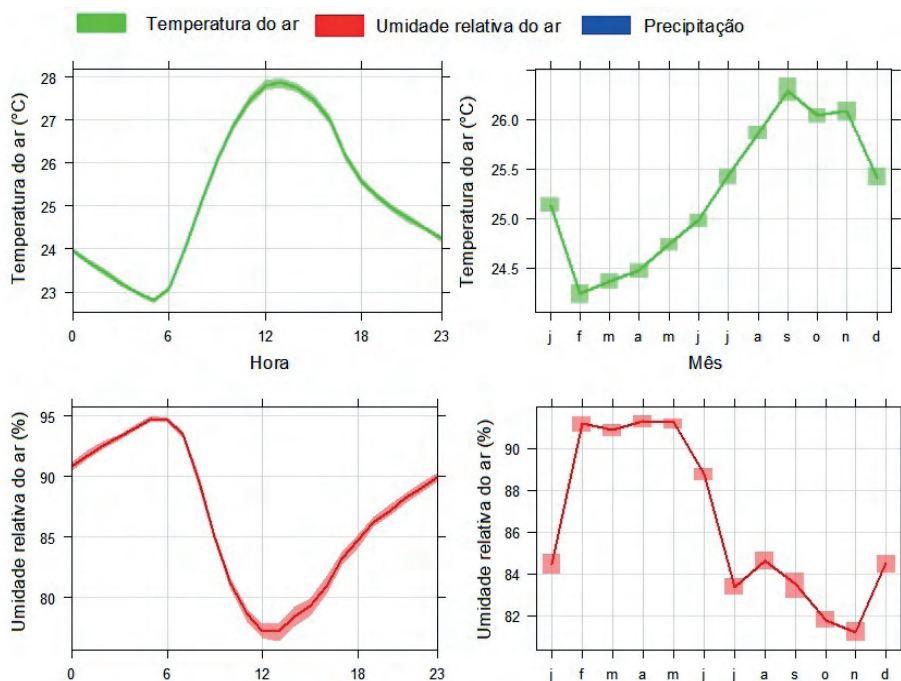


Figura 1. Localização e fisionomia superficial no entorno da torre micrometeorológica localizada na FNT no km 67 (Belterra-PA). Fonte: Google Earth.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra os padrões médios mensais e horários das variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação) com variabilidade diária bem definida na temperatura e umidade (máximo de temperatura e mínimo de umidade relativa por volta das 14h locais), assim como a sazonalidade anual também é bem configurada, com o máximo de temperatura do ar ocorrendo no auge da estação seca local (mês de setembro), sendo a ocorrência do mínimo de umidade relativa do ar somente 2 meses depois (mês de novembro), época onde se identifica a retomada do período chuvoso local, que tem seus máximos de precipitação no mês de fevereiro (ocasionando o máximo de umidade relativa do ar e mínimo de temperatura do ar) mantendo elevados os índices de precipitação até o mês de maio, indicando o fim da estação chuvosa e início da estação de transição para a estação seca, que é reportado regularmente compreendendo o período entre 15 de julho e 15 de Dezembro (Hutyra et al., 2007). Estes padrões refletem diretamente na partição dos fluxos de energia (figura 3) onde os máximos de radiação, fluxo de calor latente e sensível ocorrem no mês de setembro, mostrando que os fluxos de energia são altamente dependentes da energia disponível no local. Estes padrões meteorológicos já foram discutidos em outros artigos (Rocha et al., 2009, Hutyra et al., 2007) trazendo de nova informação o intervalo de confiança de 95% da média em cada medida (áreas hachuradas em torno da linha de média).





