

amazon

Vol. 4 set 2025

Expedition MAGAZINE

DOI:10.5281/zenodo.14963738

www.amazonexpedition.zohosites.com

IA, em busca da subjetividade humana ?

Clima na Amazônia:
ATTO - 15 anos de estudos do Clima da Amazônia
em torres altas

COP 30
Olhares da cultura que
movimenta MANAUS

Clima
Espacial:
Observações de
OG/TID em altura
da camada F2
próximo a região
equatorial

ESG:
Asfalto Verde

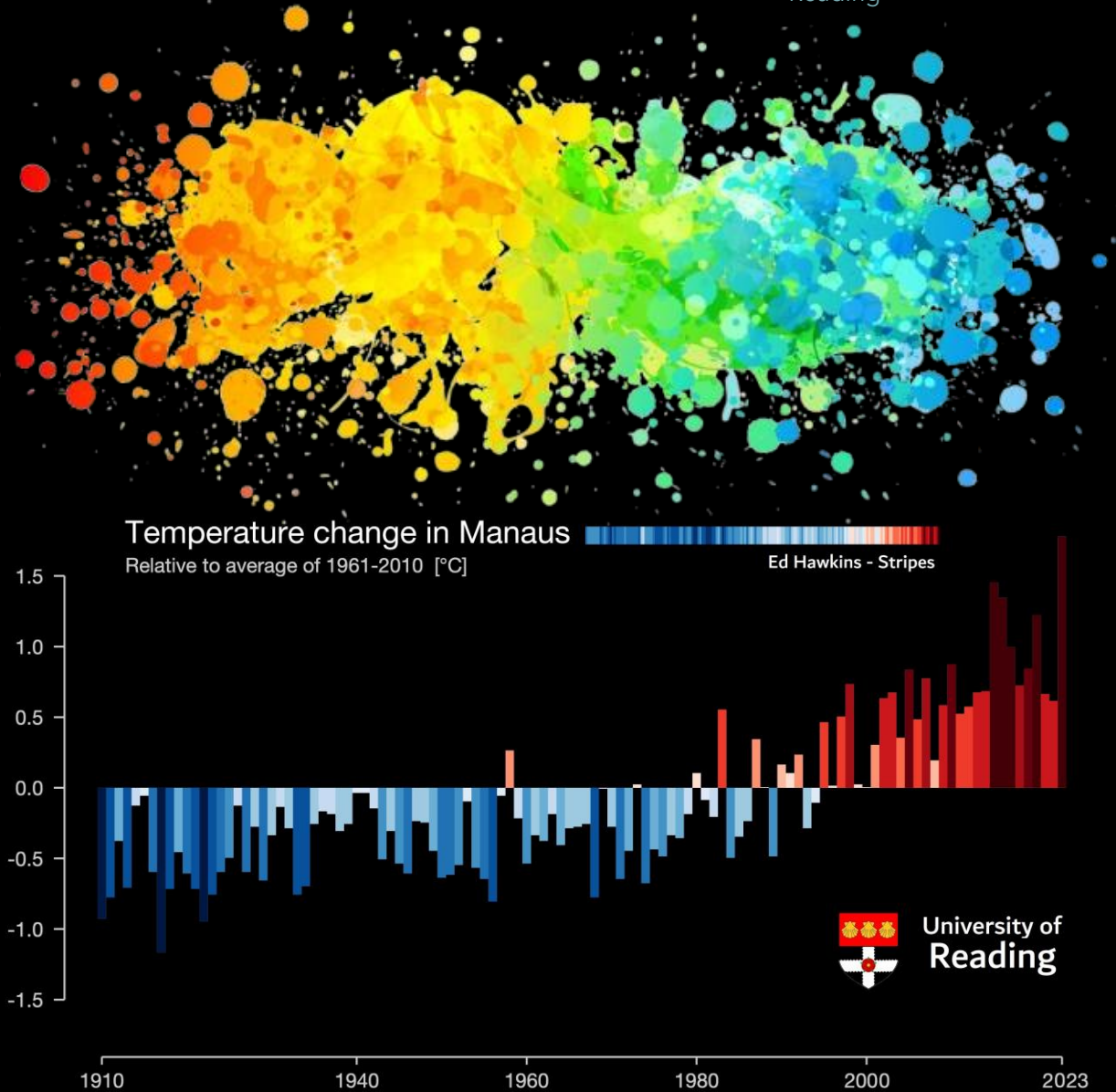
Avaliação do Teor
de ácido acético
no vinagre de
álcool
comercializado
na cidade de
Manaus pelo
método
titulométrico

Descrição dos
efeitos da variação
de temperatura na
descarga do B100,
BS10, BS500,
Gasolina C, em
uma distribuidora,
no ano de 2023 -
Manaus-AM

Obtenção de
extratos de canela
(*cinnamomum
verum*), alfazema
(*lavandula
angustifolia*) e
cravinho (*syzygium
aromaticum*) via
separação sólido-
líquido

AMAZÔNIA

Varição média da temperatura sobre a cidade de Manaus (Amazônia Central) entre os anos de 1910-2023, segundo Ed Hawkins da Universidade de Reading



5 CARTA DO EDITOR

CAPA

- 6** IA, em busca da subjetividade humana?

CLIMA DA AMAZÔNIA

- 10** ATTO - 15 anos de estudos do Clima da Amazônia em torres altas

CLIMA ESPACIAL

- 23** Observações de OG/TID em altura da camada F2 próximo a região equatorial

ESG

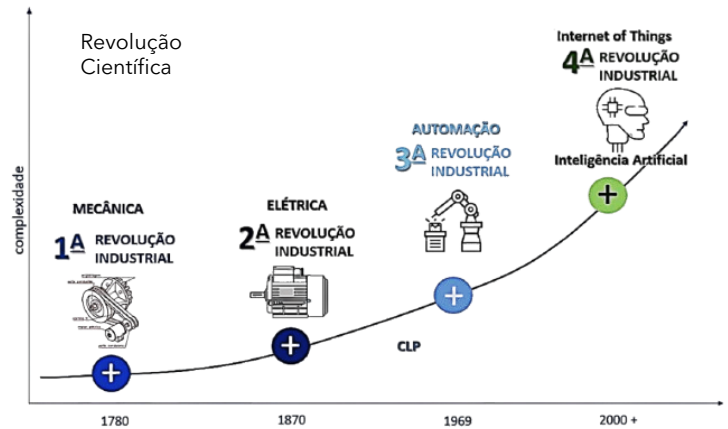
- 36** Asfalto Verde



Imagem: EKO Brasil

QUÍMICA

- 51** Avaliação do Teor de ácido acético no vinagre de álcool comercializado na cidade de Manaus pelo método titulométrico



Altura média do dossel das árvores (marcada na torre) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã - S. Sebastião do Uatumã (Amazônia Central) local do ATTO.



FOTO: ANTÔNIO HUXLEY (LBA-INPA)

ESTUDO DE CASO

- 57** Descrição dos efeitos da variação de temperatura na descarga do B100, BS10, BS500, Gasolina C, em uma distribuidora, no ano de 2023 - Manaus-AM

FÁRMACOS

- 74** Obtenção de extratos de canela (*cinnamomum verum*), alfazema (*lavandula angustifolia*) e cravinho (*syzygium aromaticum*) via separação sólido-líquido



COP - 30
Projeto Casa
Ecológica
(Vídeos)

Este conteúdo está disponível na 3ª. Edição.
<https://amazonexpedition.zohosites.com/>

PESQUISADORES

- 79** PARTICIPAÇÃO DOS PESQUISADORES
Amazon Expedition Magazine

COP 30 (Belém-Brasil)

- 83** Uma breve observação da cidade de
Manaus

Correlação do
tamanho da mão do
pesquisador (Dr.
Bruce Nelson - INPA)
com a pegada da
onça no ATTO



FOTO: NEWTON LIMA

Era dos *Sapiens* : O Antropoceno e a Inteligência Artificial

Já chegamos ou não no Antropoceno? O grupo a favor (Anthropocene Working Group - AWG), com pesquisas realizadas no Lago Crawford (Toronto-Canadá), vem coletando dados desde os anos de 1950, como materiais particulados no perfil hídrico do lago, e destaca a tese que o cenário de geociência global releva claramente mudanças na geologia ambiental, evidenciando a participação e a influência do ser humano. Contudo, existe também o grupo contrário, que argumenta, nossa permanência no Holoceno. Esses estudos sustentam que as oscilações climáticas e os aumentos nos níveis de CO₂ na atmosfera são características naturais, típicas de ciclos que ocorrem em períodos geológicos anteriores, como o Pleistoceno.

A Humanidade percorre três importantes revoluções, ao longo de sua existência. Segundo Yuval Noah Harari (em *Sapiens* - Uma Breve História da Humanidade), a primeira ocorreu há 70 mil anos, e é a Revolução Cognitiva, a segunda é há 12 mil anos, é a Revolução Agrícola; e a terceira há 500 anos é a Revolução Científica. Com base nesta afirmação, é possível que as duas hipóteses anteriores do Antropoceno, sejam viáveis, pois se inserem nesse período de 500 anos.

Contudo, a maioria dos estudos científicos, é financiado com o objetivo de alcançar algum interesse político, econômico, social ou até mesmo religioso. Surge, a dúvida: "O que é mais importante?" e "O que é bom para a humanidade?"

Então, a ciência moderna, proveniente da Revolução Científica, na busca constante dos humanos por algo a mais, evolui para os algoritmos mais elaborados com a Inteligência Artificial (IA). Quando falamos em IA, temos a ideia de um ente superpoderoso de informações; entretanto, esse algoritmo é composto por vários outros algoritmos, todos desenvolvidos por ser humanos agrupados em ambiente digital e disponível para oferecer rapidez na resolução de problemas. A grande questão nisso tudo é que outros algoritmos interferem no processamento das informações, dando a impressão de "subjetividade humana", alinhando a resposta à questão exigida. Atualmente, é o maior sucesso e medo dos *Sapiens*: e se ela realmente aprender a tal "subjetividade humana" (página, 6).

Nesta edição, iremos abordar esses temas, além da pesquisa básica na Amazônia Central e a COP-30 (Belém-Brasil).

IA, em busca da subjetividade humana ?

Jackeline Mendes Brandão

A resposta para esta desejada busca da IA, vem pelas palavras da professora e pesquisadora, Maria das Graças Volpe Nunes, 66 (Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo - ICMC - USP), em São Carlos (SP), atualmente está aposentada, mas em atividade de pesquisadora Sênior (ICMC-USP), coordenou e desenvolveu o Revisor Gramatical Automático, incorporado no pacote da Microsoft, (Windows), é detentora de refinado conhecimento computacional (<http://lattes.cnpq.br/3549648389944031>). Em **Palavras & Bytes** onde assina com o pseudônimo **Anelê Volpe**, contos e críticas. (Fonte: **pesquisafapesp**, 345).

Palavras & Bytes

Durante muito tempo da minha vida pensei diariamente em bits e bytes. Foram mais de 40 anos pensando em máquinas digitais, em se as máquinas podem pensar, e se nós pensamos como máquinas. Hoje me pergunto se valeu a pena investir tanto tempo nessas questões. Considerando as respostas que se apresentam até hoje - não e não - , meu impulso é dizer que não.

Muitos não injustos, na verdade. Não posso ser ingrata a uma profissão que me trouxe até aqui. Foi bom enquanto durou. Foi desafiador e várias vitórias foram conquistadas. E se hoje esse assunto já não é relevante para mim, certamente o é para todo o mundo. Máquinas de bits e bytes praticamente nos comandam hoje. E o pouco e tudo o que fiz foi tentar construí-las à semelhança do homem, em especial no tocante a sua linguagem. Travei grandes batalhas, e só venci algumas delas porque meus objetivos eram modestos. Exércitos de cientistas perseveraram pelo mundo todo e, ganhando pequenos terrenos ao longo de muito tempo, avançam cada vez mais em direção a ... a quê?

Máquinas que entendem e falam nossa língua, é isso mesmo que queremos? Sim, é isso o que querem milhares de cientistas que se esforçam em mapear a língua humana em bits & bytes. Ah, que triste, tratar nossa língua como um sistema previsível, completamente decifrado e fechado em si mesmo! Ah, as belezas da língua, robotizadas e traduzidas em bits e comandos!

Minha reverência à língua embaça os resultados que eu mesma persegui e alcancei. Pode o mundo inteiro ansiar a interação pseudo-humana com uma máquina, mas não eu. Não mais. Podem as máquinas falar sua língua e interagir com o homem, mas não a minha língua.

Para expressar minha humanidade prefiro usar a minha língua, imperfeita, insincera, mas que alcance um outro ser humano. Que possa ser compreendida quase tal como eu a compreendo, quase me fazendo compreender.

As máquinas podem fazer tudo o que de melhor podem fazer sem que tenham que falar ou pensar como nós. Nós, sim, é que temos a capacidade de nos comunicar mesmo com aquilo que não possui igual habilidade. Mas também somos nós, humanos, que teimamos em quebrar qualquer barreira que se apresente. Que estranho prazer esse de construir artefatos que se assemelhem a nós mesmos! Tantos semelhantes já temos, por que mais? E por que artificiais? Não é minha intenção polemizar, ao contrário, respeito muito aqueles que, como eu, dedicam-se à ciência para avançar o conhecimento. Não combato a robotização, minha questão é com a língua.

A língua humana não é apenas um mecanismo de comunicação, ela é muito mais do que isso. É cultura, é expressão, é realidade. É passível de definição formal? Sim. Toda ela? Parece que não. Como explicar e formalizar os vários significados de uma mesma palavra ou expressão, as nuances da fala, a subjetividade de quem ouve ou lê?

A aventura de estudar a língua, ainda que seja para aprisioná-la numa máquina, foi um alento à rotina de minha vida profissional. É fascinante se dar conta de seu poder. É igualmente surpreendente que há quem viva uma vida inteira sem jamais lhe prestar atenção. Muitos têm o sonho de dominar uma ou mais línguas estrangeiras, e guardam para essas toda sua admiração. Pobres! Não percebem o tesouro que possuem à disposição, adquirido com quase nenhum esforço.

Robôs poderão, sim, entender muito da linguagem humana; poderão também se fazer entender ao se expressarem como humanos. Mas para dominá-la, tal como nós, é preciso viver como nós, nascer, crescer, evoluir como nós, apreendendo e transformando a realidade, tendo a língua como seu principal instrumento. Serão, no máximo, como estrangeiros apátridas com ótimo domínio da língua, mas nenhum conhecimento do mundo que ela define.

Anelê Volpe (2020).
(Cortesia: Recantos das Letras)

Jackeline Mendes Brandão é Professora e Pesquisadora em Linguagem, Discurso e Práticas Sociais, atualmente no doutoramento de Letras e Artes do PPGLA da Universidade do Estado do Amazonas – UEA.

Clima da Amazônia

DOI: 10.5281/zenodo.14963839
ISSN:2965-8136

ATTO - 15 anos de estudos do Clima da Amazônia em torres altas

Primeiras Análises Estatísticas do Experimento ATTO-CLAIRE (IOP-1/2012)



Foto: Thiago Xavier - LBA | INPA

<https://www.attoproject.org/pt/por-atto/breve-historia/>

Primeiras Análises Estatísticas do Experimento ATTO-CLAIRE (IOP-1/2012)

Statistical Analysis of the First ATTO-CLAIRE (IOP-1/2012) Experiment

Newton Silva de LIMA¹, Julio TÓTA², Maurício José Alves BOLZAN³

¹ Centro Universitário Luterano de Manaus - CEULM/ULBRA - Brasil; ² Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) - Brasil / Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA - Brasil; ³ Universidade Federal de Goiás - UFG - Brasil.

Av. Carlos Drummond de Andrade, 1460. Conjunto Atílio Andreazza - Bairro Japiim II Manaus (AM) - Brasil - CEP 69.077-730 - Fone (92) 3616-9800 - Fax (92) 3615-2858

e-mail: newtonulbra@gmail.com

Foto: Thiago Xavier - LBA | INPA

Abstract

The Amazon Tall Tower Observatory - ATTO began the first Intensive Operation Period - 1 (IOP-1) of the measurement campaigns in February 2012 as part of the ATTO-CLAIRE field experiment (Cooperative Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment (LBA) in Amazonia Airborne Regional Experiment). Ten two- and three-dimensional ultrasonic anemometers were installed on an 80-meter-high tower. The data collected since February 2012 were used to perform quadrant analyses, wavelet analyses, and to determine the wind vertical profile (inflection point). Data were sampled with frequencies of 10 Hz, 4 Hz, and 1 Hz. The measures were analyzed using the Eddy Covariance method. The tower has a triangular cross-section area of 0.156 m². The equipment was positioned at heights of 78 m; 70 m; 62 m; 41 m; 57 m; 50 m; 45 m; 36 m; 30 m, and 23 m. Northeast wind is the most prevalent, and the average height of the vegetation is 45 meters. The results showed a fairly unique characteristic of the wind vertical profile near and below the inflection point, since wind displacement occurred in the opposite direction to the flow produced by the adverse pressure gradient. According to observations, the geometry of the canopy and the terrain had great influence on this aerodynamic effect of wind profile, as well as the formation of coherent structures, such as coils on the forest canopy in the ATTO.

Keywords: ultrasonic anemometers, quadrant analysis, wavelet analysis, inflection point.

Resumo

O Observatório Amazônico de Torre Alta - ATTO, iniciou sua primeira campanha de Período de Observação Intensiva - 1 (IOP-1) em Fevereiro de 2012, dentro do experimento de campo ATTO-CLAIRE (Cooperative LBA Airborne Regional Experiment), com 10 anemômetros ultrassônicos bi e tri dimensional, em uma torre de 80 m de altura. Com os dados coletados a partir desta data foram realizados análise de quadrante, análise de ondeletas, perfil vertical de vento (para determinação do ponto de inflexão). Os dados desta pesquisa foram amostrados com frequências de 10 Hz, 4 Hz e 1 Hz. As medidas realizadas foram analisadas pelo método das covariâncias. A torre tem área de secção transversal de 0,156 m². Os equipamentos foram posicionados nas seguintes alturas, em 78 m, 70 m, 62 m, 57 m, 50 m, 41 m, 45 m, 36 m, 30 m e 23 m. A predominância do vento é de nordeste e a altura média da vegetação é de 45 m. Os resultados mostraram uma característica bastante singular do perfil vertical do vento próximo e abaixo do ponto de inflexão que é o deslocamento do perfil no sentido contrário ao escoamento produzido pelo gradiente adverso de pressão, segundo observações, a geometria da copa e a orografia local contribuíram como uma das principais influências para este efeito aerodinâmico do perfil do vento, assim como para a formação de estruturas coerentes tipo rolos sobre o dossel da floresta no ATTO.

Palavras-Chave: anemômetro ultrassônico, análise de quadrante, análise de ondeletas, ponto de inflexão.

Introdução

As interferências climáticas na biosfera-atmosfera da Amazônia é consequência da forte incidência de radiação solar, da enorme quantidade de chuva sobre a floresta e, também, da elevada área foliar, favorecendo a indicação de contribuintes do balanço de água e energia, na caracterização da turbulência e padronização do perfil de vento no local. O Experimento ATTO_CLAIRE (IOP-1, 2010-2012) da cooperação LBA/UEA/MAX PLANCK - investigou as diversas características da turbulência atmosférica na Amazônia Central para o estudo climático.

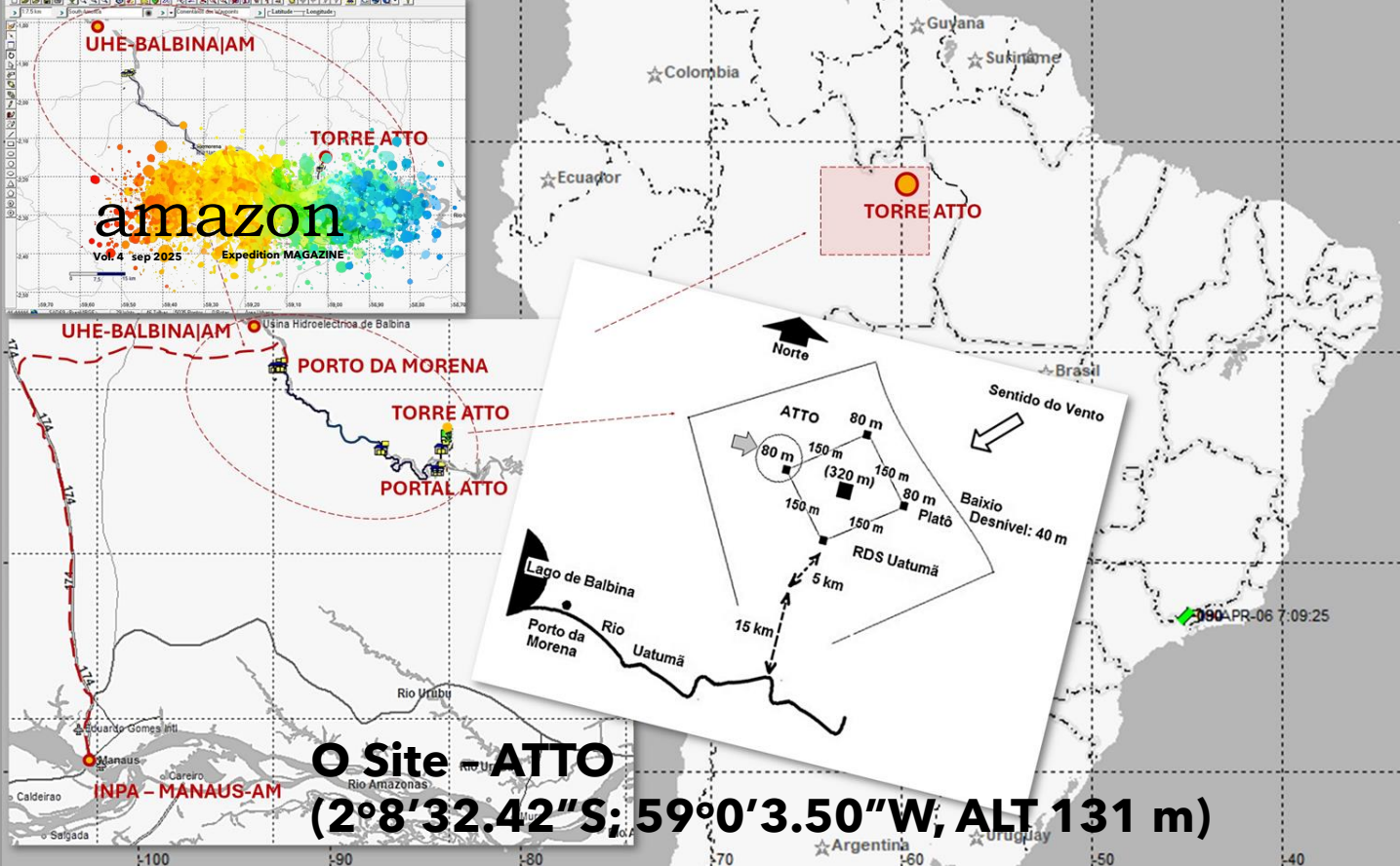
Os movimentos de ejeção e intrusão de vórtices na camada limite superficial atmosférica (CLS) são aceitos como sendo responsáveis pela maior parte da evaporação na superfície da Terra, do fluxo de calor sensível, e do fluxo de *momentum* (Raupach *et al.*, 1996), a investigação destes indicadores de vento e turbulência tornam-se relevantes. Logo, estes fenômenos ainda são poucos compreendidos para a determinação do ponto de inflexão da velocidade do vento e de formação de estruturas coerentes, sobre e dentro da subcamada rugosa do dossel da floresta (Katul *et al.*, 1997; Katul e Albertson 1998). Como as instabilidades aerodinâmicas são associadas à vegetação (Van de Wiel *et al.*, 2002), e a floresta tropical tem elevada captação de CO₂ através da fotossíntese, a liberação através da respiração das plantas e do solo, indicando um papel importante no estoque global de carbono. Além disso, as florestas são as maiores fontes de gases traços e aerossóis, liberando e transportando através de suas grandes copas estes gases para a atmosfera (Sellers 1985; Kruijt *et al.* 2000). Mudanças nas propriedades físicas do dossel da floresta, tais como rugosidade, modificam o escoamento turbulento sobre estas (Kaimal e Finnigan 1994; Foken 2008). Fitzjarrald e Moore (1990) em trabalho realizado na Amazônia Central classificaram o número de eventos observados no transporte de mistura turbulenta noturna

entre a floresta e a atmosfera, em dois mecanismos que deterioram a camada térmica de inversão estável noturna, sobre a copa, e que são identificados a partir da liberação do CO₂ durante a noite, simultaneamente com os fluxos de calor e umidade das copas da floresta Amazônica. O primeiro mecanismo começa com a interrupção da radiação de ondas longas à noite pelas nuvens, principalmente em período com número de Reynolds baixo, aumento do fluxo de dióxido de carbono, calor e umidade que em sua totalidade este evento ocorre em noites de céu claro e o segundo a difusão turbulenta decorrente do aumento da velocidade do vento. A velocidade do vento é bastante reduzida pela fricção com o dossel das árvores, entretanto, em uma região desobstruída, ou pelo menos diminuída, da presença de troncos de árvores e plantas pode e deve ocorrer um máximo secundário do vento, como observado por Fitzjarrald e Moore (1990). Estas mudanças nas propriedades físicas da floresta pode também mudar o fluxo de *momentum* abaixo e acima da copa, como visto nesta pesquisa.