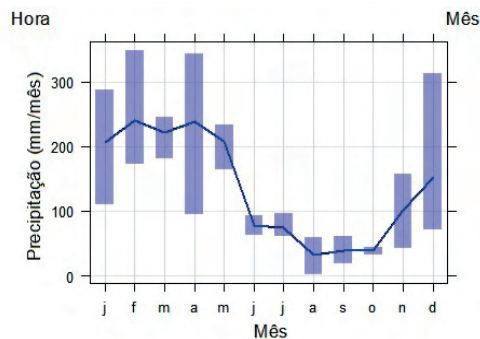


Figura 2. Padrões médios horários e mensais de temperatura do ar (linha verde), umidade relativa do ar (linha vermelha) e médias mensais dos acumulados de precipitação (linha azul) no período de 2002 a 2006 na FNT.

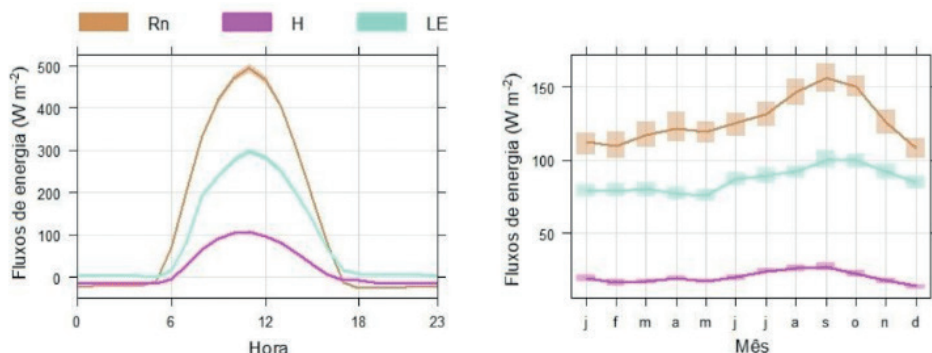


Figura 3. Padrões médios horários e mensais de temperatura do ar (linha verde), umidade relativa do ar (linha vermelha) e médias mensais dos acumulados de precipitação (linha azul) no período de 2002 a 2006 na FNT.

A figura 4 mostra os padrões médios mensais e horários das variáveis concentração de  $\text{CO}_2$  (linha preta) e concentração de  $\text{H}_2\text{O}$  (linha laranja). Por serem variáveis ligadas a fenologia do ambiente, seus padrões diários seguem não só a variação térmica (camada limite), como também a atividade de interação biosfera-atmosfera. As concentrações de  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  mostram seus máximos por volta das 6h locais, que corresponde a hora mais fria do dia, momento em que a camada limite local está menos espessa, favorecendo às altas concentrações. As concentrações tendem a diminuir ao longo do dia conforme o aquecimento diurno, sendo a concentração de  $\text{H}_2\text{O}$  a que possui maior variabilidade horária, ligada diretamente com os episódios de precipitação no local.

As maiores concentrações de  $\text{H}_2\text{O}$  ocorrem no mês de maio, ainda como efeito do deplecionamento da umidade atmosférica depois dos máximos de precipitação no mês de abril. Já as concentrações de  $\text{CO}_2$  seguem a resposta do ecossistema às ofertas de água e energia, fazendo com que os máximos ocorram no mês de dezembro, enquanto os

mínimos ocorrem no mês de outubro. Isto é uma resposta direta ao máximo aquecimento que ocorre em setembro (Hutyra et al., 2007) devido o controle estomatal das plantas e o reinício da estação chuvosa no mês de dezembro, fazendo com que seja um dos meses com maior variabilidade nas chuvas. Estes padrões estão ligados diretamente com a senescência foliar (Huete et al., 2006) no caso das menores emissões e produção de novas folhas (aumento da capacidade fotossintética) no local com a retomada das chuvas a partir do mês de dezembro, no caso do significativo aumento das concentrações neste período.

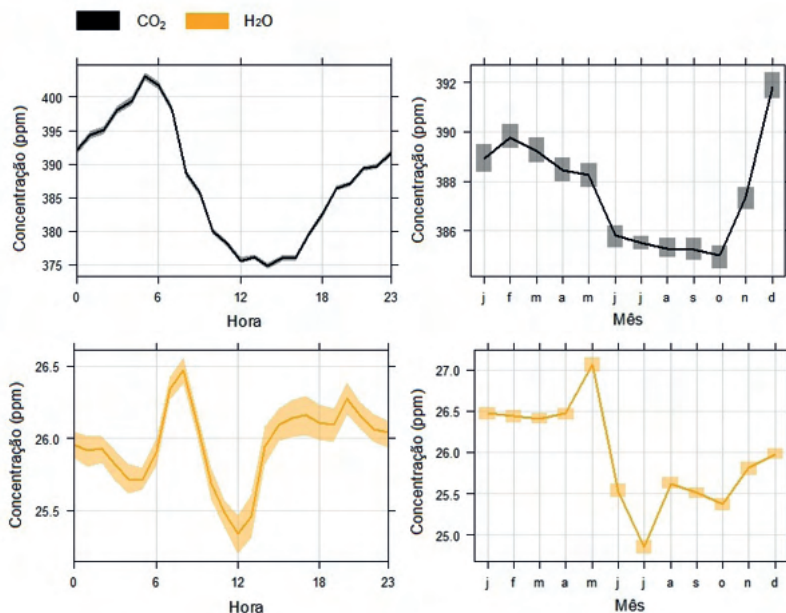


Figura 4. Médias diárias da série histórica de umidade relativa do ar para a cidade de Macapá-AP.

Como a FNT é caracterizada por ventos alísios persistentes (Lu et al., 2005), as figuras 5 e 6 mostram as variações dos gases analisados de acordo com a direção do vento, uma vez que os ventos no topo da torre (64 m) são predominantemente do leste e nordeste (Hutyra et al., 2007) e a torre é circuncidada por diferentes fisionomias superficiais. Os resultados mostram que existem padrões distintos de emissões de CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O por direção do vento, com maiores concentrações de CO<sub>2</sub> advindas das direções entre os quadrantes N-E-S e menores concentrações de CO<sub>2</sub> advindas das direções entre os quadrantes S-W-N, opostamente ao que ocorre com as concentrações de H<sub>2</sub>O, que são maiores advindas das direções entre os quadrantes S-W-N e menores advindas das direções entre os quadrantes N-E-S. Estes padrões estão diretamente ligados às coberturas superficiais no entorno da torre (figura 1), onde localiza-se um grande corpo hídrico (Rio Tapajós) e fisionomia de floresta muito mais preservada entre os quadrantes S-W-N e uma região intensamente

antropizada entre os quadrantes N-E-S, fazendo com que as concentrações destes gases medidos na torre sejam influenciadas dependendo da direção do vento, que mostra os possíveis impactos da mudança de uso do solo no local (pastagens, plantios de soja, milho e outras monoculturas) no que concerne à emissão de gases estufa, conforme já mostrado em outros trabalhos (COSTA et al., 2015; COSTA et al., 2020).