Esta pesquisa investigou o ponto de inflexão no perfil da velocidade vertical do vento e a formação de estruturas coerentes sobre o dossel da floresta no sítio ATTO_CLAIRE, na Amazônia Central, assim como o comportamento aerodinâmico do vento durante o período diurno e noturno, pelo método das covariâncias, transformada em ondeleta e análise de quadrante.



Figura 1 (A): Esquema do Experimento ATTO-CLAIRE (IOP-1/2012), (2°8'32.42"S; 59°0'3.50"W, ALT 131 m). Obs.: Sem escala.



Material e Métodos

Sítio Experimental

O ATTO - é o primeiro observatório ambiental de grande porte na América do Sul, com uma torre de 320 metros, e quatro torres periféricas de 80 metros cada, localizadas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) do Uatumã, em São Sebastião do Uatumã, ($2^{\circ}8'32.42''S$; $59^{\circ}0'3.50''W$, ALT 131 m) conforme é mostrado na (Figura 1 A e B). Os dados deste experimento foram amostrados com frequências de 1 Hz, 4 Hz e 10 Hz, coletadas desde o dia 26 de Fevereiro de 2012. O Período de Observação Intensiva - I (IOP-1/2012), contou com três anemômetros ultrassônicos 3D (*Solent, Gill Instruments, U.K*), três anemômetros ultrassônicos 2D-*windsonic* (*Gill Instruments Ltd, U.K*) e quatro anemômetros ultrassônicos 2D-*Wind Speed & Direction Sensor* (*Gill Instruments Ltd, U.K*) (Tabela 1).

A torre do presente trabalho tem as seguintes características; altura de 84 metros e área de secção transversal triangular de $0,156 \text{ m}^2$. Os equipamentos foram posicionados nas seguintes alturas: 78 m; 41 m e 30 m para o *Wind Master*; 57 m; 70 m e 62 m para o *Met Pack*; 23 m; 36 m; 45 m e 50 m para o *Wind Sonic*. A predominância do vento é de nordeste e a média da altura da vegetação entre 40 e 45 metros, aproximadamente.



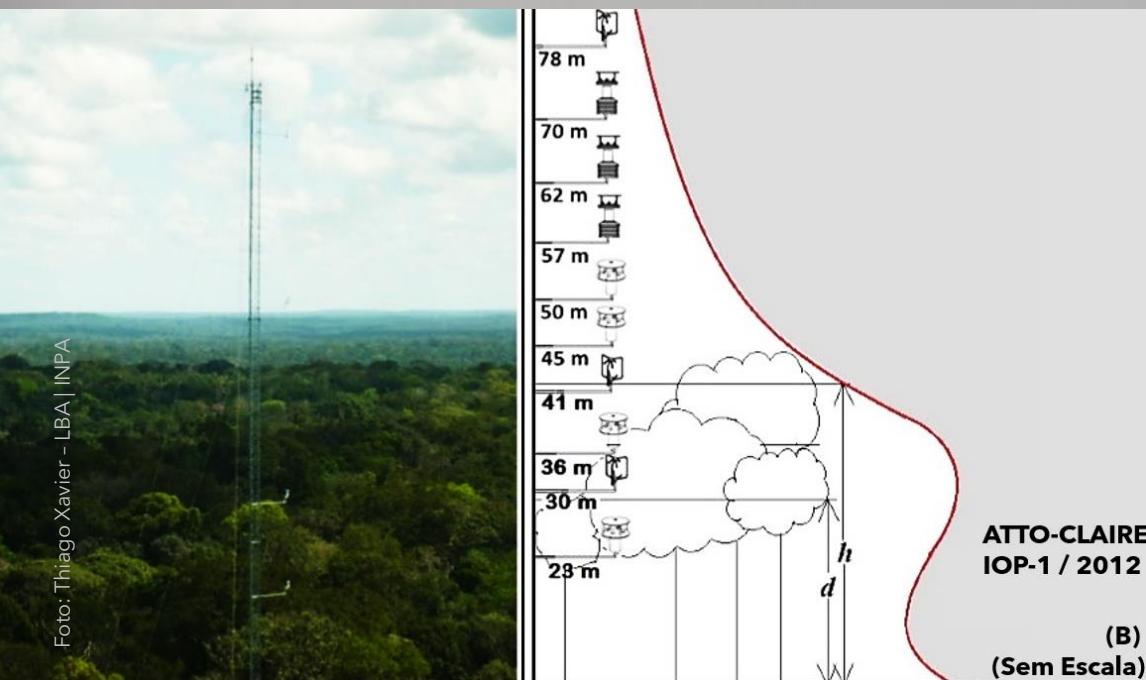


Figura 1 (B): Esquema do Experimento ATTO-CLAIRE (IOP-1/2012), (2°8'32.42"S; 59°0'3.50"W, ALT 131 m). Obs.: Sem escala. (Fonte: UEA - INPA - LBA - MAX PLANCK, 2012).

Tabela 1. Instrumentação de medidas de fluxos turbulentos no sítio ATTO durante o período de observação (Fevereiro de 2012 - Setembro de 2012). Sendo as componentes da velocidade do vento (u , v , w) $m.s^{-1}$; A velocidade sônica (C) $m.s^{-1}$; A temperatura virtual (T e T_v) $^{\circ}C$; A direção do vento ($|Dir V|$ 0 - 259° \pm 3° (12 $m.s^{-1}$); O módulo da velocidade média ($|v|$) $m.s^{-1}$; A pressão atmosférica (P) hecto pascal - hPa; A umidade relativa do ar (RH) % $RH \pm 0,8\%$ (23° C); Carga da bateria (BAT) V= volts

Torre (84 m)	Altura (m)	Código de Acesso	Frequência (Hz)	Anemômetro Ultrassônico	Leitura
Fluxos Turbulentos ATTO	78	USB0	10	3D ¹	u, v, w, C, T_v
	41	USB1	10	3D ¹	u, v, w, C, T_v
	30	USB2	10	3D ¹	u, v, w, C, T_v
	37	USB3	1	2D ²	$Dir V, v , P, RH, T, T_d, BAT$
	70	USB4	1	2D ²	$Dir V, v , P, RH, T, T_d, BAT$
	62	USB5	1	2D ²	$Dir V, v , P, RH, T, T_d, BAT$
	23	USB6	4	2D ³	$Dir V, v $
	36	USB7	4	2D ³	$Dir V, v $
	45	USB8	4	2D ³	$Dir V, v $
	50	USB9	4	2D ³	$Dir V, v $

¹ Torre de Fluxos Turbulentos WindMaster, Gill Instruments Ltd, UK.

² Torre de Fluxos Turbulentos MetPak, Gill Instruments Ltd, UK.

³ Torre de Fluxos Turbulentos WindSonic, Gill Instruments Ltd, UK.

Análise Estatística

As componentes do vento (u) e (v) foram determinadas pela definição da velocidade do vento médio (U) na direção do escoamento horizontal médio, mas não aplicando a correlação de inclinação vertical, mantendo inalterada a componente (w) do vento. Um recurso que foi usado é o do processamento digital com tempo de 600 s, seguido sugestão de Lloyd et. al. (1984); Baldocchi e Meyers (1988) para separação dos termos de tendências e flutuações (u, v e w). Pode-se comparar os termos de flutuação diretamente com as estatísticas de grandeza de segunda e ordens superiores. Frequentemente a estatística básica é o padrão para descrever a turbulência em cada nível de observação. A movimentação vertical do ar sobre a copa das árvores é mostrada através de médias e variâncias para identificar como a turbulência estrutura-se em qualquer posição. Igualmente, a covariância indica que a movimentação do vento está associada com o transporte de *momentum* horizontal, assimetrias (*skewness*) e curtoses, consequentemente mostrando que esta variância da movimentação do ar é dominada por movimentação rápida, intermitência e vórtices descendentes

Os dados brutos de 10 Hz, 4 Hz e 1 Hz foram submetidos a cálculo de médias das três componentes do vento (u, v e w), como também a variância e a covariância, bem como as *skewnesses* e as curtoses, na relação de $Z/h = 2,08$, na subcamada rugosa da floresta no ATTO. Os dados foram normalizados para inferir parâmetros como o vento médio com altura da copa das árvores ($u/u'(h)$); o fluxo

de *momentum*, com a (u_*) velocidade do vento de fricção ($\overline{u'v'}/(u_*^2)$); que equivale no topo da torre ($u_* = (-\overline{u'v'}_{\text{topo}})^{1/2}$); para a altura da torre de $h=80$ m, os desvios padrões, $\sigma_u = (\overline{u'^2})^{1/2} / u_*$ e $\sigma_w = (\overline{w'^2})^{1/2} / u_*$, o coeficiente de correlação entre u e w , $-r_{uw} = -\overline{u'w'} / (\sigma_u \sigma_w)$ e as assimetrias (*skewnesses*) de u e w , Sk_u e Sk_w (por ex.: $\overline{w'^3} / \sigma_w^3$) e finalmente as curtoses de u e w , (por ex.: $\overline{w'^4} / \sigma_w^4$), Kaimal e Finnigan (1994); Bolzan (2000); Kruijt et al. (2000).

Método das Covariâncias.

A covariância entre as componentes vertical (w) e horizontal da velocidade do vento ou de um escalar (x) pode ser determinada pela seguinte equação, (Eq. 1).

$$\begin{aligned} \overline{w'x'} &= \frac{1}{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} [(w_k - \bar{w}_k)(x_k - \bar{x}_k)] = \\ &= \frac{1}{N-1} \left[\sum_{k=0}^{N-1} w_k x_k - \frac{1}{N} \left(\sum_{k=0}^{N-1} w_k \sum_{k=0}^{N-1} x_k \right) \right] \end{aligned} \quad (1)$$

As medidas em alta frequência foram amostradas, na faixa de 10 Hz, 4 Hz e 1 Hz. A instrumentação utilizada foi o anemômetro ultrassônico, ou seja, a maioria destes equipamentos fornece também a temperatura sônica (bem próxima da temperatura virtual), Foken 2008, necessária em análises desta pesquisa.

A Transformada em Ondeleta

A Transformada em Ondeleta (TO) foi utilizada para estudar a variabilidade da energia por escala (frequências) e tempo, ou seja, permite capturar o comportamento oscilatório dos dados (Farge 1992; Daubechies 1992; Dominges et al. 2003). Isso se dá através da visualização de diagrama tridimensional, em gráfico de uma série-temporal, onde o eixo das ordenadas localiza a escala de frequências, o eixo das abscissas a escala de tempo, e o terceiro eixo a intensidade de energia (em geral representado por espectro de cores) (Kumar e Foufoula 1997; Bolzan, 2000). Assim o termo ondeleta refere-se a um conjunto de funções com forma de pequenas ondas geradas por dilatações, $\psi(t) \rightarrow \psi(2t)$, e translações, $\psi(t) \rightarrow \psi(t+I)$, de uma

função base geradora simples $\psi(t)$, chamada de ondeleta-mãe, $\psi_{a,b}(t)$ (Torrence e Compo 1998; Bolzan, 2006). A imposição de que a sua energia média seja zero, constitui a condição de admissibilidade da função. Matematicamente, a função ondeleta numa escala a e posição b são expressas por:

$$\psi_{a,b}(t) = a^{-1/2} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \quad (2)$$

onde a e b são reais e $a > 0$. As (Equações 2 e 3) incluem o termo de normalização. A transformada em ondeletas é definida por:

$$(W_{\psi}f)(a,b) = \frac{1}{|a|^{1/2}} \int f(t) \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt \quad (3)$$

onde a função temporal $f(t)$ constitui a série de dados a ser analisada. Note que as (Equações. 2 e 3) são semelhantes, a diferença consiste apenas no chamado núcleo (*kernel*, em inglês) das equações, ou seja, na TO é dada por uma função ondeleta.

Análise de Quadrante

Katul et al. (1997) sugere que para estudar escoamentos turbulentos em eventos associados a ejeções ou extrusões de vórtices caracterizados por estruturas coerentes, pode ser feito por análise de quadrante. O estado da arte deste método descrito Bolzan et al., (1998) diz que no eixo das abscissas, $x = u$ e no eixo das ordenadas, $y = w$, ou ainda, $x = T$ e $y = w$ (onde u é a flutuação turbulenta da velocidade do vento na direção ao longo do escoamento; w a flutuação da velocidade vertical e T é a flutuação de temperatura), de acordo com o que se quer estudar. Caramori et al. (1994) esclarece que os quadrantes têm melhores definições, quando identificados: excesso "para cima" de um fluxo estudado, ou excesso "para baixo", ou ainda déficit "para cima" e "para baixo", conforme mostrado na (Figura. 2).

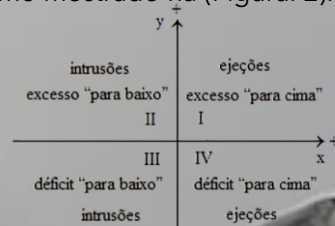


Figura 2: Definição de ejeções e intrusões para fluxo de calor (condições instáveis) e momentum, ($x = w$ e $y = u$, em geral). Eventos nos quadrantes II e IV definem intrusões e ejeções para o fluxo de momentum, enquanto nos quadrantes III e I, definem intrusões e ejeções para o fluxo de calor, ($x = w$ e $y = T$, em geral), sob condições instáveis.

Resultados

A presença das chamadas estruturas coerentes (ECs) no escoamento turbulento sobre uma superfície rugosa, como é o caso da floresta Amazônica, é percebida através do perfil vertical da velocidade do vento (Kaimal e Finnigan 1994). Este deve apresentar o conhecido ponto de inflexão que promove a presença destas ECs, importantes fenômenos não-lineares responsáveis para as trocas gasosas entre a biosfera-atmosfera. Com o objetivo de encontrar o ponto de inflexão foram realizadas médias de diversas séries temporais da velocidade longitudinal (u) da velocidade do vento, obtidas em diferentes alturas. A Figura 3 mostra o perfil de velocidade e o ajuste polinomial de grau três para o dia 27 de fevereiro de 2012, por volta das 02 horas da manhã (HL - Hora Local). Entretanto, não só o gradiente de pressão adverso (Hussain 1986; Schiozer 1996; Çengel e Cimbala 2007) e também o índice de área foliar (IAF) que nesta área é em torno de 5 - 6 $m^2.m^{-2}$, (Oliveira, 2008) contribuíram para determinação do perfil em forma de "S", na (Figura 3), (Wilson e Shaw 1977; Yi 2008).

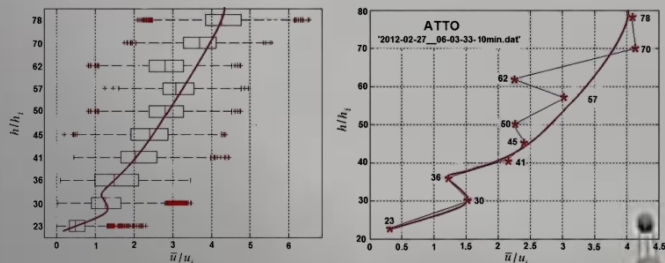


Figura 3: Perfil vertical da velocidade longitudinal do vento (forçando um "fit") para o dia 27/02/2012.

É possível observar um evidente ponto de inflexão no perfil entre 30 e 41 metros de altura, sabendo que o topo das copas em média está em torno de 37,5 metros. É importante mencionar que este horário (02:03 HL) a forçante mecânica ainda predomina sobre a forçante térmica (aquecimento da copa florestal), o que permite a formação do ponto de inflexão. Conforme a forçante térmica cresce o ponto de inflexão sobe para alturas maiores. Observe na (Figura 4) que o ponto de inflexão está entre 50 e 62 metros de altura às 05:33 HL.

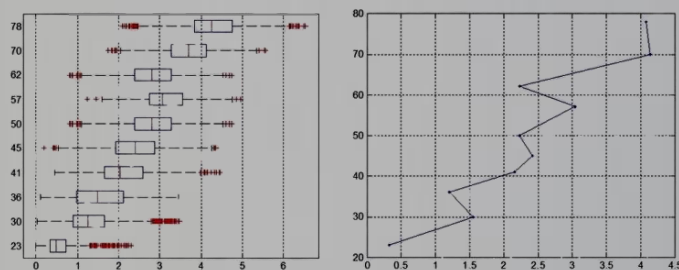


Figura 4: Perfil vertical da velocidade do vento para as 05:33 HL, para o dia 27/02/2012.

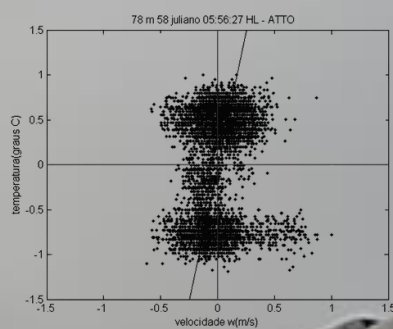


Figura 5: Análise de quadrante para o fluxo de calor para as 05:56 HL e para 27/02/2012. Altura de 78 metros.

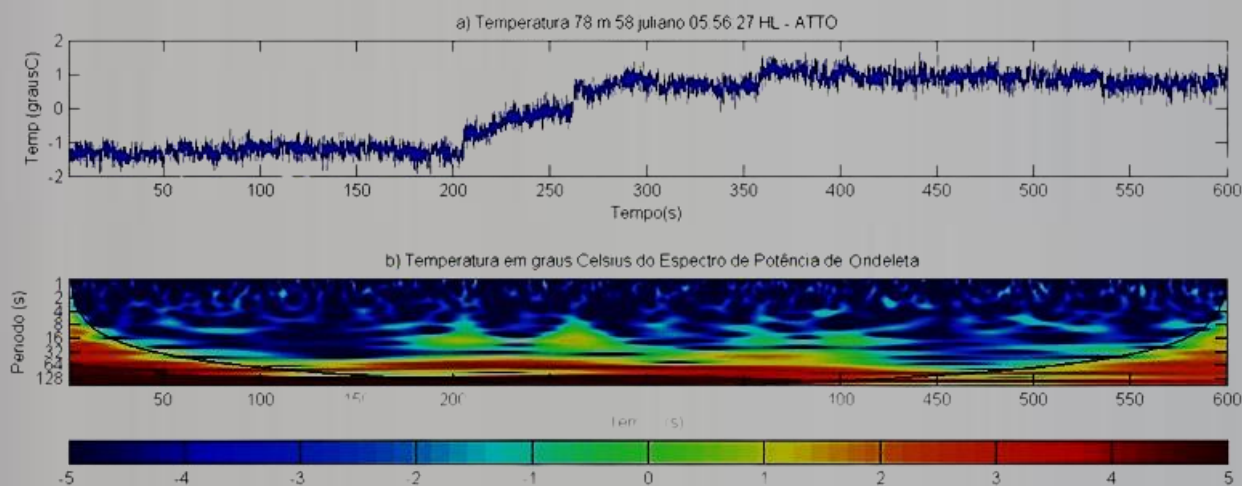


Figura 6: Análise de TO aplicada a uma série temporal de temperatura as 9:56 HL, a 78 metros de altura durante o experimento ATTO-CLAIRE (IOP-1/2012).

Conclusões

A análise dos resultados possibilitou a obtenção das seguintes conclusões principais:

a) Este estudo mostra que a presença das chamadas estruturas coerentes (ECs) no escoamento turbulento sobre uma superfície rugosa, no caso do experimento ATTO-CLAIRE (IOP-1/2012), na floresta Amazônica, são percebidas após o ponto de inflexão do perfil da velocidade média do vento, por métodos estatísticos, análise de quadrante e transformada em ondeleta;

b) Para os parâmetros de frequência de 10 Hz e de $Z/h = 2,08$ no equipamento posicionado na altura de 78 m

(Anemômetro Ultrassônico 3D - *Solent, Gill Instruments, U.K - Wind Master*) mostra como é visível um aumento na flutuação de temperatura (Fig. 5), caracterizando estruturas coerentes;

c) Como a utilização dos 10 equipamentos (anemômetros ultrassônicos) análise estatística e ajuste polinomial pelo método dos mínimos quadrados, foi possível à determinação do ponto de inflexão da velocidade média do vento que está entre 30 e 41 metros (02:33 HL) e entre 50 e 62 metros de altura às 05:33 (HL) no ATTO (Figuras 2 e 3) para estação chuvosa.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação CLIAMB (LBA-INPA-UEA), na organização e execução da primeira campanha do Período de Observação Intensiva - I do Experimento ATTO-CLAIRE, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM, ao Centro Universitário Luterano de Manaus (ULBRA Manaus), a Universidade Federal de Goiás (Jataí), a Universidade Federal do Amazonas e ao Instituto Max Planck Gesellschaft-Mainz - Alemanha. Somos igualmente gratos aos Srs. T. Xavier; A. Huxley; Elton; Adir, funcionários do LBA-INPA, verdadeiros guardiões do ATTO, pelo apoio na logística do experimento no Sítio do ATTO na RDS Uatumã - AM - Brasil.

ATTO - Torre de 80m instrumentada. Fonte : INPA-UEA-MAX PLANCK

Referências Bibliográficas

Baldocchi, D.D.; Meyers, T.P. 1988. Turbulence Structure in a Deciduous Forest, *Boundary-Layer Meteorology*. 43, 345-364.