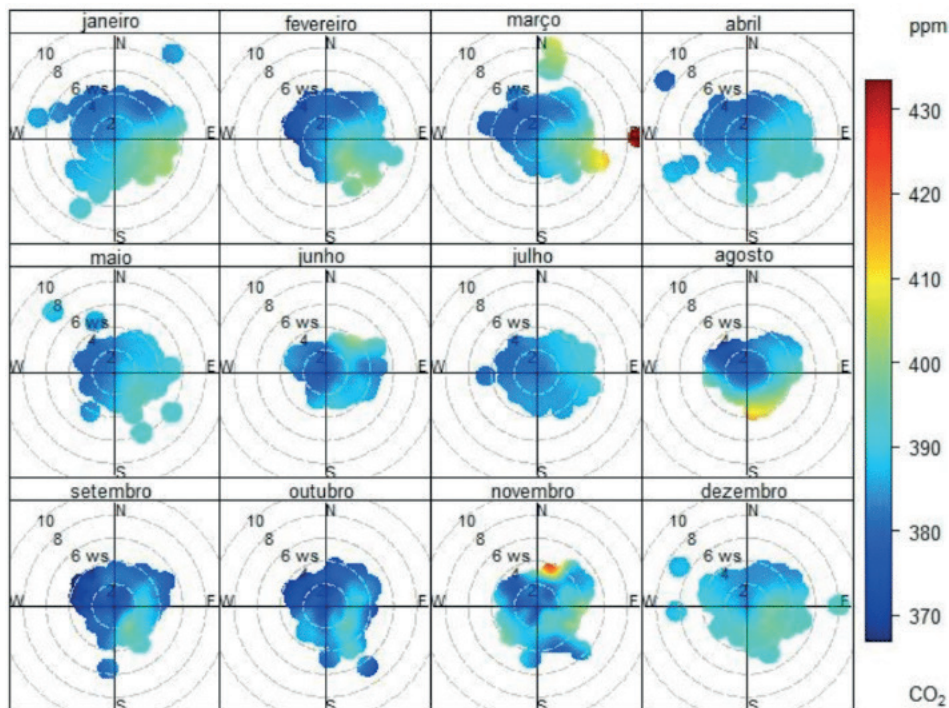


Figura 5. Padrões mensais de concentração de CO<sub>2</sub> por direção do vento.

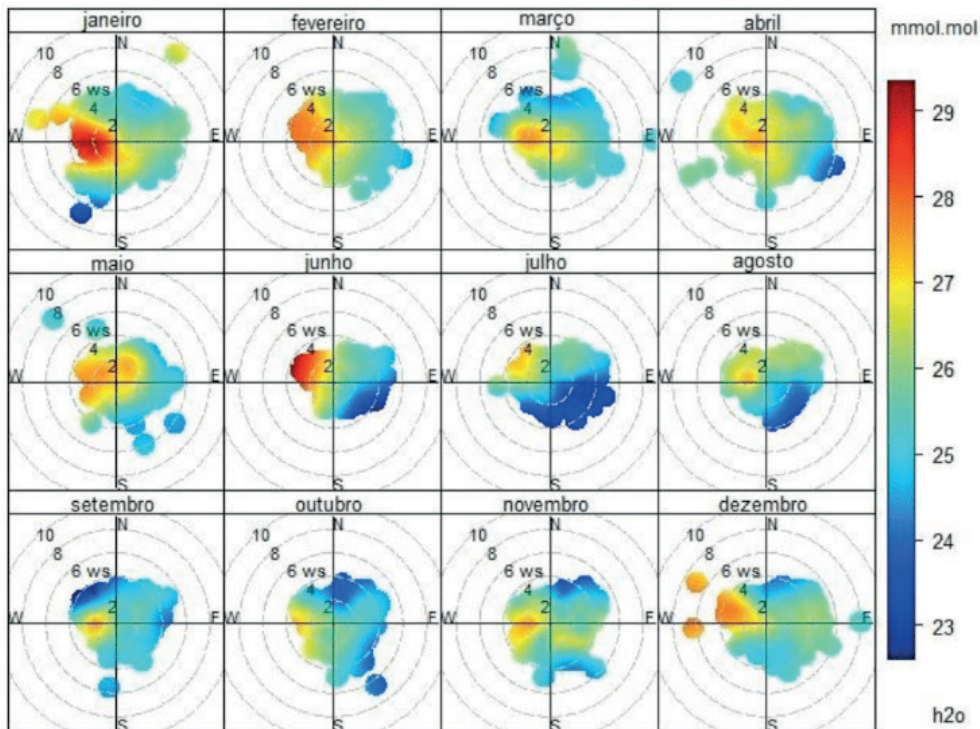


Figura 6. Padrões mensais de concentração de  $H_2O$  por direção do vento.

## 4 | CONCLUSÕES

As principais conclusões retiradas do estudo são:

- \* Os padrões de  $H_2O$  sofrem influência do vento na região, apresentando maiores concentrações quando o vento advém da direção do rio Tapajós, e geralmente é mais seco quando o vento advém das regiões de pastagem próximas.