Bolzan, M.J.A.; Prasad, G.S.S.D.; Sá, L.D.A.; Alvalá, R.C.S.; Souza, A.; Kassar, E. 1998. Análise de quadrante aplicada a flutuações turbulentas acima do Pantanal (estação seca). II Método de Caramori. X Congresso Brasileiro de Meteorologia, Brasília.

Bolzan, M.J.A. 2000. Estudo da influência das Estruturas Coerentes e da rugosidade na estimativa de fluxos turbulentos sobre o Pantanal. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. (INPE-7500-TDI/715). São José dos Campos. 71p

Bolzan, M.J.A. e Vieira, P.C. 2006. Wavelet Analysis of the Wind Velocity and Temperature Variability in the Amazon Fores. *Brazilian Journal of Physics*, v. 36, n. 4A.

Caramori, P; Schepp, P; Desjardins, R; MacPherson, I. 1994, Structural Analysis of Airbone Flux Estimates over a Region. *Journal of Climate. American Meteorological Society*. Vol. 7. 627 - 640.

Çengel, Y.A; Cimbala, .J.M .2007. Mecânica dos Fluidos (Fundamentos e Aplicações), McGraw-Hill, SP, 816 p.

Daubechies, I. 1992. Ten lectures on wavelets, SIAM, p. 278-285.

Domingues, M; Mendes Jr, O; Costa, A.M. 2003. Algumas Aplicações de wavelet na Análise de Sinais Atmosféricos, Série Arquimedes, Vol. 2, Anais do DINCON 2003, 2º Congresso Temático de Aplicações de Dinâmica e Controle da Sociedade Brasileira de Matemática Aplicada e Computacional (SBMAC). São José dos Campos, SP, Brasil. 18-22 ISBN: 85-86883-15-8.

Farge, M 1992. The Wavelet Transform and its applications to turbulence, *Annual Review of Fluid Mechanics*, v .24, p. 395-457.

Fitzjarald, D.R.; Moore, K.E. 1990. Mechanisms of nocturnal exchange between the rain forest and the atmosphere. *Journal of Geophysical Research*, v. 95, n. D10, p. 16839-16850.

Foken, T. 2008. *Micrometeorology* . Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p.320.

Hussain, A.K.M.F. 1986. Coherent structures and turbulence, *Journal Fluid Mechanics*, vol. 173, pp. 303 - 356. UK.

Kaimal, J.C.; Finnigan, J.J. 1994. Atmospheric boudary layer flows - Their structure and measurement, Oxford University Press, Onc., New York, 289 p.

Katul, G.G.; Albertson, J.D. 1998. An Investigation of Higher-Order Closure Models for a Forested Canopy. *Boundary-Layer Meteorology* 89: 47-74.

Katul, G.; Cheng-I, H.; Kuhn, G; Ellsworth, D 1997. Turbulent eddy motion at the forest-atmosphere interface. *Journal of Geophysical Research*, v. 102, n. D12, p. 13409-13421.

Kruijt, B; Malhal Y; Lloyd J; Nobre A.D.; Miranda A.C.; Pereira M.G.P.; Culf; Grace AJ 2000. Turbulence statistics above and within two Amazon rain forest canopies, *Boundary-Layer Meteorology* 94: 297-331,.

Kumar, P.; Foufoula-Georgiou, E. 1997.Wavelet Analysis for Geophysical Applications; *American Geophysical Union*. Reviews of Geophysics, 35 pages 385-412.

Lloyd, C.R.; Shuttleworth, W.J.; Gash, J.H.C.; Turner, M. 1984. A Microprocessor System for Eddy Correlation, *Agricultural and Forest Meteorology*, 33, 63-76.

Oliveira, L.S. 2008. Refinamento da representação de raízes no modelo de biosfera SiB2 em área de floresta na Amazônia. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Emílio Goeldi e EMBRAPA, Belém. 66 f

Raupach, M.R.; Finnigan, J.J.; Brunet, Y. 1996. Coherent eddies and turbulence in vegetation canopies: The mixing-layer analogy, *Boundary-Layer Meteorology*, v. 78, n. 3-4, p. 351-382.

Sellers, P.J. 1985. Modeling Effects of Vegetation on Climate, Chapter 16, *THE Geophysiology of Amazonia*. R.E. Dickinson Editor, JOHN WILEY & SONS, NY, 526 p.

Schiezer, D. 1996. Mecânica dos Fluidos (2ª. Ed.) LTC, RJ, 629 p.

Torrence, C. e Compo, G. P. 1998, A Practical Guide to Wavelet Analysis. Bulletin of the American Meteorological Society, Vol. 79, No. 1, 61 -79 p.

Van De Wiel, B.J.H.; Ronda, R.J.; Moene, A.F.; De Bruin, H.A.R.; Holtlag, A.A.M. 2002. Intermittent Turbulence and Oscillations in the Stable Boundary Layer over Land.Part I: A Bulk Model. (Vol. 59) pages 17, 942-958. *American Meteorological Society*,

Wilson, N.R.; Shaw R.H. 1977. Higher-order closure model for canopy flow. *J. Appl. Meteor.*, 16, 1197-1205

Yi, C. 2008. Momentum Transfer within. Vol. 47. Pages 14. 262- 275, *American Meteorological Society*.



Outros Trabalhos no ATTO dos mesmos autores

1. A BRIEF OBSERVATION OF THE FORMATION OF COHERENT STRUCTURES AND TURBULENCE OVER A RAIN FOREST AREA IN CENTRAL AMAZÔNIA: THE ATTO-CLAIRE/IOP - 1/2012 EXPERIMENT. *Revista Brasileira de Geofísica* (Impresso), v. 35, p. 187-199, 2017. <http://dx.doi.org/10.22564/rbgbf.v35i3.882>
2. CARACTERÍSTICA AERODINÂMICA DA TURBULÊNCIA SOBRE E DENTRO DO DOSSEL DE UMA FLORESTA DE TERRA FIRME NA AMAZÔNIA CENTRAL. *Ciência e Nature*, v. 35, p. 436-439, 2013. <https://doi.org/10.5902/2179460X11673>
3. Observações de estruturas coerentes e turbulência: ATTO-CLAIRE / 2012. 1/1. ed. Saarbrücken/Alemanha/NNiemcy: Novas Edições Acadêmicas, 2014. v. 1. 114p . ISBN-10 : 9783841718839 - ISBN-13 : 978-3841718839

Observations of MSTIDs/GWs at the F2 layer heights in
the near equatorial region.

Observações de OG/TID em altura da camada F2
próximo a região equatorial.

Newton Silva de LIMA¹, Alan dos Santos FERREIRA¹,
Rutênio Luiz de ARAÚJO²

¹ Centro Universitário Luterano de Manaus - CEULM/ULBRA - Brasil; /

² Universidade Federal do do Amazonas - UFAM - Brasil

Av. Carlos Drummond de Andrade, 1460. Conjunto Atilio Andreazza -
Bairro Japiim II Manaus (AM) - Brasil - CEP 69.077-730 - Fone (92)
3616-9800 - Fax (92) 3615-2858

e-mail: newtonulbra@gmail.com

Abstract

Ionospheric vertical sounding observations, using a digital ionosonde (Canadian Advanced Digital Ionosonde (CADI)), are being carried out on a routine basis at Manaus (2,9° S; 60,0° W; dip latitude 6,4 N, hereafter referred to as MAN), Brazil, located between the geographic and geomagnetic dip equators, since August 2002, (Fig. 1). The medium scale traveling ionospheric disturbance (MSTID) signatures, induced by gravity waves (GWs), in the F2 layer can be observed sometimes during daytime in the iso-frequency plots of virtual height daily variations for six fixed frequencies (3, 4, 5, 6, 7, and 8 MHz) which show quasi-periodic oscillations (crests and valleys). The crests and valleys when seen in close frequencies present a phase difference (i.e., first it is observed at higher frequency then at lower frequency), indicating a downward phase velocity (Fig. 2C). However, these MSTIDs cannot be observed during the pre-reversal period because of the presence of strong eastward electric field in the equatorial region which possibly swamps the MSTID signatures (Fig. 2). This paper presents and discusses the relationship between propagation of MSTID/GW at F-region heights and generation of equatorial spread F (ESF) (Fig. 2A). Also, a comparison between ESF observed in the equatorial region of the Brazilian sector and other sectors will be presented.

Keywords: gravity wave, medium scale traveling ionospheric disturbance, iso-frequency, F-region, equatorial spread F,

Resumo

Observações com sondagem vertical ionosférica, utilizando ionossonda digital tipo CADI (*Canadian Advanced Digital Ionosonde*), realizadas em Manaus (2,9° S; 60,0° W; dip latitude 6,4 N, cuja referência da estação é denominada MAN), localizada entre os equadores geográfico e magnético no Brasil, desde agosto de 2002, (Fig. 1). Os distúrbios ionosféricos viajantes de meso escala (MSTID em inglês), induzem formação de ondas de gravidade (OG), na camada F2 que podem ser observadas durante o dia por gráficos de isolinhas através da variação diária da altura virtual por seis (6), frequências fixas (3, 4, 5, 6, 7, e 8 MHz), em oscilações quase-periódicas (de cristas e vales). A diferença de fase entre cristas e vales da variação de suas frequências mínima e máxima, indicam presença de OG, através da velocidade de fase (Fig. 2C). Muitas vezes a assinatura de MSTID (Fig. 2) não pode ser observada no período de transição dia/noite, quando há uma forte inversão do campo elétrico, chamada de período de pré-reversão, na região equatorial (visível nos gráficos de isolinhas entre 22:00 UT - 24:00 UT - Fig. 2A). Este trabalho discute a relação entre a propagação de OG e MSTID na camada F, assim com a instabilidade Equatorial Spread F (ESF), dentro da região equatorial no setor brasileiro na América do Sul.

Palavras chave: onda de gravidade, distúrbios ionosféricos viajantes de meso escala, isolinhas, região F, espalhamento equatorial na camada F.

1. Introdução

Hines (1960) foi o pesquisador precursor dos estudos relacionados com a propagação de ondas de gravidade (OG) em alta atmosfera, medindo movimentos irregulares nas camadas D, E da porção inferior da camada F e a distribuição irregular de densidade eletrônica em altura constante (Figura 2). Posteriormente os trabalhos de Herkrider (1963) e Row (1967) relacionaram perturbações de OG com explosões e terremotos. E mais recentemente, utilizando técnicas modernas (GPS, ionossonda, gravímetros e sismógrafos), várias investigações indicam a propagação de TID/OG após acontecimentos de terremotos, explosões naturais ou artificiais, erupções vulcânicas e eclipse solar, Lognonné *et al.* (2007), Tolstoy *et al.*, (1970), Jung *et al.*, (2006), Molchanov *et al.*, (2004), Sauli *et al.*, (2007), Erickson *et al.*, (2008).

As frentes frias, descargas elétricas, distúrbios meteorológicos, *disturbance storm time - Dst* são possíveis fontes de

ondas de gravidade (OG) na atmosfera superior. Por outro lado tempestades geomagnéticas são fontes de distúrbios ionosféricos viajantes, também conhecidos como (*travelling ionospheric disturbances - TID*) (Hines, 1960, Hooke, (1968), Sterling *et al.*, (1971), Fritts, (1989), Nappo, 2000, Sahai *et al.*, (2007), Sauli, *et al.*, 2007, Fagundes, *et al.*, (2008).

Em Fagundes *et al.*, (2007), utilizando ionossonda, mostrou com sucesso uma nova metodologia para estudar a propagação de OG/TID na região F. Ondas de gravidade em baixas latitudes podem inclusive gerar estratificação na camada F, gerando uma camada F adicional, chamada de F3. Posteriormente, Klausner *et al.*, (2009) utilizando a mesma metodologia mostrou que a atividade de OG/TID é fortemente influenciada pelo ciclo solar de 11 anos, sendo que as OG durante o máximo solar têm uma ocorrência 9 vezes maior que durante o mínimo solar.

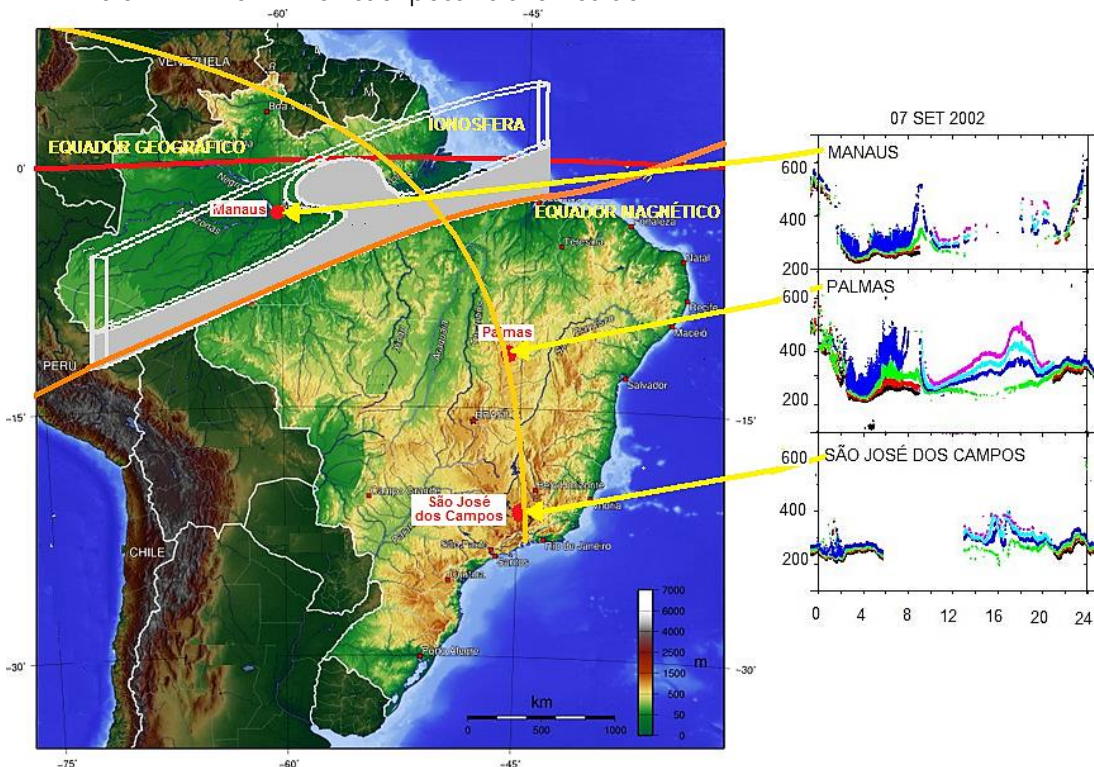


Figura 1 - Ilustração pictórica de irregularidade ionosférica de grande escala (Bolha de Plasma, Equatorial Spread F -ESF) visualizada em gráficos de isolinhas entre 00:00 UT e 08:00 UT, com os posicionamentos dos equadores geográfico e magnético e localizações dos observatórios da rede de ionossondas UNIVAP-ULBRA. Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

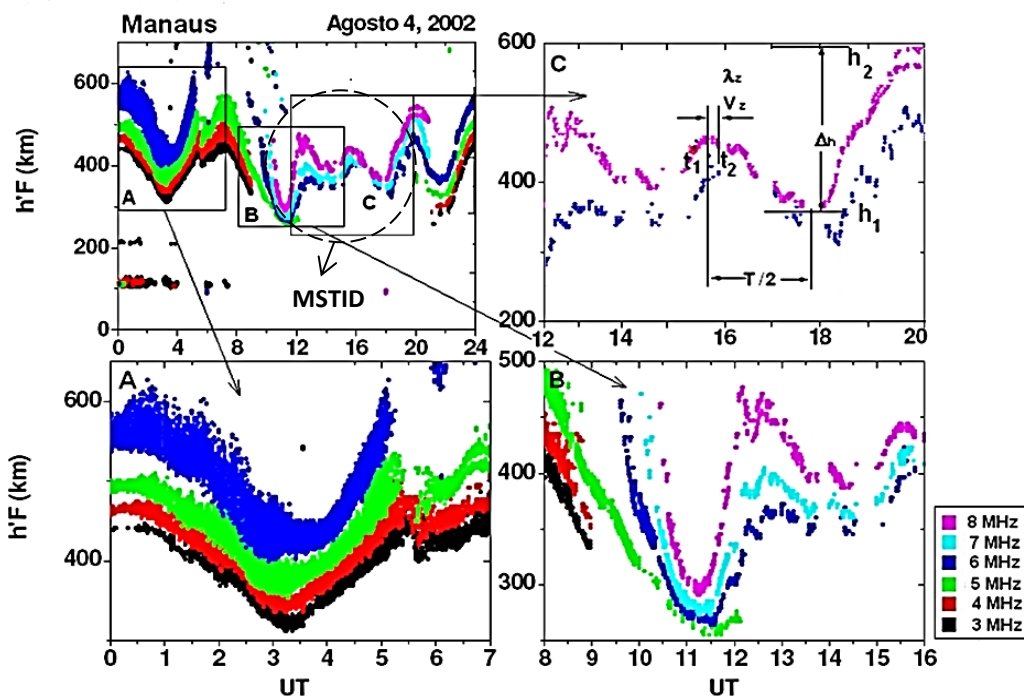


Figura 2 -Variação da altura virtual ($h'F$) nas frequências de 3, 4, 5, 6, 7 e 8 MHz e MSTID, referentes a 4 de agosto de 2002; Fig. 2.A - mostra a ocorrência de irregularidade ionosférica de larga escala ("Spread-F") de 00:00 UT a 07:00 UT; Fig. 2.B - mostra a propagação de ondas de gravidade, entre 12:00 UT a 16:00 UT; Fig. 2.C - detalhes de visualização de ondas de gravidade na região equatorial na camada F, sobre Manaus, entre 12:00 UT até 20:00 UT. Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

Estudo detalhado da evolução temporal do perfil vertical da perturbação no traço meteórico, (HINES, 1960) mostrou que a amplitude da OG é maior em altitudes mais elevadas. Este incremento na amplitude da OG com a altitude é interpretado em termos de fluxo de energia por unidade de massa. Então o incremento na amplitude da OG é para compensar a diminuição da densidade atmosférica com a altitude. A taxa de crescimento da amplitude da OG é proporcional $\exp(-\gamma g z / C^2)$ onde γ é a taxa de calor específico, g é a aceleração da gravidade, z é a altitude e C a velocidade do som, sendo que estas constantes são consideradas na altura do traço meteórico. A amplificação da amplitude da OG com a altitude pode ser mascarada pelo amortecimento devido à dissipação de energia (HINES, 1974).

Para Hines, (1960), Kelley, (1989) e Hargreaves, (1992), a taxa de energia dissipada é proporcional à viscosidade

cinética, que por sua vez é inversamente proporcional à densidade atmosférica. Portanto, a dissipação tornasse mais efetiva quanto maior for a altitude. Nota-se também que a dissipação é mais importante para estruturas ondulatórias de pequena escala. Consequentemente a viscosidade tende a remover ondas de pequena escala e a remoção vai se tornando mais efetiva quanto maior for a altitude. Vários critérios podem ser introduzidos para estabelecer a altura em que um determinado modo de onda foi removido, bem como as condições de contorno envolvidas na região onde a onda foi gerada.

O trabalho em questão objetiva apresentar a metodologia utilizada para determinação dos parâmetros que identificaram OG/TID sobre a região equatorial (2,9°S; 60,0°W), visualizadas por isolinhas e ionogramas obtidos com ionossonda digital (CADI).

2. Materiais e Métodos

Instrumentação e Observação

O instrumento utilizado neste estudo foi um radar, ou seja uma ionossonda digital do tipo CADI - *Canadian Advanced Digital Ionosonde*, desenvolvida pela Rede Canadense de Pesquisa Espacial. Este sistema transmite pulsos de rádio frequência na faixa entre 1 a 20 MHz, por uma antena transmissora do tipo delta. Algum tempo após o pulso ser transmitido ele é refletido pela camada ionizada terrestre (ionosfera) em seguida é detectado por uma antena receptora, localizada próxima da antena transmissora. O tempo decorrido entre a transmissão e recepção é registrado pela ionossonda, pode ser calculado pela equação (1) é possível estimar a reflexão. Sabendo que, a reflexão ocorre quando a frequência transmitida (ω) for igual à frequência de plasma $\omega_{pe}(h)$ e que a $\omega_{pe}(h)$ é proporcional à densidade eletrônica. Assim, realizando uma varredura em frequências dos pulsos transmitidos eles serão refletidos em diferentes altitudes, dependendo da densidade eletrônica, ou seja, quando $\omega = \omega_{pe}(h)$. Portanto, sabendo que esta condição ocorre em diferentes alturas, então é possível medir a densidade eletrônica em função da altura através das equações (2) a (4).

$$h = \frac{c \Delta t}{2} \quad (1)$$

A frequência natural de ressonância associada com os elétrons do plasma ionosférico (ω_{pe}) é dada por:

$$\omega_{pe}(h) = \left[\frac{(N_e e^2)}{(m_e \epsilon_0)} \right]^{1/2} \quad (2)$$

Onde $\omega_{pe}(h)$ é a frequência angular de plasma e N_e é número de elétrons por metro cúbico, "e" a carga do elétron, ϵ_0 a permissividade elétrica do meio e m_e massa do elétron. Substituindo-se as constantes obtém-se,

$$\omega_{pe}(h) = 8,98 N_e^{1/2} \quad (3)$$

Então a densidade eletrônica (N_e) pode ser calculada em função da frequência transmitida (ω) ou frequência de plasma (ω_{pe}), basta utilizar a condição que a reflexão ocorre quando $\omega = \omega_{pe}$ e a relação $\omega = 2\pi f$

$$N_e = 1,24 \times 10^{10} \omega_{pe}^{1/2} = 1,24 \times 10^{10} \omega^{1/2} \quad (4)$$

O espectro obtido pela ionossonda é chamado de ionograma . O ionograma mostra a altura (km) onde ocorrem os ecos da frequência transmitida, como $\omega \propto N_e^{1/2}$, então se tem o perfil vertical da densidade eletrônica. A altura obtida neste espectro é chamada de altura virtual, visto que se assumiu que a onda eletromagnética propaga-se com a velocidade da luz no vácuo (c), mas esta altura é uma aproximação.

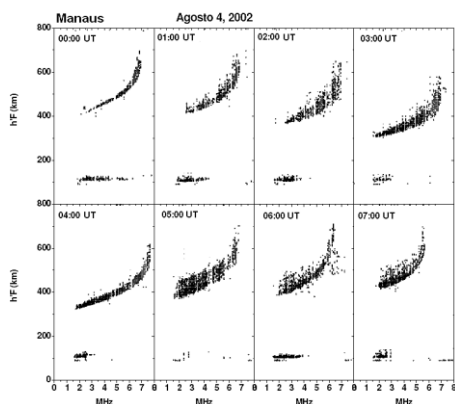
3. A aquisição dos Dados O UDIDA

O grupo de pesquisa de Física e Astronomia da Universidade do Vale do Paraíba da UNIVAP de São José dos Campos - SP, desenvolveu um *software* chamado de UDIDA (UNIVAP Digital Data Analysis), capaz de estabelecer interface entre o DOS da CADI e o sistema Windows.

A organização do banco de dados, visualização, redução e análise, são ferramentas computacionais de interface do UDIDA. O sistema apresenta estas interfaces em seu menu inicial com opções para redução de dados de isolinhas, ondas de gravidade, ondas planetárias. O UDIDA foi programado para executar gravação em diretório de dados dos ionogramas com extensões *.md3 e *.md4. Na redução de dados a seleção tem algoritmo sequencial; observatório cadastrado e desejado; dia. A execução da redução pode ser feita por janela de apresentação para a camada E, camada F e/ou ambos.