- \* O ciclo do  $CO_2$  também mostra sazonalidade definida, e aparentemente tem controle pela oferta radiativa, que faz com que haja menores emissões nos períodos mais quentes da região, devido ao controle estomático da vegetação.

## REFERÊNCIAS

COSTA, G. B. **Fluxos de energia,  $CO_2$  e  $CH_4$  sobre a floresta em planície de inundação da Ilha do Bananal**. Piracicaba: Tese de doutorado, 2015. 142 p.

COSTA, G. B.; DA ROCHA, H. R. ; COLLICHIO, E. ; DE FREITAS, H. C. ; BORMA, L. S. . **Medidas micrometeorológicas e de ciclo atmosférico de  $CH_4$  e  $CO_2$  em uma floresta de inundação na região da Ilha de Bananal, Tocantins**. In: Renato Torres Pinheiro. (Org.). Biodiversidade na região da ilha do Bananal/Cantão. 1ed. Palmas: EDUFT, 2020, v. 1, p. 7-29.

DAVISON, B. et al. **Concentrations and fluxes of biogenic volatile organic compounds above a Mediterranean macchia ecosystem in western Italy.** *Biogeosciences*, 6, 14 August 2009. 1655– 1670. Disponível em: <<https://www.biogeosciences.net/6/1655/2009/>>.

GOLDSTEIN, A. H.; GALBALLY, I. E. **Known and Unexplored Organic Constituents in the Earth's Atmosphere.** *Environmental Science & Technology*, 41, 1 March 2007. 1514–1521. Disponível em: <<https://cdn-pubs.acs.org/doi/10.1021/es072476p>>.

GREENE, M. J.; GORDON, D. M. **Cuticular hydrocarbons inform task decisions.** *Nature*, 423, 1 May 2003. 32-32.

HUTYRA, L. R. et al. **Seasonal controls on the exchange of carbon and water in an Amazonian rain forest.** *Journal of Geophysical Research*, v. 112, p. 1-16, 1 August 2007. Disponível em: <<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1029/2006JG000365>>.

HUTYRA, L., S. WOFSY AND S. SALESKA. 2008. **LBA-ECO CD-10 CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O Eddy Fluxes at km 67 Tower Site, Tapajos National Forest.** Data set. Available on-line [<http://www.daac.ornl.gov>] from Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, Oak Ridge, Tennessee, U.S.A. doi:10.3334/ORNLDAAAC/860

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), **Climate Change 2007 - The Physical Science Basis.** Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007.

IPCC. IPCC 2007: **Climate Change 2007: Synthesis Report.** Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment. Geneva, Switzerland, p. 144. 2007.

KESSLER, A.; BALDWIN, I. **Defensive Function of Herbivore-Induced Plant Volatile Emissions in Nature.** *Science*, 291, 16 March 2001. 2141-2144. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/291/5511/2141>>.

PÖSCHL, U. et al. **Rainforest Aerosols as Biogenic Nuclei of Clouds and Precipitation in the Amazon.** *Science*, 329, 17 September 2010. 1513-1516. Disponível em: <<http://science.sciencemag.org/content/329/5998/1513>>.

ROCHA, H. R. et al. (2009). **Patterns of water and heat flux across a biome gradient from tropical forest to savanna in Brazil.** *J. Geophys. Res.*, 114, G00B12, doi:10.1029/2007JG000640.