4. Resultados e Discussão

Neste estudo utilizou-se de gráficos do tipo isolinhas e ionogramas para investigar a ocorrência de OG na região F equatorial (Manaus), durante períodos geomagneticamente calmos. Está investigação utilizou a mesma metodologia proposta por Fagundes et al. (2007) e posteriormente utilizada com grande sucesso por Klausner et al. (2009) para detectar e calcular os parâmetros de OG/TID. O período estudado compreende o final do máximo solar, agosto de 2002, no ciclo solar #23.



A visualização, análise e interpretação das observações foram realizadas com auxílio do programa de computador chamado UDIDA (UNIVAP Digital Ionosonde Data Analysis). As ferramentas computacionais deste programa permitem estudar vários fenômenos físicos como a camada E, camada E esporádica (ES), irregularidade de grande e média escala, perfil de densidade eletrônica e propagação de ondas planetárias e de ondas de gravidade.

As ferramentas do UDIDA que foram utilizadas nestes estudos são mostradas nas Figs. 3 a 6. Na Fig. 3 é apresentada uma sequência de ionogramas, obtida em 4 de agosto de 2002, onde houve uma forte ocorrência de irregularidades ionosféricas e consequentemente ocorreu um forte espalhamento nos ionogramas (*"spread-F"*). Neste estudo é importante identificar quando houve a ocorrência de *spread-F*, visto que este tipo de fenômeno pode dificultar a identificação de OG e posteriormente o cálculo dos parâmetros de onda.

As irregularidades de grande e média escalas (*"Spread-F"*) se caracterizam por uma região não homogênea, onde o plasma ionosférico tem uma densidade menor que o plasma ambiente (KELLEY, 1989). Portanto, quando estas regiões (irregularidades) estão localizadas sobre o observatório o traço da região F fica espalhado (borrado), devido às múltiplas reflexões sofridas pelo pulso de RF emitido pelo transmissor da ionossonda (Figura 3).

Fig. 3 - Evolução temporal da camada F vista através de ionogramas em 4 de agosto de 2002 durante a ocorrência de irregularidades ionosféricas de larga escala (*"Spread-F"*), entre 00:00 UT (20:00 LT) e 07:00 UT (03:00 LT), observado em Manaus (2,9° S, 60,0° W). Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

4.1 - Estudo de OG em 04 de agosto de 2002 (atividade solar máxima)

As Figuras 4 e 5 mostram como o perfil de densidade eletrônica pode ser perturbado por uma OG, transportadas por MSTID. Já a Fig. 6 mostra gráficos do tipo isolinhas, que são amplamente utilizados no estudo de propagação de OG/MSTID. Estes gráficos fornecem a variação temporal da altura virtual da camada-F. A Figura 6A mostra claramente como as irregularidades de grande e média escalas prejudicam o estudo da propagação de OG/MSTID na região F. Neste caso é possível notar claramente a existência de estruturas oscilatórias na ionosfera, porém fica difícil definir o horário e a altura onde ocorreram os máximos e mínimos da OG.

A sequência de ionogramas mostrada na Figura 4 evidencia a transição entre noite 08:00 UT (04:00 LT) e o amanhecer 15:00 UT (11:00 LT). Nas primeiras horas do dia, cessa

o fenômeno "Spread-F" e o perfil da camada F é perfeitamente definido (Figura 4), observa-se neste intervalo de tempo entre 09:00 UT (05:00 LT) até as 15:00 UT (11:00 LT) uma variação na altura da camada F e conseqüentemente uma variação do perfil da densidade eletrônica com a aproximação do meio-dia local. A Figura 6B, mostra oscilações como o período de horas, e ocorrência de transporte de MSTID (*medium scale traveling ionospheric disturbance*, Fig. 6) então se pode classificar está onda como OG. A visualização desta OG, induzidas por MSTID, pode ser feita em detalhes com a ajuda da Fig. 7 e utilizando a técnica descrita anteriormente podem-se calcular os parâmetros da onda de gravidade, que são dados por: período ($T = 4,3h$), a velocidade de fase vertical ($V_z = 50,6 \text{ m/s}$), o comprimento de onda vertical ($\lambda_z = 795,2\text{km}$) e a amplitude ($\Delta h = 185 \text{ km}$).

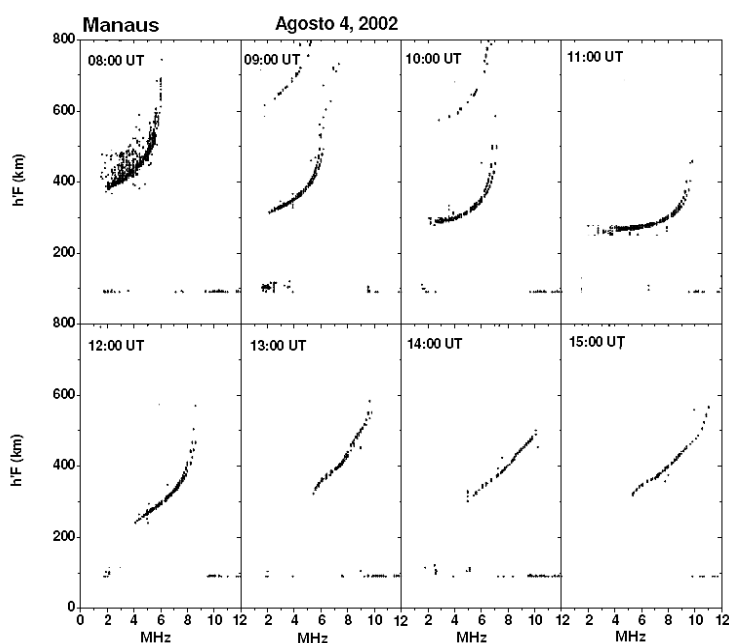


Fig. 4 - Evolução temporal da camada-F visto através de ionogramas em 4 de agosto de 2002 durante a propagação de ondas de gravidade entre 09:00 UT (05:00 LT) e 15:00 UT (11:00 LT), observado em Manaus (2,9° S, 60,0° W).
Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

Na Fig. 5 entre 22:00 UT e 24:00 UT, ocorre o pico pré-reversão sobre a ação da deriva **ExB**. Entre 22:00 UT (18:00 LT) a camada F inicia um movimento vertical sincronizado para cima (Fig. 6C) e uma rápida visualização do gráfico indica que este movimento é diferente daqueles induzidos pela OG induzida por transporte de MSTID (Fig. 7). As oscilações devido as OG apresentam uma defasagem temporal dos máximos e mínimos para 2 frequências próximas. Já a oscilação devido ao campo elétrico o movimento é sincronizado e não apresenta defasagem temporal.

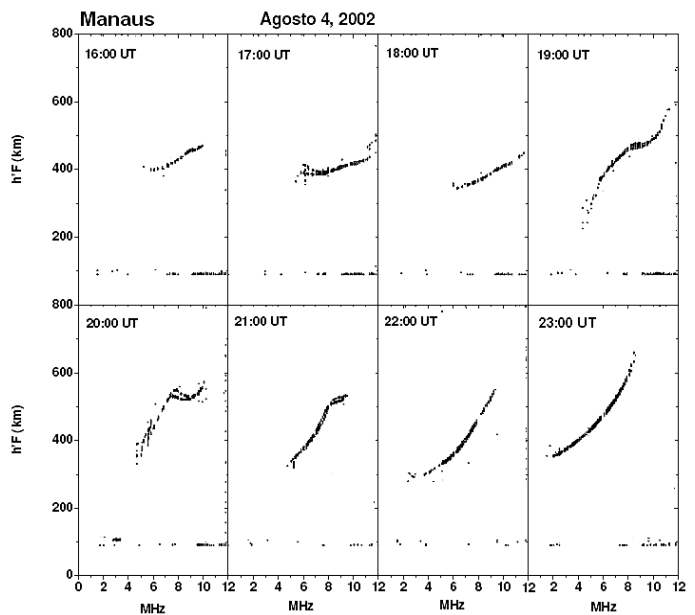


Fig. 5 - Evolução temporal da camada-F, vista através de ionogramas em 4 de agosto de 2002 durante a propagação de ondas de gravidade entre 16:00 UT (12:00 LT) e 22:00 UT (18:00 LT) e no intervalo após às 22:00 UT até as 24:00 UT inicia-se o pico pré-reversão. Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

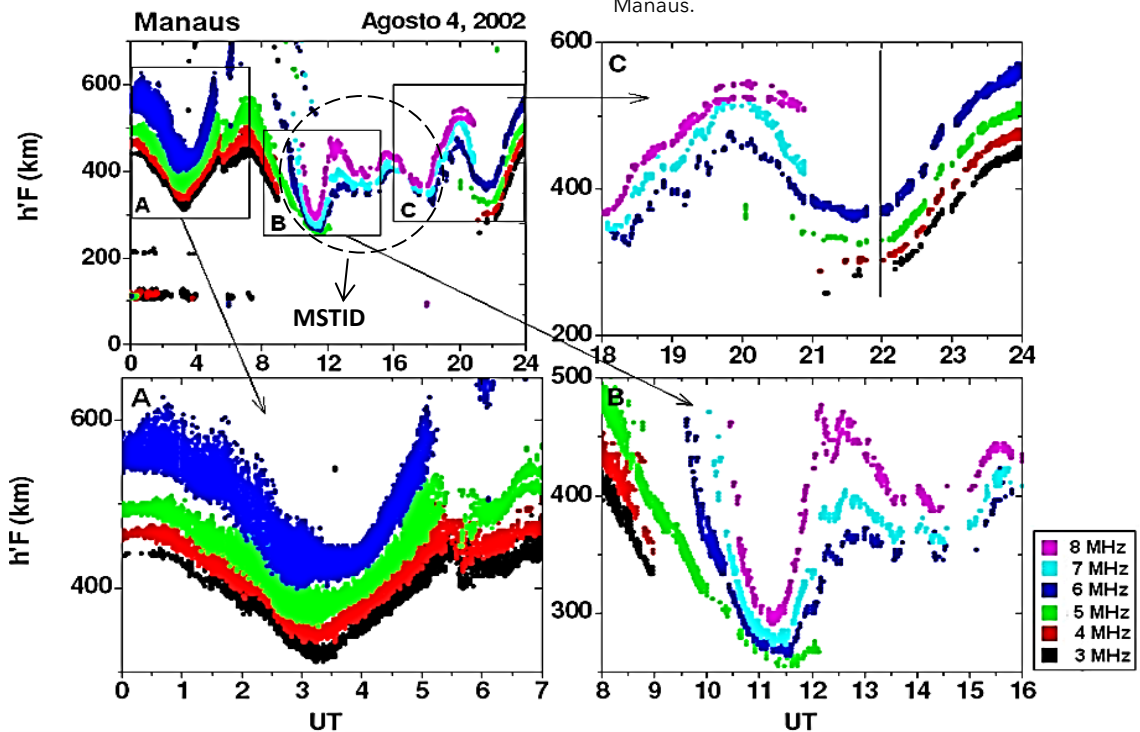


Fig. 6 - Variação da altura virtual ($h'F$) nas frequências de 3, 4, 5, 6, 7 e 8 MHz e MSTID referentes a 4 de agosto de 2002. Fig. 6A - mostra a ocorrência de irregularidades ionosféricas de larga escala ("Spread-F"). Fig. 4B - mostra a propagação de ondas de gravidade, por MSTID. Fig. 6C - a rápida subida da camada-F entre 22:00 UT e 24:00 UT (18:00 LT e 20:00 LT) induzida pelo campo elétrico do pico pré-reversão. Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

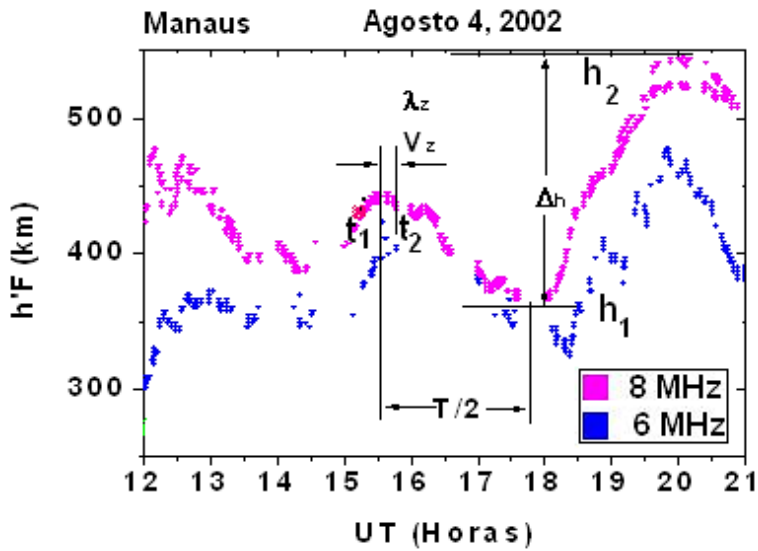


Fig. 7 - Variação de altura virtual nas frequências de 6 e 8 MHz referente a 4 de agosto de 2002. Parâmetros das ondas de gravidade entre as 12:00 UT (08:00 LT) até as 21:00 UT (17:00 LT). Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

A metodologia utilizada para os cálculos de parâmetros de onda, são mostradas a seguir, para o período T (hora do máximo e mínimo e Dt), é realizado por $T = Dt \cdot 2$, com observação da diferença de fase temporal de duas ondas próximas (t_1 e t_2), que indica a velocidade de fase V_z (medida a partir dos picos adjacentes de duas ondas próximas) obtendo parâmetros t_1 , t_2 , Dt e h_1 , h_2 e Dh , finalmente faz-se o cálculo para a velocidade de fase, através de, $V_z = Dh/Dt$, onde o comprimento de onda da direção z (l_z) é dado por $l_z = V_z \cdot T$. (Fig. 7).

4.2 - Estudo de OG em 06 de setembro de 2002 (atividade solar máxima)

As Observações realizadas em 6 de setembro de 2002 são mostradas nas Fig. 8. Nestes registros nota-se que entre 00:00 UT (20:00 LT) e 08:00 UT (04:00 LT) o fenômeno "Spread-F" é apresentado de duas formas distintas. Na Figura 8 vê-se o

gráfico de isolinhas, e claramente MSTID transportando OG no período diurno .

No dia (06/09/2002) é possível calcular com auxílio da Figura 8A os parâmetros de uma OG com período de 2,3 h, velocidade de fase de 24,2 m/s e $l_z = 200,3$ km. Porém, superposta a está onda temos outra OG com período de 0,5 horas, Velocidade de fase de 176,3 m/s e $l_z = 305,9$ km. Estas pequenas oscilações são OG, mas são comumente chamadas de "Ripples" (Figs. 9 e 10). Estas Ripples são provavelmente OG com períodos de horas que se quebraram em altitudes menores e dão origem a OG do tipo *Ripple* em altitudes ionosféricas (região F). Além disso, os cálculos de parâmetros de onda indicam que a velocidade da *Ripple* é muito maior que a onda de gravidade com período de 2,3 h.

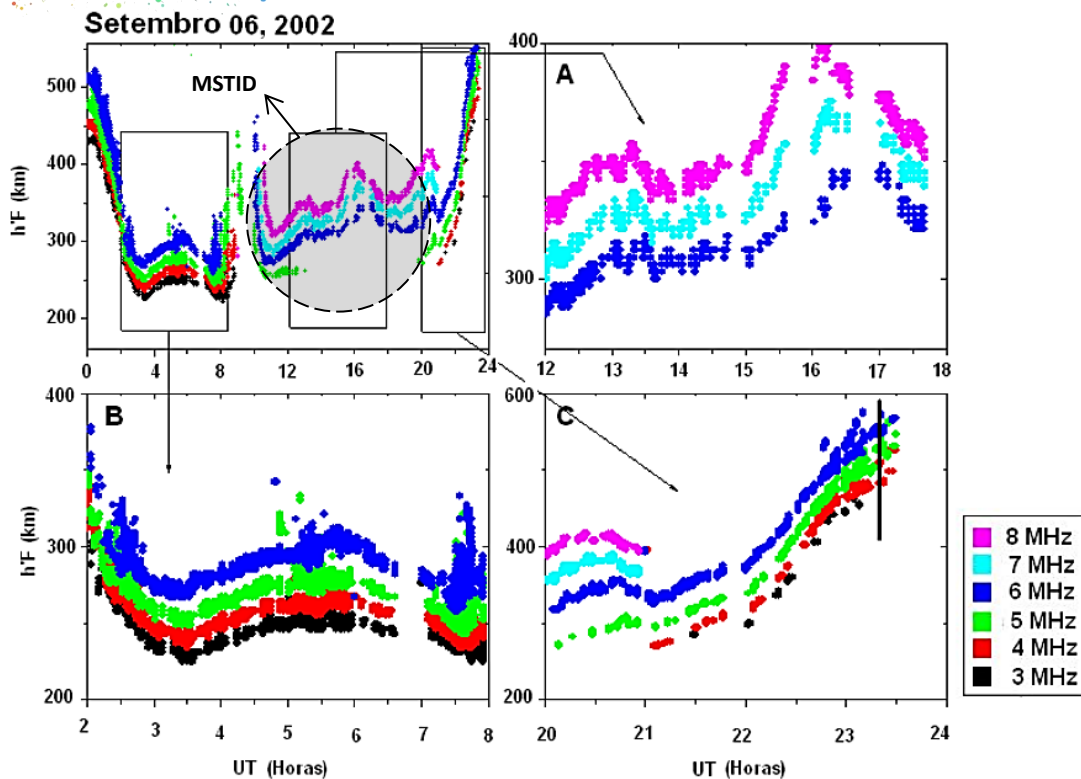


Fig.8 -Variação da altura virtual ($h'F$) nas frequências de 3, 4, 5, 6, 7 e 8 MHz e MSTID referentes a 6 de setembro de 2002, em Manaus. (A) Evidência estruturas chamadas *Ripples* superposta a OG com período de horas, propagadas por MSTID. (B) Observação simultânea de irregularidades ionosféricas (*spread-F*). (C) Rápida subida da camada-F provocada pelo pico pré-reversão. Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

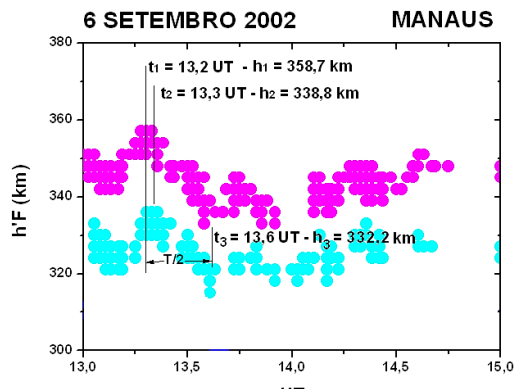


Fig. 9 - Em detalhe isolinhas (06/09/2002), com parâmetros de ondas de gravidade de período de minutos (*Ripples*). Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

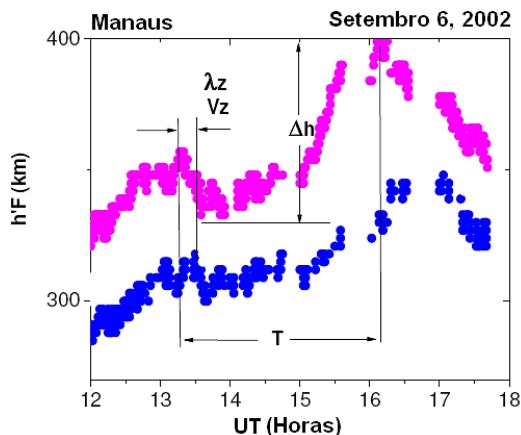


Fig. 10 - Em detalhe gráfico de ondas de gravidade do dia 6 de setembro de 2002, com parâmetros de ondas de gravidade de período de horas. Fonte: Lab. Ionosfera Yogeshwar Sahai - ULBRA Manaus.

5. Conclusão

A análise dos resultados

Durante este período de estudo (meses de agosto e setembro de 2002) os índices Dst e Kp foram respectivamente -102 nT e 6+, nas noites de 2, 3 e 4 agosto de 2002, e nas noites de 4 até 7 de setembro de 2002, os picos de Kp variaram +6 e +7 e o índice Dst, variou de -109 a -149 nT. (De acordo com o WDC - World Data Center for Geomagnetism / Kyoto - Japão).

http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_final/200208/index.html
http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/dst_final/200209/index.html
<http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/cgi-bin/kp.cgi>

1. As ondas de gravidade e os distúrbios ionosféricos viajantes de meso-escala (MSTID/GW), estão presentes nestes e em vários outros dias destes meses observados, em períodos geomagneticamente calmos e de distúrbios.

2. A geração de bolhas de plasma (*Large-Scale Equatorial Spread F -LSEQF*) é uma característica dos meses Maio, Junho, Julho, Agosto e Setembro, nesta latitude.

3. A possibilidade de geração de *ESF* não está diretamente ligada com eventos de MSTID.

4. Este estudo mostra que na camada ionosférica equatorial, sobre a região de Manaus, existe a propagação de ondas de gravidade com um amplo espectro de amplitude (≈ 25 km até > 100 km).

5. Os parâmetros de onda de gravidade médios para ondas de gravidade com amplitudes maiores que 50 km, são: $T = 4,4$ h; $V_z = 23,7$ m/s; $l_z = 330,0$ km; $Dh = 144,3$ km.

6. Os parâmetros de onda de gravidade médios para ondas de gravidade com amplitudes menores que 50 km, são: $T = 0,6$ h; $V_z = 57,7$ m/s; $l_z = 111,9$ km; $Dh = 33,8$ km.

Referências

ERICKSON, B., BIRNIR, B., LAVALLÉE, D. 2008. A model for aperiodicity in earthquakes, *Nonlin. Processes in Geophys.*, 15, 1-12.

FAGUNDES, P.R., KLAUSNER, V., SAHAI, Y., PILLAT, V. G., BECKER-GUEDES, F., BERTONI, F.C., BOLZAN, M. J. A., ABALDE, J. R. 2007. Observations of daytime F2-layer stratification under the southern crest of the equatorial ionization anomaly region, *Journal of Geophysical Research*, vol 112, doi:10.1029/2006JA011888.

FAGUNDES, P.R., MUELLE, M. T. A. H., BITTENCOURT, J. A., SAHAI, Y., LIMA, W. L. C., GUARNIERI, F. L., PILLAT, V. G., BECKER-GUEDES, FERREIRA, A. S., LIMA, N. S. 2008 - Nighttime ionosphere-thermosphere coupling observed during an intense geomagnetic storm, *Advances in Space Research* 41, 539-547.

FRITTS, D. C. 1989. A review of gravity wave saturation process, effects, and variability in the middle atmosphere. *Pure and Applied Geophysical*, 130, 343-371.

GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ) 2005. Germany's National Research Centre for Geosciences. <http://g.fz.potsdam.de/>

HARGREAVES, J. K. 1992. The solar-terrestrial environment, Cambridge : Cambridge University Press, v.5, 420p.

HARKRIDER, DAVID G. 1963. Part I. Propagation of acoustical gravity waves from an explosive source in the atmosphere. Part II. Rayleigh and Love waves from sources in a multilayered elastic half-space, *CalTech - California - USA. Dissertation - PhD in Geological and Planetary Sciences*, 285p.

HINES, C. O. et al. 1974. The upper atmosphere in motion, *Canadian Journal of Geophysical, American Geophysical Union*, Washington, D.C., v.75, 2563-2586.

HINES, C. O. 1960.. The upper atmosphere in motion, *Canadian Journal of Geophysical*, v.38, 1441p.

HOOKE, W. H. 1968. Ionospheric irregularities produced by internal atmospheric gravity waves. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 30, 795-823.

JUNG, T. K., LIU, J. Y. TSAI, H. F., HUANG, B. S., LIN, C. H., YU, S. B., YEH, Y. S. 2006. Ionospheric disturbances triggered by the Mw 7.6 earthquake off the Coast of El Salvador on 13 January 2001. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 17, 345-351.

KELLEY, M. C. 1989. The Earth's Ionosphere Plasma Physics and Electrodynamics, Academic Press, San Diego - USA - California, 487p.

KLAUSNER, V., FAGUNDES, P. R., Y. SAHAI, Y., WRASSE, C. M. . PILLAT, V. G., BECKER-GUEDES, F. 2009. Observations of GW/TID oscillations in the F2 layer at low latitude during high and low solar activity, geomagnetic quiet and 4 disturbed periods, J. Geophys. Res., 27 114, doi:10.1029/2008JA013448.

LOGNONNÉ, P., GARCIA, R., CRESPON, F., OCCHIPINTI, G., KHERANI, A., LAMBIN-ARTRU, J. 2007. Seismic waves in the atmosphere. EuroPhysicsNews, 37 (4), 11-14.

MOLCHANOV, O., FEDOROV, E., SCHEKOTOV, A., GORDEEV, E., SURKOV, V., ROZHNOI, A., ANDREEVSKY, S., IUDIN, D., YUNGA, S., LUTIKOV, A., HAYAKAWA, M., BIAGI, P. F. 2004. Lithosphere-atmosphere-ionosphere coupling as governing mechanism for preseismic short-term events in atmosphere and ionosphere. Natural Hazards and Earth System Sciences. 92, 757-767.

NAPPO, C. J. 2002. An Introduction to Atmospheric Gravity Waves, Academic Press, An imprint of Elsevier Science, (USA), International Geophysics series, v. 85, 276p.

ROW, R. V. 1967. Acoustic gravity waves in upper atmosphere due to a nuclear and an earthquake. Journal of Geophysical Research, 72 (5); 1599.

SAHAI, Y., BECKER-GUEDES, F., FAGUNDES, P. R., DE JESUS, R., DE ABREU, A. J., OTSUKA, Y., SHIOKAWA, K., IGARASHI, K., HUANG, C. -S., LAN, H. T., SAITO, A., FERREIRA, A. S., LIMA, N. S., GAURNIER, F. L., VIEIRA, L. E. A., PILLAT, V. G., BITTENCOURT, J. A. 2007. Effects observed in the F-region in two well-separated longitudinal sectors during the intense geomagnetic disturbances in the early part of November 2004, **AOGS 2007 4th Annual General Meeting** ST16-24-A0003.

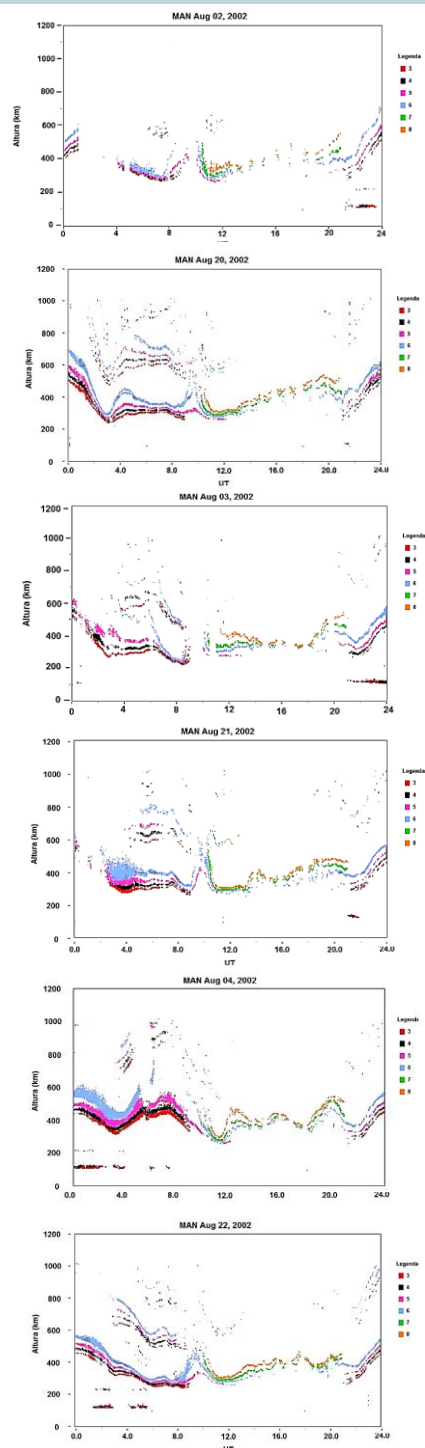
SAULI, P., ROUX, S. G., ABRY, P., BOSKA, J. 2007. Acoustic-gravity waves during solar eclipses: detection, characterization and modeling using wavelet transforms. J. Geophys. Res. - Elsevier Science. 113, 910-936.

STERLING, D. L., HOOKE, W. H., and COHEN, R., 1971. Traveling ionospheric disturbances observed at the magnetic equator, J. Geophys. Res., 76, 3777 - 3782. 548.

TOLSTOY, I., HERRON, T. J. 1970. Atmospheric gravity waves from nuclear explosions. Journal the Atmospheric Sciences, 27, 55-61.

Agradecimento

Os autores são gratos ao PPG - UFAM - Geociências, ao Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM | ULBRA MANAUS), a Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP | SJ-SP a FAPESP pelos equipamentos e também a toda Equipe de Física do IP&D da UNIVAP pelo apoio logístico, treinamento, montagem e monitoramento dos dados da CADI e do UDIDA.



agora você está
dirigindo em uma
estrada feita de vidro
reciclado

Foto: Abrahão Barros

ESG

Asfalto Verde

Je rijdt nu op een
weg van
gerecycled glas

Manaus - Brasil



agora você está
dirigindo em uma
ciclovía feita de
plástico reciclado

Zwolle - Holanda



Imagem: EKO Brasil



ASFALTO COM VIDRO

CEULM/ULBRA

PROJETO DE ASFALTO COM PÓ DE VIDRO (CBUQ - VIDRO)

Abrahão dos Santos Barros¹

Antônio Ítalo Oliveira Mendonça¹

abrahao.barros@hotmail.com

italomendonza@hotmail.com

¹ Engenheiros Civis da Prefeitura Municipal de Manaus

CNPJ: 04.365.326.0001-73

Av. Brasil, 2971 – Compensa, Manaus-AM

CEP: 69036-110

ABSTRACT

The investigation of functional and mechanical characteristics of an asphalt mixture for taxiways, specifically a mixture with glass powder (DNER - ME 054) framed in the particle size range remains within the service specification (DNIT 031/2006 - ES) constituted is the theme of this work. In this project we used the Marshall compaction method for determination and the asphalt binder content and molding of the samples determined that the functional characteristics of the mixture, that second result was shown to be possible to aggregate in asphalt mixing the glass powder.

Keywords: Marshall compaction, ACH (asphalt concrete hot), PAC (petroleum asphalt cement), glass powder.

RESUMO

A investigação das características funcionais e mecânicas de uma mistura asfáltica para pistas de rolagem, mais especificamente uma mistura com pó de vidro (DNER-ME 054) enquadrado na faixa granulométrica continua dentro da especificação de serviço (DNIT 031/2006 - ES) constituiu-se o tema deste trabalho. Neste projeto foi utilizado o método de compactação Marshall para dosagem e do teor do ligante asfáltico e moldagem dos corpos de prova que determinaram as características funcionais da mistura, que segundo resultado mostrou ser possível agregar na mistura asfáltica o pó de vidro.

Palavras chave: compactação Marshall, CBUQ, CAP, pó de vidro.

Foto: Abrahão Barros



Ensaio técnico e corpos de prova do asfalto com vidro.

INTRODUÇÃO

Para (DNIT 031/2006 - ES) concreto asfáltico é uma mistura executada a quente, em usina apropriada, com características específicas, composta de agregado graduado, material de enchimento (filer) se necessário e cimento asfáltico de petróleo (CAP), espalhada e compactada a quente. O concreto asfáltico pode ser empregado como revestimento, camada de ligação (*binder*), base, regularização ou reforço do pavimento. Não é permitida a execução dos serviços, em dias de chuva. O concreto asfáltico somente deve ser fabricado, transportado e aplicado quando a temperatura ambiente for superior a 10 °C. Todos os revestimentos asfálticos constituem-se de associações de ligantes asfálticos, de agregados e, em alguns casos, de produtos complementares. Essas associações, quando executadas e aplicadas apropriadamente, devem originar estruturas duráveis em sua vida de serviço. Para que isso ocorra, deve-se conhecer e selecionar as propriedades que os agregados devem conter. São apresentados os conceitos básicos sobre agregados para que se possa fazer uma escolha apropriada (BERNUCCI. et al., 2006). Agregados minerais utilizados nas misturas asfálticas empregadas nas camadas de revestimentos dos pavimentos flexíveis têm grande influência no comportamento mecânico das mesmas. Estes materiais constituem cerca de 95% em peso da mistura e são responsáveis pela formação de uma estrutura sólida necessária para resistir às solicitações impostas pelas cargas do tráfego, daí a relevância de caracterizá-los (DNIT 031/2004 - ES). Em, Bernucci. et al., (2006), o agregado escolhido para uma determinada utilização deve apresentar propriedades de modo a suportar tensões impostas na superfície do pavimento e também em seu interior.

O desempenho das partículas de agregado é dependente da maneira como são produzidas, mantidas unidas e das condições sob as quais vão atuar. A escolha é feita em laboratório onde uma série de ensaios é utilizada para a predição do seu comportamento posterior quando em serviço. Agregado é um termo genérico para areias, pedregulhos e rochas minerais em seu estado natural ou britadas em seu estado processado. Há ainda de se considerar também os agregados de reuso de materiais (pó de vidro). A dosagem de uma mistura asfáltica tem consistido na escolha, através de procedimentos experimentais, de um teor bem definido de um ligante, a partir de uma faixa granulométrica estabelecida. A definição do que vem a ser um teor bem definido não é simples. É possível que esse termo tenha sido escolhido por algum parâmetro predefinido, e que, para uma determinada finalidade, e é função somente de algum escalar específico. Porém, no caso das misturas asfálticas, são vários os aspectos a serem considerados, e o teor bem definido varia conforme o critério de avaliação. Portanto, o mais conveniente é se nomear o teor de ligante dosado como teor de projeto, como forma de ressaltar que sua definição é convencional. O teor de projeto de ligante asfáltico varia de acordo com o método de dosagem, e é função de parâmetros como energia de compactação, tipo de mistura, temperatura a qual o pavimento estará submetido, entre outros. O método de dosagem mais comum por impacto é o método Marshall em referência ao engenheiro rodoviário do Estado do Mississippi (EUA) Bruce G. Marshall (1912-2000) que o desenvolveu para pistas aeronáuticas, durante a Segunda Guerra Mundial, segundo ABEDA em *Manual básico de emulsões asfálticas* (2001).

Em, (DNIT 031/2006 - ES) o material ligante do concreto asfáltico pode ser empregado os seguintes tipos de cimento asfáltico de petróleo: CAP-30/45; CAP-50/70; CAP-85/100 e sobre o agregado graúdo este pode ser pedra britada, escória, seixo rolado preferencialmente britado ou outro material indicado nas Especificações Complementares; a) desgaste Los Angeles igual ou inferior a 50% (DNER-ME 035); admitindo-se excepcionalmente agregados com valores maiores, no caso de terem apresentado comprovadamente desempenho satisfatório em utilização anterior. Sendo importante citar os casos para o agregado graúdo a ser usado apresente um índice de desgaste Los Angeles superior a 50%, poderá ser usado o Método DNER-ME 401. Para os agregados cuja determinação do índice de degradação de rochas após compactação Marshall (ID_m), com ligante, ID_{ml} , e sem ligante ID_m , cujos valores de degradação para julgamento da qualidade de rochas destinadas ao uso do Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) são: $ID_{ml} \leq 5\%$ e $ID_m \leq 8\%$; b) índice de forma superior a 0,5 (DNER-ME 086); c) durabilidade, perda inferior a 12% (DNER-ME 089). Por conseguinte, os agregados miúdos podem ser areia, pó-de-pedra ou mistura de ambos ou outro material indicado nas Especificações Complementares. Suas partículas individuais devem ser resistentes, estando livres de torrões de argila e de substâncias nocivas. Deve apresentar equivalente de areia igual ou superior a 55% (DNER-ME 054). Material de enchimento (filer), quando da aplicação deve estar seco e isento de grumos, e deve ser constituída por materiais minerais finamente divididos, tais como cimento Portland, cal extinta, pós-calcários, cinza volante, etc; de acordo com a Norma DNER-ME 367.

Foto: Abrahão Barros



MATERIAL E MÉTODOS

Este projeto foi desenvolvido no Laboratório da ARDO (Construtora e Pavimentação LTDA) em Manaus-Amazonas (Agosto de 2022), com a finalidade de inserir em uma mistura asfáltica o agregado miúdo de pó de vidro, utilizando o Método Marshall e suas características. Em, Bernucci. et al., (2006), o método Hubbard-Field foi o primeiro método desenvolvido para procedimento de dosagem documentado. Ele foi originalmente desenvolvido para dosagem de misturas de areia e asfalto (composta por agregados miúdos e

ligante) e posteriormente modificado para aplicação em misturas com agregados graúdos (Asphalt Institute, 1956). No presente trabalho a mistura foi composta de agregados graúdos (brita 0 e brita 1), agregados miúdos (areia de quartzo; pó de pedra; garrafas de vidro moídas) e o ligante (CAP-20).

CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL

Agregado Mineral

De acordo com a norma ABNT NBR 9935/2005, que determina a terminologia dos agregados, o termo agregado é definido como material sem forma ou volume definido, geralmente inerte, de dimensões e propriedades adequadas para produção de argamassas e de concreto. Para este projeto os agregados escolhidos estão descritos na (TAB 4). A inovação foi à inserção do vidro miúdo como agregado miúdo na mistura. Na composição dos agregados da mistura foram exigidos para a brita 0 e brita 1 o desgaste por abrasão Los Angeles; determinação de densidade e absorção dos agregados; peso específico do pó; peso específico do filer; granulometria e equivalência de areia; índice da forma, além da escolha da adesividade do agregado ao material asfáltico (CAP-20).

Ligante asfáltico

CAP (Cimento Asfáltico de Petróleo) é um produto obtido após a destilação do petróleo com a separação das frações leves e intermediárias, utilizado em camadas de rolamento das rodovias, que também tem a propriedade de ser um adesivo termoviscoplastico, impermeável à água e pouco reativo, porém pode sofrer um processo de envelhecimento por oxidação lenta pelo contato com o ar e a água. Sendo um constituinte do revestimento asfáltico de alto padrão como o CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado a Quente), (ABEDA, 2001). Por viscosidade os asfaltos brasileiros eram subdivididos em três grupos: CAP 7, CAP 20 e CAP 40, sendo esses números associados ao início da faixa de viscosidade de cada classe. Por penetração, havia quatro classes de asfalto: CAP 30-45, CAP 50-60, CAP 85-100 e CAP 150-200, sendo esses números associados à faixa de penetração obtida no ensaio. Em julho de 2005 foi aprovada pela Agência Nacional de Petróleo, Gás e Energia (ANP) uma nova especificação de CAP para todo o Brasil, em substituição às duas anteriores mostradas.

Essa nova especificação baseia-se na penetração e em ensaios. Para este projeto foi encolhido o antigo CAP-20 por sua viscosidade se adequar a proposta da mistura.

Propriedades físicas do material

As propriedades físicas da mistura requer ensaio do ponto de amolecimento, ensaio de penetração, ensaio do ponto de fulgor, assim como, ensaio de ductibilidade, viscosidade e índice de susceptibilidade térmica. (Tab. 1).

Ensaio de viscosidade /Índice de susceptibilidade térmica

O índice de susceptibilidade térmica (IST) (Tab. 1) é o ensaio que verifica a influência das variações de temperatura na consistência do asfalto, correlacionando os dados obtidos, para os ensaios de penetração e ponto de amolecimento, (BOTARO, 2006).

TABELA - 1: Viscosidade e ISP
Fonte: ARDO (2022)

Viscosidade			Temperatura			Viscosidade	Temperatura	Temperatura Encontrada
Det. 1	Det. 2	Média	Det. 1	Det. 2	Média			
200	198	199	136	136	136	155	T1	145
128	117	122,5	154	154	154	125	T2	151
52	46	49	177	177	177	95	T3	159
						75	T4	166

Seleção da Granulometria

Análise de peneiramento, segundo ABEDA, 2001. Com base de seleção granulométrica e faixa de projeto em (DNER ES 312/1997 - DNER ES 313/1997. Tab. - 2 e Tab. - 3. (ARDO, 2022).

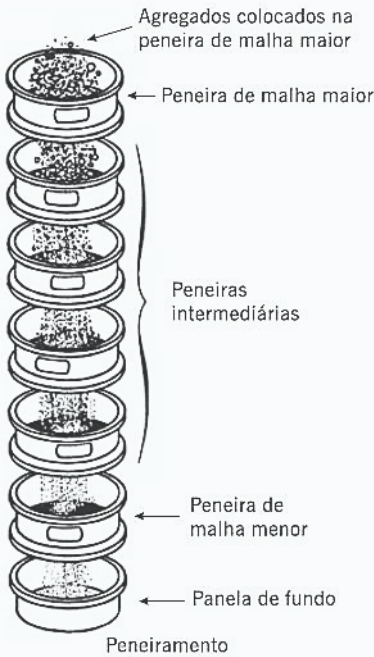
TABELA - 2: Análise da Granulometria
Fonte: ARDO (2022)

PENEIRA	PESO RETIDO	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA	% QUE PASSA	FAIXA DO PROJETO		ESTRAÇÃO DE BETUME		RESUMO	
1 1/2 Pol		0,0%	0,0%	100,00 %	100,00 %	107,00 %	TARA SOLÚVEL	1600,0	PEDREGULHO ACIMA 4,8 mm	20,4%
1 Pol		0,0%	0,0%	100,00 %	100,00 %	107,00 %	TARA	1100,0	AREIA GROSSA 4,8 - 2,0 mm	11,9%
3/4 Pol	38,0	8,1%	8,1%	91,91%	100,00 %	107,00 %	SOLÚVEL	500,0	AREIA MÉDIA 2,0 - 0,42 mm	18,8%
1/2 Pol	68,6	14,6%	22,7%	77,30%	78,17%	92,17%	TARA INSOLÚVEL	1569,8	AREIA FINA 0,42 - 0,074 mm	14,9%
3/8 Pol	31,0	6,6%	29,3%	70,70%	61,19%	75,19%	CAP	30,2	PASSANDO N° 200	4,7%
n.º 4	96,0	20,4%	49,7%	50,27%	47,70%	57,70%	INSOLÚVEL	469,8	TOTAL	70,7%
n.º 10	56,0	11,9%	61,7%	38,34%	35,80%	45,80%	% DE CAP	6,0%	% CAP	6,0%
n.º 40	88,3	18,8%	80,5%	19,54%	19,62%	29,62%	PESO TOTAL :		469,7	
n.º 80	40,3	8,6%	89,0%	10,96%	6,42%	12,42%	DNER-ES 312/97 E 313/97			
n.º 200	29,5	6,3%	95,3%	4,68%	1,49%	5,49%				
Fundo	22,0									

Fonte: ARDO (2022)

TABELA - 3: Faixa de Projeto e Peneiramento

	FAIXA DE PROJETO			
	mm	% que passa Projeto	% que passa Mínima	% que passa Máxima
1 1/2 Pol	38,100	100,00%	100,00%	107,00%
1 Pol	25,400	100,00%	100,00%	107,00%
3/4 Pol	19,100	100,00%	100,00%	107,00%
1/2 Pol	12,700	85,17%	78,17%	92,17%
3/8 Pol	9,520	68,19%	61,19%	75,19%
n.º 4	4,760	52,70%	47,70%	57,70%
n.º 10	2,000	40,80%	35,80%	45,80%
n.º 40	0,420	24,62%	19,62%	29,62%
n.º 80	0,180	9,42%	6,42%	12,42%
n.º 200	0,074	3,49%	1,49%	5,49%



Método de dosagem Marshall

O método de dosagem mais usado mundialmente faz uso da compactação por impacto e é denominado método Marshall em homenagem ao engenheiro Bruce G. Marshall que o desenvolveu na década de 1940, (ROBERTS, *et al.*, 1996). A norma DNER-ME 43/95, que trata do método de dosagem Marshall, recomenda o esforço de compactação de 50 golpes para pressão de pneu até 7 kgf/cm² e de 75 golpes para a pressão de 7kgf/cm² a 14kgf/cm², (BERNUCCI. *et al.*, 2006).

O método de estabilização Marshall é um indicador da capacidade da mistura de resistir à deformação sob o efeito da aplicação de carga. Na resistência oferecida ao corpo de prova à ruptura no decorrer dos ensaios por cisalhamento, onde o atrito

é solicitado no arcação sólido dos agregados quando o ligante produz a coesão da mistura, e a fluência do composto aparece no deslocamento diametral no corpo de prova durante os ensaios.

O método de compactação Marshall para dosagem e determinação do teor de projeto de ligante asfáltico; moldagem dos corpos de prova para determinação das características mecânicas, e funcionais da mistura, seguiram as quatro seguintes etapas, no desenvolvimento deste projeto, (Tab. 4 e Tab. 5): (a) Escolha e caracterização dos materiais; (b) Determinação do percentual para os diferentes tipos de agregados dentro da granulometria exigida; (c) Determinação no teor do ligante para uma mistura bem sucedida; (d) Comparação dos parâmetros físicos da mistura.

(ELABORAÇÃO DE 4 PONTOS MARSHALL)

TABELA - 4: Matriz e Densidade / Conjunto de Ensaios (1 - 2 - 3 - 4)
DNIT 031/2006 - ES

Matriz			Densidade
agreg 1	Brita 1	23,0%	2,595
agreg 2	Brita 0	25,0%	2,596
agreg 3	Areia	25,0%	2,631
agreg 4	Pó	22,0%	2,515
agreg 5	VIDRO	5,0%	1,000

Fonte: ARDO (2022)

PESO	1200		
Agregado n.º	CAP	4,00%	48
1	Brita 1	22,08%	265
2	Brita 0	24,00%	288
3	Areia	24,00%	288
4	Pó	21,12%	253
5	VIDRO	4,80%	58
TOTAL		100,0%	1200

Fonte: ARDO (2022)

PESO	1200		
Agregado n.º	CAP	4,50%	54
1	Brita 1	21,97%	264
2	Brita 0	23,88%	287
3	Areia	23,88%	287
4	Pó	21,01%	252
5	VIDRO	4,78%	57
TOTAL		100,0%	1200

Fonte: ARDO (2022)

PESO	1200		
Agregado n.º	CAP	5,00%	60
1	Brita 1	21,85%	262
2	Brita 0	23,75%	285
3	Areia	23,75%	285
4	Pó	20,90%	251
5	VIDRO	4,75%	57
TOTAL		100,0%	1200

Fonte: ARDO (2022)

PESO	1200		
Agregado n.º	CAP	5,50%	66
1	Brita 1	21,74%	261
2	Brita 0	23,63%	284
3	Areia	23,63%	284
4	Pó	20,79%	249
5	VIDRO	4,73%	57
TOTAL		100,0%	1200

Fonte: ARDO (2022)

TABELA - 5: TRAÇO COMPROBATÓRIO

PESO DA AMOSTRA	1200	
Brita 1	22,1%	265,0
Brita 0	24,0%	288,0
Areia	24,0%	288,0
Pó	21,1%	253,4
VIDRO	4,8%	57,6
CAP - 20	4,0%	48,0
TOTAL	100,0%	1200,0

Fonte: ARDO (2022)

Foi realizada modelagem para corpos de prova para os ensaios mecânicos e funcionais.

TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Para a norma (DNIT 031/2006 - ES) Condições de conformidade e não conformidade

Todos os ensaios de controle e determinações relativos à produção e ao produto foram realizados de acordo com o Plano de Amostragem, e cumpriram as Condições Gerais e Específicas da Norma (DNIT 031/2006 -

Específicas da Norma (DNIT 031/2006 - ES), obedecendo aos seguintes critérios:

(a) Na faixa especificada de valores mínimos e máximos foram verificadas as seguintes condições:
 $\bar{X} - ks < \text{valor mínimo especificado}$ ou
 $\bar{X} + ks > \text{valor máximo de projeto}$:
 Não Conformidade;

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Onde:

x_i - valores individuais

\bar{X} - média da amostra

s - desvio padrão da amostra.

k - coeficiente tabelado em função do número de determinações.

n - número de determinações.

(b) Quando especificado um valor mínimo a ser atingido devem ser verificadas as seguintes condições:

Se $\bar{x} - ks < \text{valor mínimo especificado}$:
 Não Conformidade;

Se $\bar{x} - ks \geq \text{valor mínimo especificado}$:
 Conformidade.

Os resultados do controle estatístico foram registrados de acordo com a norma DNIT 011/2004-PRO.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de compactação Marshall elaborado neste projeto para os ensaios de densidade aparente; estabilidade ou resistência; resistência à tração diametral; porcentagem de vazios; relação betume / vazios; são mostrados na

Tab. - 6, do resultado 1. Consequentemente a determinação da máxima densidade teórica da mistura (Dm), é apresentada na Tab. - 6.

TABELA - 6: Ensaios de densidade aparente - estabilidade ou resistência

resistência à tração diametral - porcentagem de vazios - relação de betume / vazios.

ENSAIO		DISCRIMINAÇÃO	CÁLCULO	UNID.	5	6	7		MÉDIA	ESPECIFICAÇÃO
DENSIDADE APARENTE	A	Peso ao ar sem parafina	-	g	1175,7	1094,5	1190,6			
		Peso ao ar com parafina	-	g	1184,6	1101,3	1200,0			
	B	Peso n'água	-	g	688,6	634,0	688,7			
	C	Volume	A - B	cm³	485,5	459,3	500,2			
	D	Dens. Aparente	A/C	g/cm³	2,421	2,383	2,380		2,39	
ESTABILIDADE OU RESISTÊNCIA	E	Volume	-	cm³	485,5	459,3	500,2			
	F	Leitura	-	-	415	385	385			
	G	Estab. Lida	F x Const.Prensa	N	934	866	866			
	H	Estab. corrigida	G x Fator Corr.	N	979,57	801,16	899,32		893,35	MÍNIMO - 350
RESISTÊNCIA A TRAÇÃO DIAMETRAL	Y	Carga de ruptura (N)	-	N	480,0	455,0	465,0			
	X	Diametro do CP (cm)	-	cm	10,16	10,16	10,16			
	Z	Altura do CP (cm)	-	cm	6,26	6,76	6,30			
	U		(2Y)/(100piXZ)	R	1,08	0,95	1,04		1,02	MÍNIMO 0,65 MPA
PORCENTAGEM DE VAZIOS	L	P.A. Máx. Teor.	-	g/cm³	2.490	2.490	2.490			
	M	P. aparente	-	g/cm³	2.421	2.383	2.380			
	N	Diferença	L - M	g/cm³	69,00	107,50	110,43			
	O	Vazios	(N/L)•100	%	2,8%	4,3%	4,4%		3,8%	3 - 5
RELAÇÃO BETUME / VAZIOS	P	V.C.B.	% bet • M/densLg	-	9,4	9,3	9,2			
	Q	V.A.M.	O + P	-	12,2	13,6	13,7		13,1	MÍNIMO - 15
	R	R.B.V.	(P/Q)•100	%	77,2	68,2	67,6		71,0	75 - 82
BETUME		Betume	-	g	48,00					
		Teor de betume	-	%	4,0%					

MATERIAIS	% Na Mistura	Densidade Real	% Dr	MÁXIMA DENSIDADE TEÓRICA DA MISTURA (Dm)
Agregado 01	22,080%	2,691	8,21	Dm = 100 / S
Agregado 02	24,000%	2,731	8,79	
Agregado 03	24,000%	2,513	9,55	
Agregado 04	21,120%	2,675	7,90	
Agregado 05	4,800%	2,622	1,83	
Ligante C.A.P. 20	4,000%	1,030	3,88	
TOTAL	100,0%			Dm = 2.490
SOMATÓRIO DE % / Dr (S)				Constante da Prensa : 2.250,0 • L

Ensaios de densidade aparente; estabilidade ou resistência; resistência à tração diametral; porcentagem de vazios; relação betume / vazios; são

mostrados na Tab. - 7, do resultado 2. Consequentemente a determinação da máxima densidade teórica da mistura (Dm), é apresentada na Tab. - 7.

TABELA - 7: Ensaios de densidade aparente - estabilidade ou resistência -

resistência à tração diametral - porcentagem de vazios - relação de betume / vazios.

ENSAIO		DISCRIMINAÇÃO	CÁLCULO	UNID.	5	6	7		MÉDIA	ESPECIFICAÇÃO
DENSIDADE APARENTE	A	Peso ao ar sem parafina	-	g	1175,0	1152,0	1185,5			
		Peso ao ar com parafina	-	g	1184,7	1161,6	1192,7			
	B	Peso n'água	-	g	686,3	675,7	693,8			
	C	Volume	A - B	cm³	487,0	474,6	490,4			
	D	Dens. Aparente	A/C	g/cm³	2,413	2,427	2,417		2,42	
ESTABILIDADE OU RESISTÊNCIA	E	Volume	-	cm³	487,0	474,6	476,6			
	F	Leitura	-	-	435	442	442			
	G	Estab. Lida	F x Const.Prensa	N	979	995	995			
	H	Estab. corrigida	G x Fator Corr.	N	965,34	956,62	965,34		962	MÍNIMO - 350
RESISTENCIA A TRAÇÃO DIAMETRAL	Y	Leitura (mm x E-3)	-	N	520,0	435,0	540,0			
	X	Diametro do CP (cm)	-	cm	10,2	10,16	10,16			
	Z	Altura do CP (cm)	-	cm	6,50	6,60	6,40			
	U		(2Y)/(100piXZ)	R	1,12	0,93	1,19		1,08	MÍNIMO 0,65 MPA
PORCENTAGEM DE VAZIOS	L	P.A. Máx. Teor.	-	g/cm³	2.472	2.472	2.472			
	M	P. aparente	-	g/cm³	2.413	2.427	2.417			
	N	Diferença	L - M	g/cm³	58,97	44,48	54,49			
	O	Vazios	(N/L)•100	%	2,4%	1,8%	2,2%		2,1%	3 - 5
RELAÇÃO BETUME / VAZIOS	P	V.C.B.	% bet • M/densLg	-	10,5	10,6	10,6			
	Q	V.A.M.	O + P	-	12,9	12,4	12,8		12,7	MÍNIMO - 15
	R	R.B.V.	(P/Q)•100	%	81,5	85,5	82,7		83,3	75 - 82
BETUME		Betume	-	g	54,00					
		Teor de betume	-	%	4,5%					
MATERIAIS		% Na Mistura	Densidade Real		% Dr		MÁXIMA DENSIDADE TEÓRICA DA MISTURA (Dm)			
Agregado 01		21,970%	2,691		8,16		Dm = 100 / S			
Agregado 02		23,880%	2,731		8,74					
Agregado 03		23,880%	2,513		9,50					
Agregado 04		21,010%	2,675		7,85					
Agregado 05		4,780%	2,622		1,82					
Ligante C.A.P. 20		4,500%	1,030		4,37		Dm = 2.472			
TOTAL		100,0%								
							Constante da Prensa :			
SOMATÓRIO DE % / Dr (S)					40,46		2.250,0 • L			

Ensaios de densidade aparente; estabilidade ou resistência; resistência à tração diametral; porcentagem de vazios; relação betume / vazios; são mostrados na

Tab. - 8, do resultado 3. Consequentemente a determinação da máxima densidade teórica da mistura (Dm), é apresentada na Tab. - 8.

TABELA - 8: Ensaios de densidade aparente - estabilidade ou resistência -

resistência à tração diametral - porcentagem de vazios - relação de betume / vazios.

ENSAIO		DISCRIMINAÇÃO	CÁLCULO	UNID.	5	6	7		MÉDIA	ESPECIFICAÇÃO
DENSIDADE APARENTE	A	Peso ao ar sem parafina	-	g	1184,5	1177,5	1186,0			
		Peso ao ar com parafina	-	g	1198,7	1188,7	1194,0			
	B	Peso n'água	-	g	691,0	684,5	694,7			
	C	Volume	A - B	cm³	491,0	491,0	489,9			
	D	Dens. Aparente	A/C	g/cm³	2,412	2,398	2,421		2,41	
ESTABILIDADE OU RESISTÊNCIA	E	Volume	-	cm³	491,0	491,0	0,0			
	F	Leitura	-	-	430	422	0			
	G	Estab. Lida	F x Const.Prensa	N	968	950	0			
	H	Estab. corrigida	G x Fator Corr.	N	1.025,70	996,09			1011	MÍNIMO - 350
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DIAMETRAL	Y	Carga de ruptura (N)	-	N	500,0	500,0	500,0			
	X	Diametro do CP (cm)	-	cm	10,16	10,16	10,16			
	Z	Altura do CP (cm)	-	cm	6,22	6,26	6,25			
	U		(2Y)/(100piXZ)	R	1,13	1,13	1,13		1,13	MÍNIMO 0,65 MPA
PORCENTAGEM DE VAZIOS	L	P.A. Máx. Teor.	-	g/cm³	2.454	2.454	2.454			
	M	P. aparente	-	g/cm³	2.412	2.398	2.421			
	N	Diferença	L - M	g/cm³	41,78	56,18	33,27			
	O	Vazios	(N/L)•100	%	1,7%	2,3%	1,4%		1,8%	3,0 - 5,0
RELAÇÃO BETUME / VAZIOS	P	V.C.B.	% bet • M/densLg	-	11,7	11,6	11,8			
	Q	V.A.M.	O + P	-	13,4	13,9	13,1		13,5	MÍNIMO - 15
	R	R.B.V.	(P/Q)•100	%	87,3	83,6	89,7		86,8	75 - 82
BETUME		Betume	-	g	60,00					
		Teor de betume	-	%	5,0%					
MATERIAIS		% Na Mistura	Densidade Real		% Dr		MÁXIMA DENSIDADE TEÓRICA DA MISTURA (Dm)			
Agregado 01		21,850%	2,691		8,12		Dm = 100 / S			
Agregado 02		23,750%	2,731		8,70					
Agregado 03		23,750%	2,513		9,45					
Agregado 04		20,900%	2,675		7,81					
Agregado 05		4,750%	2,622		1,81					
Ligante C.A.P. 50/70		5,000%	1,030		4,85		Dm = 2.454			
TOTAL		100,0%								
							Constante da Prensa :			
SOMATÓRIO DE % / Dr (S)					40,75		2.250,0 • L			

Ensaios de densidade aparente; estabilidade ou resistência; resistência à tração diametral; porcentagem de vazios; relação betume / vazios; são mostrados

na Tab. - 9, do resultado 4. Consequentemente a determinação da máxima densidade teórica da mistura (Dm), é apresentada na Tab. - 9.

TABELA - 9: Ensaios de densidade aparente - estabilidade ou resistência - resistência à tração diametral -

porcentagem de vazios - relação de betume / vazios.

ENSAIO		DISCRIMINAÇÃO	CÁLCULO	UNID.	5	6	7		MÉDIA	ESPECIFICAÇÃO
DENSIDADE APARENTE	A	Peso ao ar sem parafina	-	g	1179,5	1189,0	1180,0			
		Peso ao ar com parafina	-	g	1190,0	1199,5	1190,5			
	B	Peso n'água	-	g	690,8	690,1	690,9			
	C	Volume	A - B	cm³	486,8	497,0	487,2			
	D	Dens. Aparente	A/C	g/cm³	2,423	2,392	2,422		2,41	
ESTABILIDADE OU RESISTÊNCIA	E	Volume	-	cm³	486,8	497,0	487,2			
	F	Leitura	-	-	356	362	362			
	G	Estab. Lida	F x Const.Prensa	N	801	815	0			
	H	Estab. corrigida	G x Fator Corr.	N	869,73	872,68	0,00		581	MÍNIMO - 350
RESISTENCIA A TRAÇÃO DIAMETRAL	Y	Carga de ruptura (N)	-	N	520,0	510,0	500,0			
	X	Diametro do CP (cm)	-	cm	10,15	10,15	10,14			
	Z	Altura do CP (cm)	-	cm	6,13	6,18	6,10			
	U		(2Y)/(100piXZ)	R	1,20	1,16	1,16		1,17	MÍNIMO 0,65 MPA
PORCENTAGEM DE VAZIOS	L	P.A. Máx. Teor.	-	g/cm³	2.436	2.436	2.436			
	M	P. aparente	-	g/cm³	2.423	2.392	2.422			
	N	Diferença	L - M	g/cm³	12,86	43,47	13,82			
	O	Vazios	(N/L)•100	%	0,5%	1,8%	0,6%		1,0%	3,0 - 5,0
RELAÇÃO BETUME / VAZIOS	P	V.C.B.	% bet • M/densLg	-	12,9	12,8	12,9			
	Q	V.A.M.	O + P	-	13,5	14,6	13,5		13,8	MÍNIMO - 15
	R	R.B.V.	(P/Q)•100	%	96,1	87,7	95,8		93,2	75 - 82
BETUME		Betume	-	g	66,00					
		Teor de betume	-	%	5,5%					
MATERIAIS		% Na Mistura	Densidade Real		% Dr		MÁXIMA DENSIDADE TEÓRICA DA MISTURA (Dm)			
Agregado 01		21,740%	2,691		8,08		Dm = 100 / S Dm = 2.436			
Agregado 02		23,630%	2,731		8,65					
Agregado 03		23,630%	2,513		9,40					
Agregado 04		20,790%	2,675		7,77					
Agregado 05		4,750%	2,622		1,81					
Ligante C.A.P. 20		5,500%	1,030		5,34					
TOTAL		100,0%					Dm = 2.436			
							Constante da Prensa :			
SOMATÓRIO DE % / Dr (S)					41,06		2.250,0 • L			

MATRIZ

TABELA - 10: Percentual de CAP - Densidade Aparente - VAM - Percentual de Vazios - Resistência à Tração - Estabilidade Marshall.

% CAP	4,00%	4,50%	5,00%	5,50%
Densidade Aparente	2,395	2,419	2,410	2,412
VAM	13,1	12,7	13,5	13,8
RBV %	71,0	83,3	86,8	93,2
% Vazios	3,8%	2,1%	1,8%	1,0%
Resistência à tração por compressão diametral a 25°C	1,02	1,08	1,13	1,17
Estabilidade Marshall	893	962	1011	581

Fonte: (ARDO, 2022)

TABELA - 11: Percentual de CAP

PERCENTUAL DE CAP					
% Adotado, (Min e Max de Toleradas)			Resultados		
Elementos	Especificações		4,00%	3,70%	4,30%
Densidade Aparente (Kg/Dm³)	-	-	2,395	2,346	2,416
VAM %	> ou = 15		13,1	14,7	12,6
RBV %	75	82	71,0	54,7	80,0
% de Vazios	3%	5%	3,8%	6,3%	2,5%
Resistência a tração por compressão diametral a 25°C	> ou = 0,65 Mpa		1,02	0,98	1,06
Estabilidade Marshall	> ou = 500		893,3	1032,5	911,6

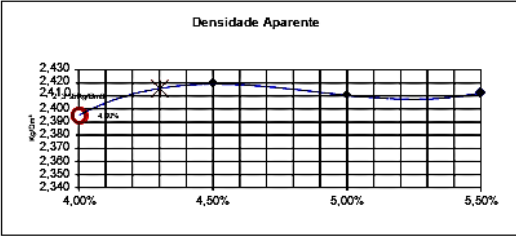
Fonte: (ARDO, 2022)

TABELA - 12: Dosagem em peso

DOSAGEM EM PESO			
Composição a ser adotada para este traço conforme os ensaios			Agregado
Brita 1	22,1%	23,0%	
Brita 0	24,0%	25,0%	
Areia	24,0%	25,0%	
Pó	21,1%	22,0%	
VIDRO	4,8%	5,0%	
CAP - 20	4,0%		
TOTAL	100%		
TEMP. CAP	162 °C		
TEMP. AGREGADOS	175 °C		
TEMP. DA MASSA	148 °C		

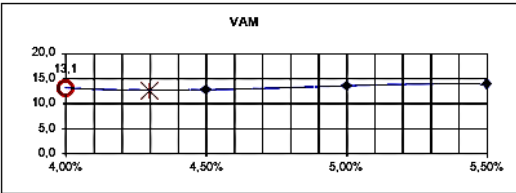
Fonte: (ARDO, 2022)

FIGURA - 1: Densidade Aparente



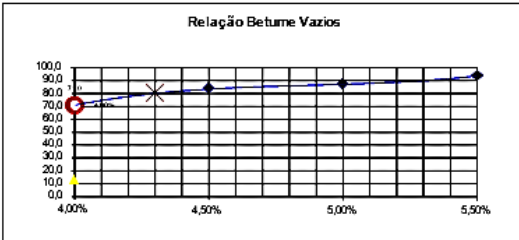
Fonte: (ARDO, 2022)

FIGURA - 2: Vazios no agregado mineral (VAM)



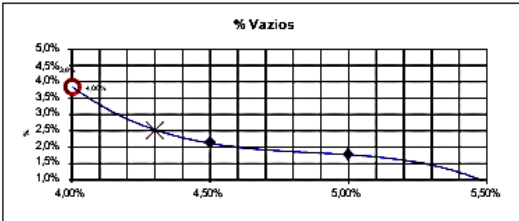
Fonte: (ARDO, 2022)

FIGURA - 3: Relação Betume Vazios



Fonte: (ARDO, 2022)

FIGURA - 4: Percentual de vazios



Fonte: (ARDO, 2022)

FIGURA - 5: Resistência à tração



Fonte: (ARDO, 2022)

Temperatura do CAP	162
Temperatura do Agregado	175
Temperatura de compac. da Massa Betuminosa	148

Fonte: ARDO, 2022

TABELA - 13: Temperatura do CAP - Temperatura do Agregado - Temperatura da Composição da Massa Betuminosa.

CONCLUSÃO

Foi possível conhecer os valores de compactação através do Método Marshall, pelos ensaios realizados para a estabilização (resistência) e indicativo da capacidade da mistura de resistir à deformação (tração) sob o efeito da aplicação de carga, em pista de rolamento com a troca de pó-de-pedra por pó-de-vidro. A escolha e caracterização dos materiais; Determinação do percentual para os diferentes tipos de agregados dentro da granulometria exigida; Determinação no teor do ligante para uma mistura bem sucedida; Comparação dos parâmetros físicos da mistura, foram satisfatórios.

Observando que a mistura respondeu satisfatoriamente as normas e condições exigidas. Contudo, o projeto é dependente do resíduo sólido de vidro descartado.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos pelo apoio da Prefeitura Municipal de Manaus, ao Laboratório ARDO pelos ensaios.

REFERÊNCIAS

ABEDA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE ASFALTO. *Manual básico de emulsões asfálticas. Soluções para pavimentar sua cidade.* 1ª. Ed. Rio de Janeiro: ABEDA, 2001.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 9935: *agregados: terminologia.* Rio de Janeiro, 2005.

BERNUCCI, L. B.; MOTTA, L. M. G.; CERATTI, J. A. P.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros** -Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA. (2006). 504 p.

BOTARO, V. R.; CASTRO, S. R.; RODRIGUES JUNIOR, F.; CERANTOLA, A. E. Obtenção e caracterização de blendas de asfalto CAP 20, modificado com poliestireno reciclado, resíduos de pneu e lignina organossolve. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 59(1): 117-122, jan. mar. 2006.

DNER-ME 035/1998: *agregados: determinação da abrasão Los Angeles.* Rio de Janeiro, 1998.

DNER-ME 043/1995: *misturas betuminosas a quente: ensaio Marshall para misturas betuminosas.* Rio de Janeiro, 1995.

DNER-ME 054/1997: *equivalente de areia.* Rio de Janeiro, 1997.

DNER-ME 086/1994: *agregado: determinação do índice de forma.* Rio de Janeiro, 1994.

DNER-ME 089/1994: *agregados: avaliação da durabilidade pelo emprego de soluções de sulfato de sódio ou de magnésio.* Rio de Janeiro, 1994.

DNER-ME 401/1999: *agregados: determinação do índice de degradação de rochas após compactação Marshall, com ligante - IDML e sem ligante - IDM.* Rio de Janeiro, 1999.

DNIT 031/2006-ES: *pavimentos flexíveis: concreto asfáltico.* Rio de Janeiro, 2006.

DNIT 031/2004-ES: *pavimentos flexíveis: concreto asfáltico.* Rio de Janeiro, 2004.

ROBERTS, F.L.; KANDHAL, P.S.; BROWN, E.R.; LEE, D-Y.; KENNEDY, T.W. *Hot mix asphalt materials, mixture, design, and construction.* 2. ed. Lanham, Maryland: Napa Education Foundation, 1996.

Imagem: EKO Brasil



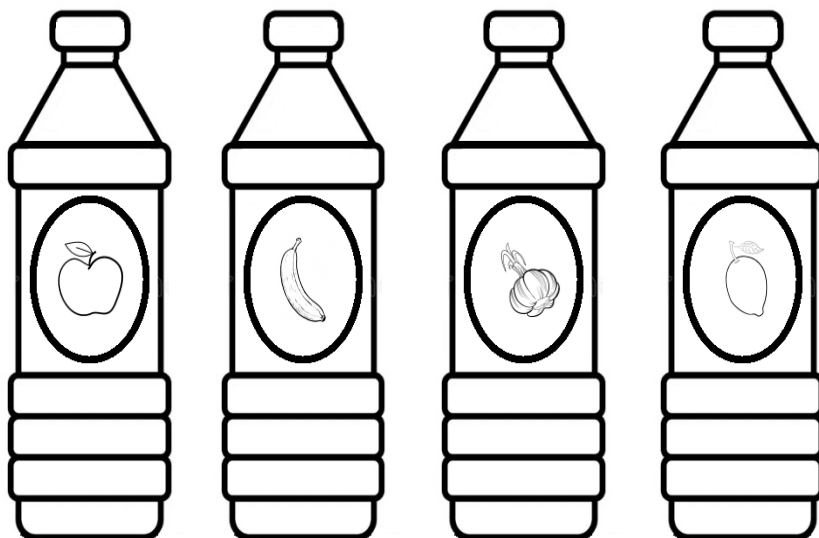
Avaliação do teor de ácido acético no vinagre de álcool comercializado na cidade de Manaus pelo método titulométrico

Katiana C. Da Costa¹; Savio R. M. Sarkis ^{1,2}; Bruno A. Gonçalves¹; Chaiely B. Gomes¹; Pedro H. H. Dias¹; Liliam Gleicy S. Oliveira ¹

1. Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM/ULBRA MANAUS) – Engenharia Química.