SCHMELZ, E. A. et al. **Phytohormone-based activity mapping of insect herbivore-produced elicitors.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(2), 13 January 2009. 653– 657. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2626758/>>.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

- Águas contaminadas 53
- Alfabetização científica 11, 40, 51
- Análise Térmica Diferencial (DTA) 153, 157
- Aplicativos 20
- Áreas de Proteção Permanente (APPs) 122
- Aulas remotas 15, 18, 19, 43

### B

- Biocapacidade 152
- Biocombustível 109
- Biodiesel 100, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 119, 120, 121

### C

- Ciências da natureza 18
- Combustíveis fósseis 33, 35, 36, 37, 40, 144
- Compostos orgânicos voláteis (COVS) 144
- Computadores 20, 51
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) 96
- Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 134
- Covid-19 8, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 42, 46, 48, 94
- Currículo 20, 30, 31, 32, 42, 48, 69, 73, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 106

### D

- Demanda bioquímica de Oxigênio (DBO) 125
- Didática 34, 42, 43, 91
- Difração de Raios-X (DRX) 153

### E

- Ecosistemas 20, 131, 132, 134, 136, 137, 144
- Eletroquímica 47, 49, 50
- Ensino-aprendizagem 7, 9, 15, 33, 35, 36, 37, 69, 98
- Ensino de bioquímica 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32
- Ensino de química 19, 24, 28, 36, 41, 50, 52, 60, 91, 96, 106, 129
- Escória de alto-forno (EAF) 154
- Esgoto sanitário 132

Estágio supervisionado 72, 73, 74, 77, 79, 80, 82, 86, 87, 88

Esterificação 110, 115, 116

Etnoconhecimento 62, 63, 64, 65, 67, 69, 70, 71

Eutrofização 123, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140

## **F**

Ferramentas digitais 42

Fitoterapia 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69, 70

Formação docente 63, 72, 73, 74, 80

## **G**

Gases estufa 143, 144, 149

Google forms 99

## **I**

Impactos ambientais 36, 48, 54, 152

Iniciação científica 94, 95, 97, 98, 99, 103, 106

Interdisciplinaridade 24, 29, 30, 31, 32, 106

Internet 9, 20, 26, 53, 54, 121

## **J**

Jogos didáticos-pedagógicos 33

## **L**

Letramento científico 11, 12, 162

Lixo eletrônico 47, 48, 49, 50, 51

Lúdico 17, 28, 33, 34, 36, 37, 40, 41

## **M**

Manto freático 108

Meio ambiente 37, 53, 54, 55, 56, 60, 102, 135, 138, 140, 156

Mineração 152, 153, 154, 160

Modelos atômicos 42, 43, 44, 45

Mururé (*Brosimum acutifolium*) 62

## **O**

Óleo de cozinha 54, 56

Organismos autotróficos 132, 134, 136

## **P**

Pandemia 7, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 36, 42, 43, 46, 48, 65

Pedagogia de Projetos 96, 97, 107

Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) 153

Poluição do ar 48

Potencial Hidrogeniônico (pH) 125

Preocupação ambiental 53, 61

Produtos biodegradáveis 53

Produtos de limpeza 52, 53, 54, 56, 57, 60

Programa de Iniciação Científica Júnior (PIC-Jr) 96

Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 43

Projetos de extensão 60, 74

Proteínas 27, 134, 135

## **Q**

Química Verde 60, 91, 94

## **R**

Reações de oxirredução 50

Reciclagem 53, 160, 161

Recursos hídricos 124, 126, 137

Recursos não renováveis 55

Recursos naturais 55, 124, 152, 159

Recursos pedagógicos 34

Redes sociais 16, 17, 20, 42, 43, 44

Resíduos sólidos 48, 52, 53, 124, 152, 159

Reuso 60

Reutilização 54, 60, 162

## **S**

Saneamento básico 15, 17, 137, 139

Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) 124

Sustentabilidade 70, 93, 94, 140, 152

## **T**

Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) 19, 20

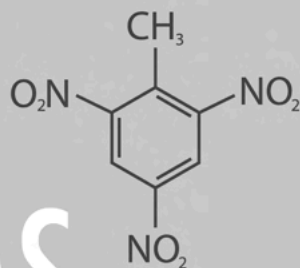
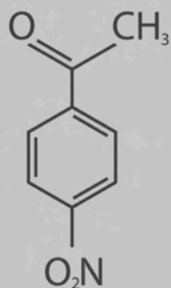
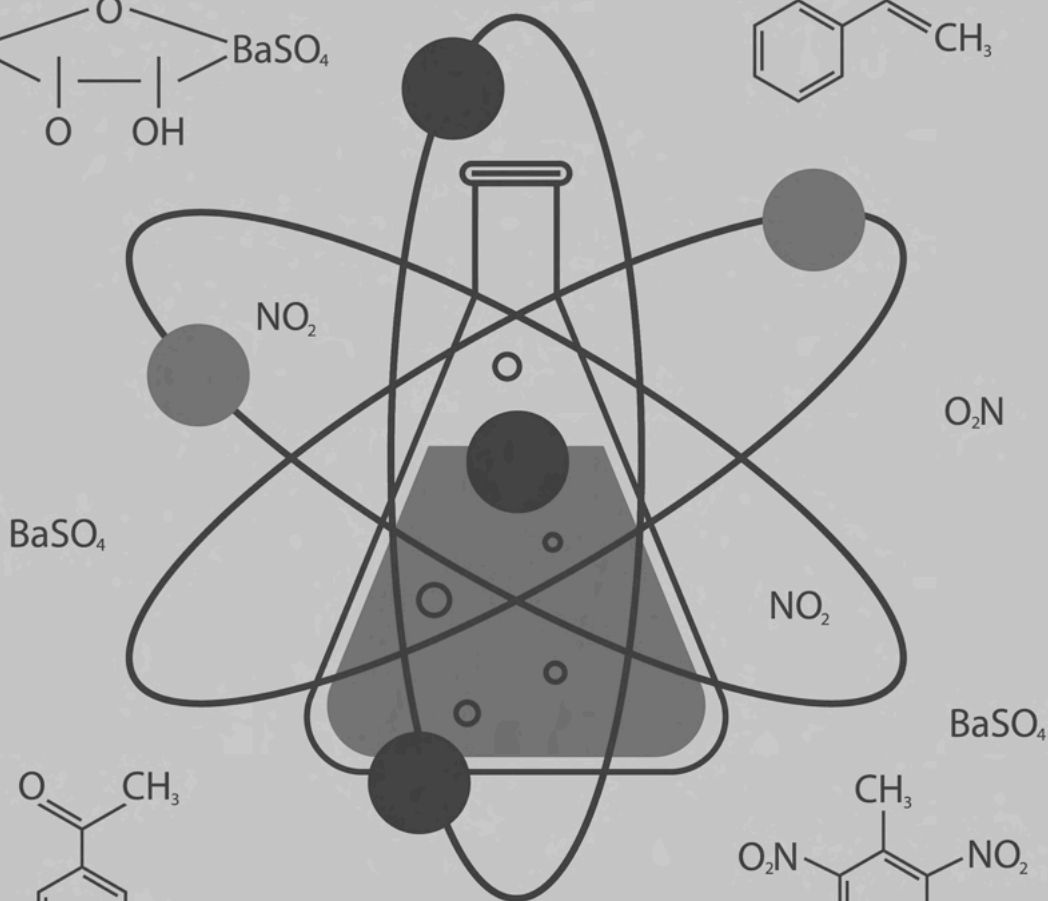
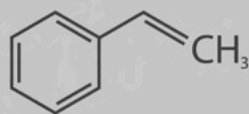
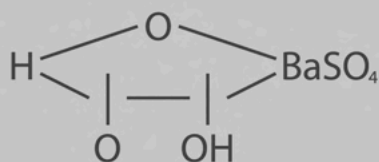