2. Instituto Federal do Amazonas – IFAM, Campus MANAUS-AM.

Palavras-Chave: acidez, fermentado de fruta , titulação.



Introdução

Os vinagres são soluções aquosas acidulantes naturais compostos principalmente por ácido acético (CH_3COOH), amplamente empregados na gastronomia como conservantes e condimentos, produzido pela oxidação bacteriana, álcool etílico e ácido acético diluído (Lastra-Mejías et al., 2020; Ya-Nan et al., 2024). Para avaliar a concentração ou massas desses produtos, é frequentemente utilizada como parâmetro o teor geral de acidez e, conseqüentemente, é considerada uma métrica de qualidade do produto final (Chen et al., 2012).

Uma técnica analítica comumente empregada para determinar a concentração de ácido acético no vinagre é o método titulométrico, também conhecido como titulação de neutralização (Skoog et al., 2014). Este método consiste na adição de uma solução padrão, onde o hidróxido de sódio (NaOH), será utilizado como titulante, sobre uma solução de vinagre que será titulada, até que a reação de neutralização entre o ácido e a base esteja completa. A concentração do ácido presente na amostra pode então ser calculada com base na quantidade de titulante adicionada (Vogel, 1981; Mendham et al., 2002).

A determinação precisa do ponto de equivalência, o momento em que a quantidade de titulante adicionada é quimicamente equivalente à quantidade de ácido presente na amostra, é crucial para a acurácia do método. Indicadores de pH, como os indicadores ácido-base, são

frequentemente empregados para sinalizar essa mudança através de uma alteração na cor da solução (Baccan et al., 2011; Mercê, 2012). No entanto, a precisão da titulação pode ser afetada por fatores como a presença de impurezas na solução de NaOH , o que torna necessária a padronização e estudo prévio dessa solução (Lima et al., 2020).

A partir da medida da quantidade da solução padrão necessária para reagir totalmente com a amostra de solução e a reação química envolvida, obtém-se a concentração da substância analisada. (Harris, 2016). O ponto de viragem experimental no qual é sinalizado o final da titulação pode ser torna difícil devido a efeitos tamponantes gerados no meio reagente, que podem afetar a ação dos indicadores (Baccan et al., 2001). Na análise titulométrica é essencial observar que o número de equivalentes dos reagentes esteja equilibrado para assegurar a confiabilidade do método (Mercê 2012). Assim este trabalho teve como objetivo determinar o teor de ácido acético 4 amostras de vinagre comercializados na cidade de Manaus, e verificar se os mesmos estão atendendo à norma vigente. A concentração desse ácido no vinagre é um fator determinante para a sua qualidade, visto que deve situar-se entre 4% e 6% (m/v) para fins de consumo e eficácia, de acordo com a legislação brasileira (Lima et al., 2020).

Material e Métodos

Esta metodologia foi realizada em duas etapas, a primeira foi a Padronização da solução de NaOH 0,1 mol/L e a segunda a Determinação do Teor do Ácido Acético em 4 amostra de Vinagre:

Padronização de NaOH 0,1 mol/L

Preparou-se uma solução de 0,1 N de NaOH com o volume de 250 mL a partir de uma solução 1,0 mol/L (diluição: $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$). Em um erlenmeyer de 250 mL, pesou-se analiticamente, aproximadamente 0,400 g de biftalato de potássio ($C_8H_5KO_4$). Adicionou-se 30 mL de água destilada e agitou-se cuidadosamente para dissolução total desse sal. Adicionou-se 3 gotas de fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$). Homogeneizou-se. Titulou-se a amostra com a solução preparada de NaOH 0,1 mol/L até primeira coloração rósea clara que se perdurou por 30 segundos. Anotou-se os volumes de NaOH.

$$M_r = \frac{m_b}{MM_{bif} V_{tit}} \quad (1)$$

Onde: M_r - a Normalidade real da solução preparada; m_b - a massa da amostra pesada de biftalato de potássio; MM_{bif} - é Equivalente grama do padrão (biftalato) e V_{tit} - é volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação do biftalato. O Fator de correção da base foi calculado após seu preparo.

Determinação do teor do Ácido Acético nos Vinagres (maçã, limão, alho e banana)

Para determinar o teor do Ácido Acético nos Vinagres realizou-se no laboratório de Química Analítica do CEULM, as pesagens de um pesa filtro seco e limpo em uma balança analítica da marca ADA modelo 210 L com resolução

de 0,0001g. Foram anotadas as massas do pesa filtro sem e com tampa, e na sequência as massas da amostra de vinagre no pesa filtro com e sem tampa, procedendo-se as devidas anotações. Utilizou-se uma pipeta com uma alíquota de 10,0 mL de vinagre cuidadosamente e adicionada ao pesa filtro sem tampa (Figura 1). Realizou-se uma nova pesagem do pesa filtro para obter a massa do vinagre. Transferiu-se os 10,0 mL do vinagre pesado para um balão volumétrico de 100 mL em seguida foi lavado o pesa filtro com água destilada e adicionou-se o resíduo no balão (Figura 2). Acrescentou-se água destilada ao balão até a aferição e realizou-se a homogeneização. Após a homogeneização da solução o balão, o mesmo foi identificado. Para o procedimento de titulação lavou-se a bureta de 25 mL com porções de 5 mL da solução padronizada de NaOH a 0,1 mol/L e, em seguida, preenchida até o menisco com a solução padronizada com auxílio de um funil de vidro e um béquer de 100 mL. Preparou-se a solução de vinagre a ser titulada tomando-se um volume de 20 mL com o auxílio de uma pipeta volumétrica e transferindo-se o volume para um erlenmeyer de 250 mL completada com adição de 40,0 mL de água destilada e 3 gotas de indicador fenolftaleína. Titulou-se as amostras com a solução NaOH 0,1 mol/L até primeira coloração rósea clara que perdurou por mais de 30 segundos. Esse procedimento foi realizado para cada uma das amostras (vinagre: maçã, alho, limão e banana), e em duplicata.

O cálculo do teor de ácido acético (CH_3COOH) no vinagre analisado foi feito de acordo com a Equação (2)

$$\%CH_3COOH = \frac{V_b N_b Mega100v}{M_{am}V}$$

(2)

Onde: V_b - o volume da base em mililitro; N_b - a normalidade da base; Mega - é meg do ácido acético; Mam - a massa da amostra em grama; V - o volume do balão volumétrico utilizado em mililitro e V - o volume da alíquota em mililitros.

Resultados e Discussão

O resultado das titulações das amostras de vinagre (maçã, alho, limão e banana), mostra a coloração rosa claro, indicando que esse ponto está mais próximo do ponto de equilíbrio. Figura 3.

Figura 1. Pesagem das Amostras para titulação

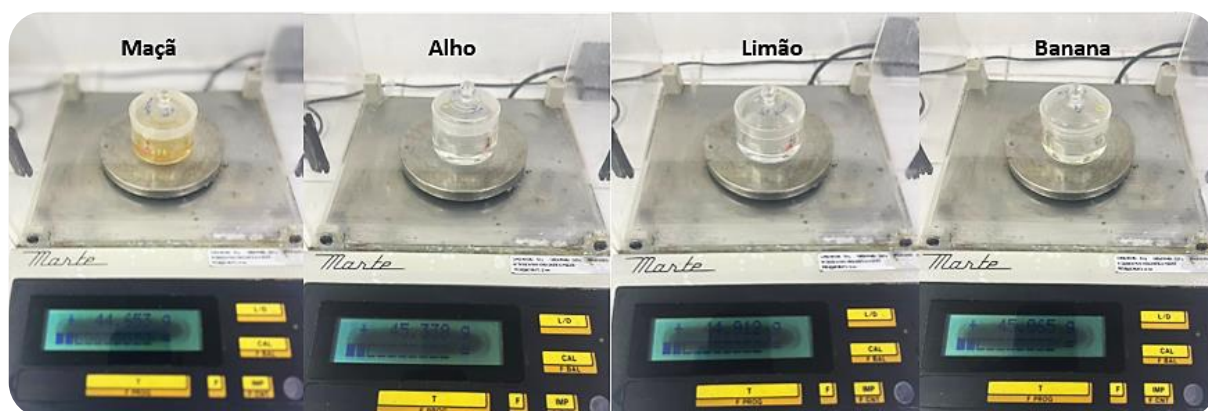
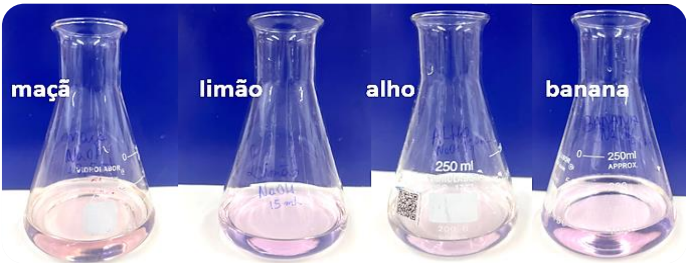


Figura 2. Preparo das Amostras para titulação



Figura 3. Amostras Tituladas



Abaixo segue, as massas e volume referente ao preparo das amostras de ácido acético resultando nas seguidas informações da Tabela 1.

O preparo da titulação das amostras de ácido acético resultou nas seguidas informações da Tabela 2. Os volumes obtidos é o resultado médio das titulações feitas em duplicada.

Resultado do teor de ácido acético (CH₃COOH) no vinagre de acordo com a Equação (2), visto na metodologia.

Limão

$$\%CH_3COOH = \frac{(15,9 \times 0,1 \times 60,055)100}{1000 \times 9,982 \frac{20}{100}} = 4,78\%$$

Banana

$$\%CH_3COOH = \frac{(19,1 \times 0,1 \times 60,055)100}{1000 \times 9,829 \frac{20}{100}} = 5,83\%$$

Alho

$$\%CH_3COOH = \frac{(15,0 \times 0,1 \times 60,055)100}{1000 \times 10,069 \frac{20}{100}} = 4,47\%$$

Maçã

$$\%CH_3COOH = \frac{(13,5 \times 0,1 \times 60,055)100}{1000 \times 9,931 \frac{20}{100}} = 4,08\%$$

O teor de ácido acético no vinagre (teor de acidez), é crucial para determinar suas características e usos. No Brasil, de acordo com a Instrução Normativa nº 16, de 19 de março de 2020 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e a Instrução Normativa SDA/MAPA nº 140/2024, estabelece diretrizes para a comercialização de vinagres.

Tabela 1 - Amostra de solução de ácido acético (vinagre)

Propriedade	Maçã	Alho	Limão	Banana
Pesa filtro vazio s/ tampa (g)	26,267	25,649	25,377	26,122
Pesa filtro vazio c/ tampa (g)	34,722	35,269	34,930	35,236
Pesa filtro vazio s/ tampa + vinagre (g)	36,198	35,718	35,359	35,951
Pesa filtro vazio c/ tampa + vinagre (g)	44,653	45,338	44,912	45,065
Peso do vinagre (g)	9,931	10,069	9,982	9,829
Volume de diluição da amostra (mL)	90	90	90	90

Fonte: Autores, (2024)

Tabela 2 - Volumes de titulado, Titulante gasto e Teor de acidez das Amostras de Vinagre

Propriedade	Maçã	Alho	Limão	Banana
Normalidade do sal. Padrão de NaOH (mol/mL)	0,01	0,01	0,01	0,01
Volume de solução titulado (mL)	60	60	60	60
Indicador fenolftaleína (gotas)	3	3	3	3
Volume de NaOH gasto (mL)	13,5	15,0	15,9	19,1
teor de CH ₃ COOH (%) da análise	4,08	4,47	4,78	5,83
teor de CH ₃ COOH (%) do rótulo	4	4	4	4

Fonte: Autores, (2024)

O preparo da titulação das amostras de ácido acético resultou nas seguidas informações da Tabela 2. Os volumes obtidos é o resultado médio das titulações feitas em duplicada.

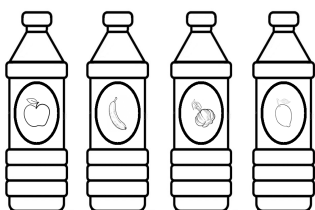
As amostras analisadas de Vinagre (maçã, alho e limão), apresentaram os seguintes teores de acidez 4,08% (maçã), 4,47% (alho) e 4,78% (limão). O vinagre de banana apresentou um teor de acidez mais elevado, com 5,83%, esses valores estão em conformidade segundo o MAPA, onde informa o parâmetro de acidez volátil mínimo 4 g/100 mL, o mesmo não estabelece valor máximo. O grau de acidez dessas amostras ficou da seguinte maneira (banana > limão > alho > maçã), sendo o de maçã, o de menor acidez, e o de maior, o de banana. Logo, a análise das amostras de vinagres comercializados na cidade de Manaus apresentaram resultados de acordo dos parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 16/2020.

Conclusões

Foi observado através de método titulométrico, para determinar o teor do ácido acético nas amostras de vinagres analisadas neste trabalho, que os valores encontrados estão conforme o parâmetro normativo. No entanto, esses valores de acidez volátil g/mL não são limitantes pela Instrução Normativa nº16/2020 conforme descrito.

Agradecimentos

À nossa orientadora, Prof.^a Dr.^a Liliam Gleicy pela solicitude em nos orientar, ao CEULM/ULBRA, pela cessão de livros, reagentes, vidrarias e o laboratório do Centro Universitário para que os experimentos fossem realizados com o mínimo de interferentes.



Referências

A. M. Lastra-Mejías, E. González-Flores, M. Izquierdo, J.C. Cancilla, J.S. Torrecilla Cognitive chaos on spectrofluorometric data to quantitatively unmask adulterations of a PDO vinegar. **Food Control**, 108 (2020).

Baccan, N.; Andrade, J. C. de; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S. Química analítica quantitativa elementar. São Paulo S. P.: 3 ed. **Edgard Blucher**, 2001.

Brasil. Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº16**. Brasília: 19 de março de 2020

Harris, D. C. Química Analítica Quantitativa. ISBN 978-85-216-2694-1 9. ed. – Rio de Janeiro: LTC: **Academic Press**, 2016.

Lima, T. S.; Paiva, L. C. C.; Muslera, V. S.; Coelho, T. B.; Viana, A. A. Dos S.; Souza, P. F.; Barros, F. S. P.; Oliveira, L. A.; Castro, A. E. A. De; Gusmão, R. da S. Análise comparativa do teor de diferentes marcas de vinagres comercializadas no Brasil frente ao especificado no rótulo. Química Nova, **Revista Brasileira de Ciências Biomédicas**, v. 1, n. 3, p. 134-141, 2020.

Mendham, J.; Denney, R. C.; Barnes, J. D.; Thomas, M. J. K. **Vogel análise química quantitativa**. São Paulo S. P.: LTC, 2002.

Mercê, A. L. R. Iniciação à química analítica quantitativa não instrumental. Ebook. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 11 mar. 2024: 1. ed. Curitiba: **Intersaberes**, 2012.

Q. Chen, J. Ding, J. Cai, J. Zhao Rapid measurement of total acid content (TAC) in vinegar using near infrared spectroscopy based on efficient variables selection algorithm and nonlinear regression tools **Food Chem.**, 135 (2012), pp. 590-595

Skoog, D. A.; West, D. M.; Holler, F. J.; Crouch, S. R. Fundamentos de Química Analítica. São Paulo. S.P.: ISBN 978-85-221-1805-4 9. ed. **Cengage Learning**, 2014.

Vogel, A. I. Química Analítica Qualitativa. São Paulo S.P.: **Mestre Jou**, 1981.

Ya-Nan Li, Ming-Ye Peng, Zhen-Ming Lu, Yan-Lin Dong, Li-Juan Chai, Jin-Song Shi, Xiao-Juan Zhang, Zheng-Hong Xu, Lactiplantibacillus plantarum and Komagataeibacter europaeus enhance energy metabolism, acetic acid and aromatic amino acids catabolism flux in cider vinegar fermentation, **LWT**, Volume 198, 2024no.



Descrição dos efeitos da variação de temperatura na descarga do B100, BS10, BS500, Gasolina C, em uma distribuidora, no ano de 2023 – Manaus-AM.

(ESTUDO DE CASO)



Description of the effects of temperature variation on the discharge of B100, BS10, BS500 and Gasoline C, at a distributor, in the year 2023 - Manaus-AM.

(CASE STUDY)



Liliam Gleicy de Souza Oliveira¹, Fátima Geísa Mendes Teixeira¹, Eliomar Passos de Oliveira².

¹ Química, Docente e Graduanda de Engenharia Química pelo Centro Universitário Luterano de Manaus.
E-mail: liliam_gso@yahoo.com.br

¹ Engenheira Química e Docente Orientadora de Engenharia Química pelo Centro Universitário Luterano de Manaus.
E-mail: fatima.teixeira@ulbra.br



² Engenheiro Químico e Coorientador pela Distribuidora Atem (Superintendente da Qualidade).
E-mail: eliomarquimico@yahoo.com.br

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo observar o efeito da temperatura, na qualidade dos produtos B100, BS10, BS500 e na Gasolina, e também sobre os outros parâmetros de análise, conforme às normas vigente, (ANP N° 920/2023 (B100); ANP N° 50/2013 (Diesel), ANP N° 807/2020 (Gasolina), no período de Julho a Novembro do ano de 2023, na qual foi registrado uma das piores secas de sua história, que a Região Amazônica havia experimentado. As amostras foram coletadas em garrafa de 1 Litro de polietileno de alta densidade (PEAD) com batoque e tampa. Foram analisados em laboratório terceirizado/credenciado, os parâmetros físico químicos: Aspecto visual; Cor; Temperatura; Densidade; Massa específica; Ponto de fulgor; Teor de água e Condutividade Elétrica. Os laudos analíticos apresentaram valores na sua maioria conforme os padrões solicitados. Contudo os dados em desacordo foram motivo de monitoramento e adoção de medidas para mitigar ou solucionar caso fosse recorrente.

Palavras-chave: Região Norte. Combustível . Parâmetros. Físico Químicos. Temperatura.

ABSTRACT

This study was developed with the aim of observing the effect of temperature on the quality of B100, BS10, BS500 and Gasoline products, and also on other analysis parameters, in accordance with current standards (ANP N° 920/2023 (B100); ANP N° 50/2013 (Diesel), ANP N° 807/2020 (Gasoline), in the period from July to November of the year 2023, in which one of the worst droughts in its history, which the Amazon Region had experienced, was recorded. were collected in a 1L high-density polyethylene bottle (HDPE) with a stopper and lid. The physical and chemical parameters were analyzed: Visual Aspect; Color; Temperature; Density; Specific Mass; Flash point; water content and Electrical Conductivity. The analytical reports mostly presented values in accordance with the requested standards. However, data in disagreement was a reason for monitoring and adopting measures to mitigate or resolve it if it occurred recurrently.

Keywords: North region. Fuel. Parameters. Physical Chemicals. Temperature

1 INTRODUÇÃO

A Agência Nacional de Petróleo (ANP), através da resolução N° 9, de 7 de março de 2007, estabeleceu um regulamento técnico para o controle da qualidade do combustível automotivo líquido adquirido pelo revendedor varejista para comercialização, chamado de Registro de Análise da Qualidade (RAQ).

Dentre os diversos parâmetros de controle da Qualidade do Biodiesel (B100), Diesel e da Gasolina, destacam-se alguns por apresentar uma resposta mais direta de observância dos mesmos pelas Distribuidoras de Petróleo como indicadores de conformidade. Contudo no ano de 2023, foi observado variações abruptas nesses indicadores.

Ao longo do ano de 2023, a temperatura foi aumentando gradativamente e a partir do segundo semestre, chegou a atingir a marcas elevadíssimas. Esse fenômeno influenciou direta ou indiretamente de forma positiva ou não, a vida das pessoas. Essa variação também afetou as características físico-químicas de determinados combustíveis, ao ponto de algumas vezes apresentarem-se não conforme com a legislação vigente.

A maioria do biodiesel utilizado no Estado do Amazonas é produzido em usinas no Mato Grosso e percorre um longo caminho até chegar na base de distribuição em Manaus-AM, onde é misturado ao diesel AS10 e AS500 para ser comercializado como diesel BS10 e BS500 (OLIVEIRA *et al.*, 2021). O diesel comercializado nos postos revendedores, diesel BS10 tem limite máximo de especificação de 200 mg/kg, enquanto para o diesel BS500 o limite máximo é de 500 mg/kg, que estão descritos na resolução ANP n° 50/2013, devendo sofrer mudanças a partir do ano de 2021, cuja proposta é baixar o limite do teor de água para o diesel BS500 e aumentar o limite do diesel BS10 para 250 mg/kg.

O objetivo deste trabalho é observar o efeito da temperatura na qualidade dos produtos B100, BS10, BS500 e na Gasolina, e para isso será necessário: a) Realizar as análises dos parâmetros dos físico-químicos: Aspecto visual e Cor; Densidade; Massa específica; Ponto de fulgor; Teor de água; Condutividade Elétrica e Temperatura. b) Analisar o efeito da variação da temperatura nas propriedades físico-químicas e c) Apresentar as ações mitigadoras para manter permanentemente os produtos em estudo como de uso viável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Petróleo e a Lei N° 9.478/1997

O petróleo é uma matéria-prima essencial à vida moderna, sendo o componente básico para a produção de milhares de produtos de forma indireta (GAUTO, 2016). E conforme Schiavi (2015), o petróleo é um dos combustíveis fósseis não-renováveis mais utilizados na produção de energia, funcionamento de máquinas industriais e de veículos de transportes.

Os princípios constitucionais da atividade econômica petrolífera estão cobertos pela Lei n° 9.478/1997, e a regulação estão descritos no art. 8° inciso I, que estabelece como uma das atribuições da ANP implementar a política nacional de petróleo e gás natural, com ênfase na proteção dos interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta de produtos. No inciso XVIII do mesmo artigo, consta como atribuição: especificar a qualidade dos derivados de petróleo, gás natural e seus derivados e dos biocombustíveis. A Lei n° 12.490, de 16 de setembro de 2011, acrescentou e deu nova redação aos dispositivos previstos na Lei n° 9.478, de 1997, além de ampliar a competência da ANP para toda a indústria de biocombustíveis, definida como o conjunto de atividades econômicas relacionadas à biocombustíveis.

Em decorrência, a ANP ficou responsável por especificar a qualidade dos biocombustíveis, incluindo o biodiesel comercializado em território nacional.