## **V**

Vitro-cerâmica 154, 155, 158, 159, 160

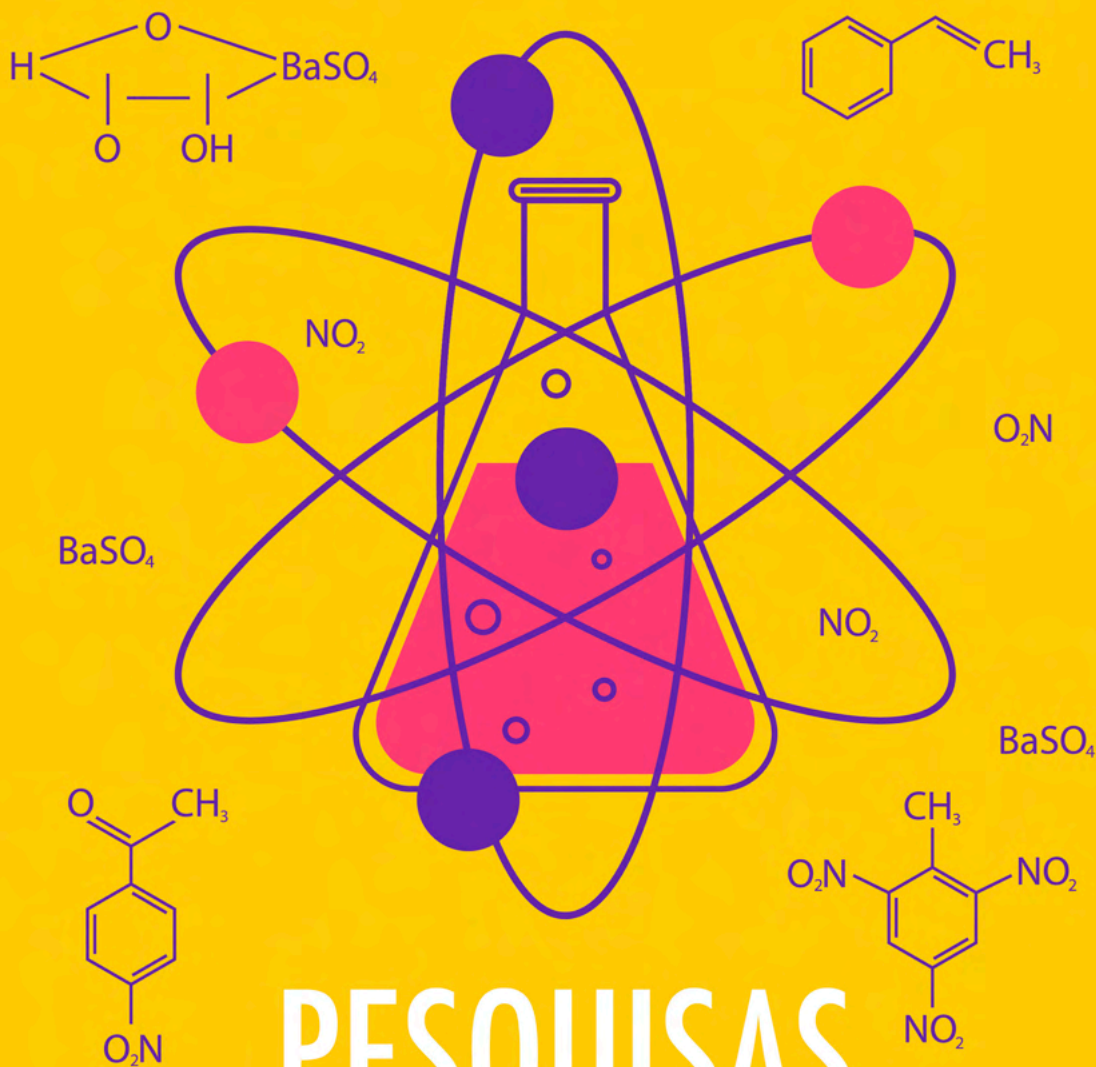
## **W**

WhatsApp 22, 43, 44, 45



# PESQUISAS CIENTÍFICAS 2

## E O ENSINO DE QUÍMICA



# PESQUISAS CIENTÍFICAS

## E O ENSINO DE QUÍMICA 2