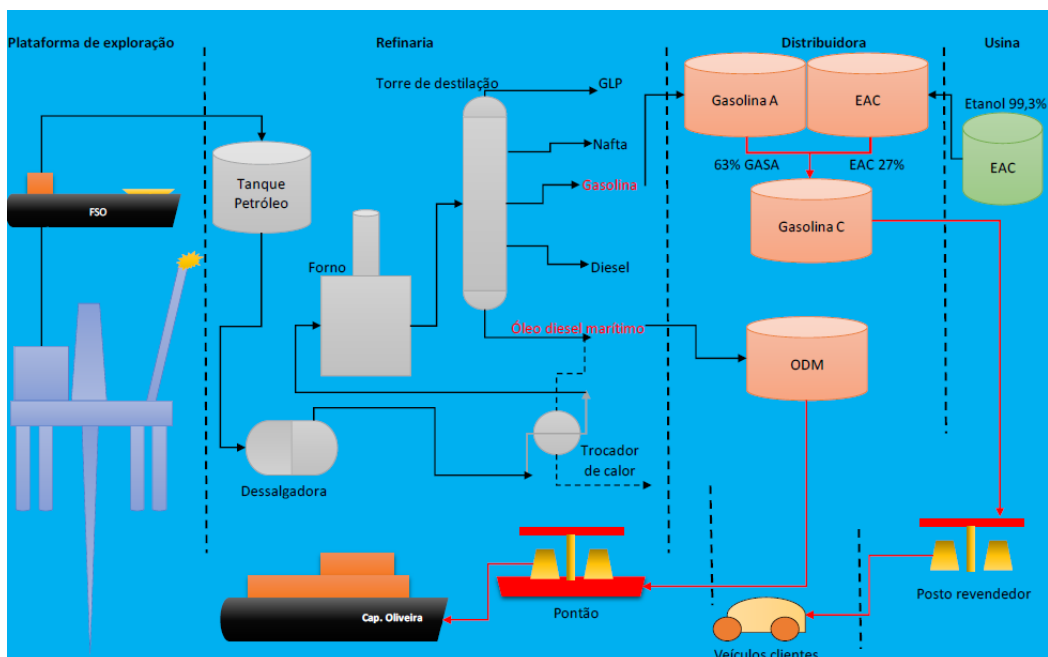
Conforme Oliveira, (2021), a contextualização da ideia principal da estrutura do processo, produção e logística dos combustíveis até chegar a um posto de gasolina, essas etapas envolvem em resumo a exploração, produção do petróleo nas plataformas de exploração e produção, depois o petróleo é refinado/processado realizando a separação dos produtos: gás, gasolina, diesel entre outros, a outra etapa segue na distribuidora de combustíveis onde são realizadas a adição do biodiesel ao diesel e do etanol na gasolina, para então ser transportado até os postos revendedores. Figura 1.

Alguns combustíveis tem peculiaridades, enquanto sua comercialização, é o caso do óleo diesel marítimo (ODM), utilizado no estado do Amazonas, que obrigatoriamente deverá ser vendido somente em postos

revendedores fluviais (pontões), descrito da (RANP N° 41/2013).

O diesel rodoviário BS500 não pode ser comercializado em pontões, podendo levar a multas se descumprido, conforme ANP(Agência Nacional do Petróleo). O principal fator está relacionado ao ponto de fulgor dos dois combustíveis principalmente que implica na segurança de sua utilização. Os postos de gasolina são classificados quanto a modalidade de compra dos seus combustíveis. Essa modalidade chama-se posto bandeira branca, onde o posto não tem vínculo contratual de fornecimento de combustíveis podendo o revendedor negociar entre qualquer marca e distribuidor autorizado pela ANP, a outra modalidade é do posto bandeirado, esse modelo reflete o contrato realizado entre distribuidor e o posto, onde o posto só comprará combustível do determinado distribuidor contratado tendo esse o direito e dever de usar a marca do distribuidor (Oliveira et al., 2022).

Figura1- Produção do Petróleo, refino de produtos, distribuição e revenda



Fonte: Oliveira, (2021)

Alguns combustíveis tem peculiaridades, enquanto sua comercialização, é o caso do óleo diesel marítimo (ODM), utilizado no estado do Amazonas, que obrigatoriamente deverá ser vendido somente em postos revendedores fluviais (pontões), descrito da (RANP N° 41/2013).

O diesel rodoviário BS500 não pode ser comercializado em pontões, podendo levar a multas se descumprido, conforme ANP (Agência Nacional do Petróleo). O principal fator está relacionado ao ponto de fulgor dos dois combustíveis principalmente que implica na segurança de sua utilização. Os postos de gasolina são classificados quanto a modalidade de compra dos seus combustíveis. Essa modalidade chama-se posto bandeira branca, onde o posto não tem vínculo contratual de fornecimento de combustíveis podendo o revendedor negociar entre qualquer marca e distribuidor autorizado pela ANP, a outra modalidade é do posto bandeirado, esse modelo reflete o contrato realizado entre distribuidor e o posto, onde o posto só comprará combustível do determinado distribuidor contratado tendo esse o direito e dever de usar a marca do distribuidor (Oliveira et al., 2022).

2.2 Perfil dos produtos distribuídos por uma distribuidora de combustível

2.2.1 Gasolina

A gasolina é uma mistura complexa obtida do refino do petróleo que é constituída basicamente por hidrocarbonetos contendo de quatro (4) a doze (12) átomos de carbono e que em sua composição contém, em baixas concentrações, os seguintes contaminantes naturais: enxofre, oxigênio, metais e nitrogênio (Takeshita et al., 2007).

Além desses contaminantes presentes nesse combustível Takeshita et al., (2007) citam como sendo seus componentes os líquidos voláteis e inflamáveis: os hidrocarbonetos parafínicos, naftênicos, olefínicos e aromáticos e, adição de 25% de etanol (quantidade de álcool encontrada somente nas gasolinas brasileiras). Sua utilização é dada em veículos movidos por motores à combustão interna.

Quanto ao seu consumo De França et al., (2012), afirmam que devido seu alto poder calorífico e ainda em razão de sua facilidade em se misturar com o ar no carburador, este combustível se tornou um dos mais consumidos em diversos países. Bastos (2007), diz que seu consumo mundial de 1,15 trilhão de litros, em 2004, e deverá alcançar 1,7 trilhão de litros, em 2025.

Esse elevado consumo faz com que haja uma grande demanda da sociedade para que esta também seja comercializada com elevada qualidade (TAKESHITA et al., 2007). Essa problemática levantada torna a determinação da composição desse produto algo importante, pois, conforme assegura Crubellati et al., (2011) a gasolina é o principal combustível foco de adulteração.

Dos problemas relativos de não conformidade desse combustível a ANP, (2012) cita o excesso de etanol anidro (acima da porcentagem determinada por lei, entre 18% e 25%) e a adição de solventes como as principais irregularidades encontradas. Dentre esses solventes usados como aditivos adulteráveis Takeshita et al., (2007) mencionam o querosene, o solvente de borracha, a nafta

petroquímica e o thinner e garantem que os maiores fatores que contribuem para o uso desses e outros solventes na adulteração da gasolina é o fato de sua composição química ser muito semelhante com os componentes da gasolina e ainda devido estes terem baixo custo e impostos mais baixos.

No que diz respeito aos tipos de gasolina, Marques et al., (2010) dizem estas são de acordo com as principais características de projeto dos motores dos veículos, como por exemplo: a função da taxa de compressão do motor, o do tipo de sistema de injeção de combustível e ainda variáveis que afetam a temperatura e a pressão dentro do motor. Dessa forma, a ANP classifica esse combustível em: Gasolina Automotiva, Gasolina A, Gasolina C, sendo que a gasolina pode ser tanto comum quanto aditivada.

Gasolina A: Combustível produzido por processo de refino de petróleo ou formulado por meio da mistura de correntes provenientes do refino de petróleo e processamento de gás natural sendo destinado aos veículos automotivos dotados de motores ciclo Otto (BRASIL, 2011). Ela é isenta de álcool etílico anidro combustível; isenta de componentes oxigenados; não é vendida nos postos de combustíveis e deve atender ao Regulamento Técnico da ANP (TAKESHITA, 2006; BRASIL, 2011).

Gasolina C Comum: Combustível obtido da mistura de gasolina A e etanol anidro combustível, nas proporções e especificações definidas pela legislação em vigor e que atenda ao Regulamento Técnico ANP. Sua coloração é amarelada e esta não possui nenhum tipo de aditivo ou corante (BRASIL, 2011; TAKESHITA, 2006).

Gasolina C Aditivada: É a gasolina comum especificada de acordo com a Resolução ANP nº 57, de 20 de outubro de 2011. Nela é acrescentada de produto denominado aditivo para combustível automotivo, que apresenta uma característica detergente dispersante, cuja função é manter limpo todo o sistema de alimentação do combustível do veículo (tanque, bomba de combustível,

do veículo (tanque, bomba de combustível, tubulações, bicos injetores e válvulas do motor). Essa gasolina difere da Gasolina C Comum pela presença desse aditivo, que reduz a possibilidade de entupimentos do sistema de alimentação causados pela formação de uma goma, fruto de um processo natural de oxidação da gasolina (ANP, 2013b). Outro fator que a diferencia da Gasolina C Comum é a adição de corante que esta gasolina recebe em algumas distribuidoras e que a deixa com uma coloração verde (ANP, 2013b; BRASIL, 2011; TAKESHITA, 2006).

2.2.2 Óleo Diesel

É um produto inflamável de aspecto oleoso que é obtido a partir do refino do petróleo bruto, por meio do processo de destilação fracionada, e que apresenta em sua composição, basicamente, hidrocarbonetos, enxofre, nitrogênio e oxigênio (DESPOLUIR, PROGRAMA AMBIENTAL DO TRANSPORTE, 2012).

Esse combustível é inflamável, com pouca volatilidade, não apresenta material em suspensão, é límpido, tem um nível médio de toxicidade e, possui cheiro forte e característico. Seu uso se dá em motores de combustão interna e ignição por compressão empregados nas mais diversas aplicações, tais como: automóveis; furgões; ônibus; caminhões; embarcações marítimas; máquinas de grande porte; locomotivas; navios e aplicações estacionárias, como por exemplo, os geradores elétricos (PEGADO, 2008; DESPOLUIR, PROGRAMA AMBIENTAL DO TRANSPORTE, 2012). Segue abaixo os vários tipos de Diesel disponível no mercado (ANP, 2013; (ANP, 2010); PEGADO, 2008):

Diesel AS500: Combustível produzido nas refinarias, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, destinado a veículos dotados de motores do ciclo Diesel, de uso rodoviário, **sem adição de biodiesel**, com teor de enxofre máximo de 500 mg/kg.

Diesel BS500: Combustível produzido nas refinarias, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, destinado a veículos dotados de motores do ciclo Diesel, de uso rodoviário, **com adição de biodiesel**, com teor de enxofre máximo de 500 mg/kg.

Diesel AS10: Combustível produzido nas refinarias, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, destinado a veículos dotados de motores do ciclo Diesel, de uso rodoviário, **sem adição de biodiesel**, com teor de enxofre máximo de 10 mg/kg.

Diesel BS10: Combustível produzido nas refinarias, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, destinado a veículos dotados de motores do ciclo Diesel, de uso rodoviário, **com adição de biodiesel**, com teor de enxofre máximo de 10 mg/kg.

Óleo Diesel Marítimo: Combustível destilado médio, este produto é destinado ao consumo em embarcações de pequeno, médio e grande porte e tem, entre suas características, um ponto de fulgor mais elevado, mínimo de 60°C e é destinado, exclusivamente, ao consumo para embarcações, sendo vedada a sua utilização em operações terrestres em qualquer que seja a região.

2.2.3 Etanol – Álcool Etílico

O álcool etílico (C_2H_5OH) é produzido desde os tempos antigos pela fermentação de açúcares encontrados em produtos vegetais tais (BASTOS, 2007). A síntese do Etanol pela fermentação dos açúcares foi provavelmente a primeira realização no campo da síntese orgânica (SOLOMONS & FRYHLE, 2006). Esses açúcares muitas vezes vêm de grãos (os cereais de, por exemplo) e é essa

o sinônimo de “álcool de grão” (BASTOS, 2007; SOLOMONS & FRYHLE, 2006).

rigem que explica por que o etanol é Além da via bioquímica Zarpelon (2013), lembra que esse álcool também pode ser adquirido pela via química, que é por onde se obtém combustível e outros produtos industriais não destinados ao consumo humano.

Como combustível esse álcool pode ser usado (diretamente ou mediante alterações) em motores a combustão interna com ignição por centelha; pode ser empregado como mistura à gasolina; como insumo na fabricação de aditivo à gasolina ou ainda em outras formas de geração de energia (BASTOS, 2007; BRASIL, 1997; BRASIL, 2011).

Dos tipos de álcool etílico, para combustível, a ANP (2012) cita o **Anidro** e o **Hidratado**:

Etanol anidro combustível (EAC): Álcool de coloração Laranja, cuja aplicação não tolera a presença significativa de água e que como combustível é aplicado na forma de aditivo (em proporção definida por legislação aplicável) a gasolina A para formular da gasolina C, melhorando assim a combustão pelo aumento da octanagem e pela presença de oxigênio na molécula do álcool reduzindo significativamente a liberação de monóxido de carbono (ZARPELON, 2013; BRASIL, 2011).

Etanol hidratado combustível (EHC): Álcool límpido com graduação alcoólica em torno de 93,2° INPM utilizado como combustível automotivo e destinado à venda no posto revendedor para o consumidor final, conforme especificação contida no Regulamento Técnico ANP nº 3/2011.

2.2.4 Biodiesel

Combustível composto de alquil ésteres de ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir da transesterificação e/ou esterificação de materiais graxos, de gorduras de origem vegetal ou animal, outra definição é biodiesel como um combustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão, que possa substituir parcial ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil (ANP, 2014).

2.3 Resoluções Empregadas em B100, BS10, BS500 e Gasolina e o seus respectivos Certificados de Qualidade

Certificado da Qualidade: documento da qualidade que contém todas as informações e os resultados das análises das características físico-químicas do produto requerido. Também conhecido como Relatório de Análises. Conforme Quadros 1, 2 e 3, a seguir.

2.3.1- **B100** - ANP N° 920 de 04 de novembro de 2023.

Art. 1° Esta Resolução estabelece a especificação do biodiesel (B100), bem como as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos agentes econômicos que comercializem esse combustível em território nacional. Parágrafo Único. Somente os distribuidores de combustíveis líquidos e as refinarias autorizados pela ANP poderão realizar a mistura óleo diesel A e biodiesel para efetivar sua comercialização.

Quadro 1
Relatório de Análise-Parâmetros Físico-Químicos do B100.

Relatório de Análises				
		Especificação		Unidade
Método	Análise	Mínima	Máxima	-
Visual	Aspecto	L.I.L.	L.I.L.	-
ASTM D1298	Temperatura	-	-	°C
ASTM D1298	Densidade da amostra	0,850	0,900	g/cm³
ASTM D1298	Massa Específica a 20 °C	850,0	900,0	Kg/m³
ASTM D93	Ponto de Fulgor	100,0	-	°C
ASTM D6304	Teor de água	-	200,0	mg/Kg

2.3.2- **BS10 e BS500** - ANP N° 50 de 23 de dezembro de 2013

Art. 1° Esta Resolução tem por objetivo regulamentar as especificações do óleo diesel de uso rodoviário, contidas no Regulamento Técnico ANP n° 4/2013, parte integrante desta Resolução, e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos diversos agentes econômicos que comercializam o produto em todo o território nacional.

Art. 2° Para efeitos desta Resolução os óleos diesel de uso rodoviário classificam-se em :
Óleo diesel A; Óleo diesel B (B S10 e B S500).

Quadro 2
Relatório de Análise-Parâmetros Físico-Químicos do BS10 e BS500.

Relatório de Análises				
		Especificação		Unidade
Método	Análise	Mínima	Máxima	-
ASTM D4176	Aspecto	L.I.L.	L.I.L.	-
Visual	Cor	Incolor/ Vermelho (¹)	Amarelad o/ Vermelho (¹)	-
ASTM D1298	Temperatura	-	-	°C
ASTM D1298	Densidade da amostra	0,800	0,850	g/ cm³
ASTM D1298	Massa Específica a 20 °C	815,0	850,0/ 865,0 (¹)	kg/ m³
ASTM D93	Ponto de Fulgor	38,0	-	°C
ASTM D6304	Teor de água	-	200,0/ 500,0(¹)	mg/Kg
ASTM D2624	Condutividade Elétrica	25	-	ps/m

(1) -Referentes aos parâmetros de BS500: Cor; Máx. -Massa Específica;
Máx. - Teor de água. Os outros parâmetros são os mesmos citados para BS10.

2.3.3- **Gasolina** - ANP N° 807 de 23 de janeiro de 2020

Art. 1° Esta Resolução estabelece as especificações das gasolinas de uso automotivo e as obrigações quanto ao controle da qualidade a serem atendidas pelos agentes econômicos que comercializarem o produto em todo o território nacional.

§ 1° A gasolina produzida por processos diversos dos utilizados nas refinarias, nas centrais de matérias-primas petroquímicas e nos formuladores, bem como a partir de matérias-primas distintas do petróleo e seus derivados, depende de autorização prévia.

Quadro 3
Relatório de Análise-Parâmetros Físico-Químicos da Gasolina.

Relatório de Análises				
		Especificação		Unidade
Método	Análise	Mínima	Máxima	-
ASTM D4176	Aspecto	L.I.I.	L.I.I.	-
Visual	Cor	Incolor	Amarelad o	
ASTM D1298	Temperatura	-	-	°C
ASTM D1298	Densidade da amostra	0,700	0,750	g/ cm³
ASTM D1298	Massa Específica a 20 °C	688,9	-	Kg/ m³

3. METODOLOGIA

3.1 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS

As Análises descritas foram realizadas em uma Base de Manaus (Distribuidora de Combustível) e em Laboratório terceirizado credenciado pela ANP (Agência Nacional do Petróleo).
Em cada ponto de coleta estabelecido, no caso um CT (caminhão tanque), na própria Base, coletou-se um litro das amostras dos respectivos Combustíveis - B100 (1); BS10 (2); BS500 (3); Gasolina (4), em garrafa de 1L de polietileno de alta densidade (PEAD) com batoque e tampa. Foi realizada a identificação das amostras e enviadas para a terceirizada para realizar todas as análises. Conforme Figura 2.

3.2 COR E ASPECTO VISUAL

O aspecto visual verificou-se se há concentração ou acúmulo de contaminantes particulados, sólidos em suspensão ou decantados e preferencialmente límpido conforme ABNT NBR 14954.
Para a Cor, verificou-se visualmente se correspondia ao máximo ou mínimo desejável de cada combustível. Conforme quadro 1 e 2.

3.3 TEMPERATURA

Foram verificadas as temperaturas das amostras até no máximo 3 minutos após sua retirada de um CT conforme recomendação da Norma ASTM 1298 (ANP, 2012).

3.4 MASSA ESPECÍFICA A 20 °C

Foi realizado as determinações de massa específica a 20 °C das amostras com densímetros de vidro para petróleo e seus derivados na faixa correspondente a cada combustível, marcas Flance e Rivaterm conforme ASTM D1298 (ANP, 2012).

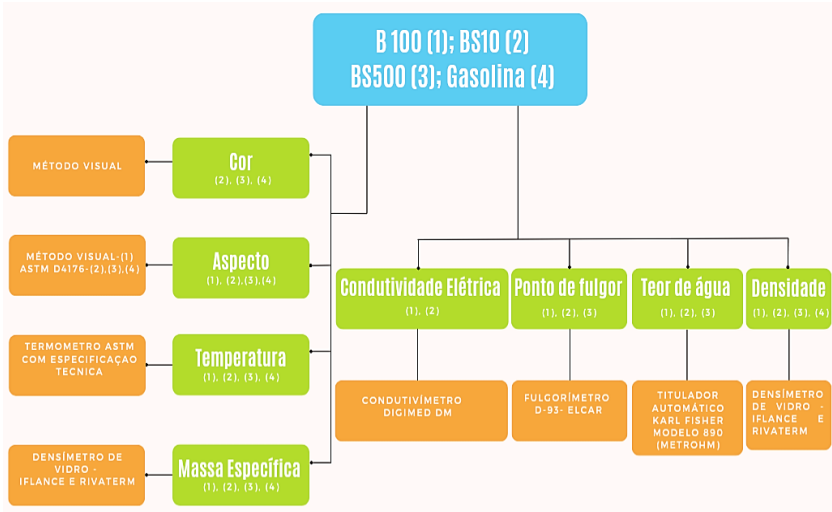
3.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

As amostras foram lidas através do eletrodo do Condutivímetro Digimed, deixado em repouso e registrou-se a leitura assim que estabilizou.

3.6 PONTO DE FULGOR

As amostras passaram pelo ensaio de Fulgor realizado com Fulgorímetro D-93 Marca Elcar, conforme métodos de ensaio normalizado para Ponto de Ignição por Pensky-Martens ,Teste de corpo fechado ASTM D93.

Figura 2-
Fluxograma dos
Parâmetros Físico-Químicos do B100; BS10; BS500 e da Gasolina.



3.7 TEOR DE ÁGUA

Para esta análise, utilizou-se 10 mL das amostras de B100 ou Diesel (BS10 ou BS500), em titulação automática Karl Fisher.

3.8 DENSIDADE

Transferiu-se 1 Litro do combustível desejável (B100; BS10; BS500 ou Gasolina) em uma proveta de Vidro de 1 Litro, em seguida mergulhou-se um Densímetro correspondente à leitura dos limites de aceitação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Discussões dos gráficos abaixo apresentam como base de associação os resultados das Temperaturas nos períodos de Julho a Novembro do ano 2023, retratando seu grau de influência em a cada combustível analisado:

B100; BS10; BS500 e Gasolina. Fig. 3,4,5,6,7,8 e 9. Aspecto e Cor estão conforme Quadro 1, 2 e 3.

4.1 BS100 - BIODIESEL

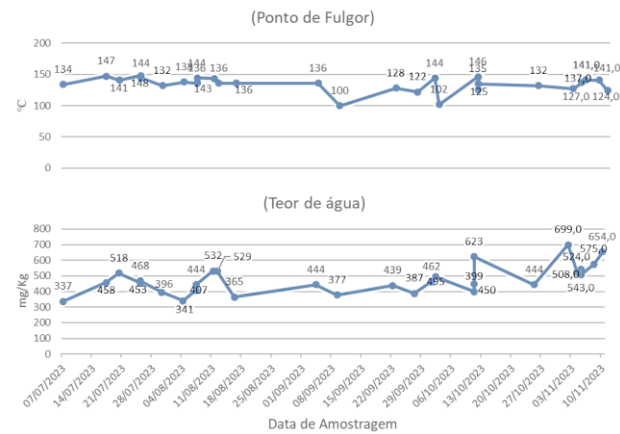
A Temperatura esteve mais elevada na segunda quinzena do mês de julho, se estendendo até a primeira quinzena de agosto, praticamente um mês inteiro de calor. Picos semelhantes houve entre setembro e já no finalzinho de novembro (22°C a 29°C). A Massa Específica apresentou valores dentro do tolerável da Norma ANP N° 920 (850 - 900 kg/m³), e houve uma variação diretamente proporcional em relação a temperatura também no período da segunda quinzena. Figura 3.

Figura 3
Gráfico da
Densidade,
Massa Específica
e de Temperatura
do B100



Já para a Densidade que não tem limites máximos e nem mínimos, este apresentou oscilação nos pontos, com os maiores valores em (0,800-0,820 g/cm³), com ponto mais relevante em torno de 27°C. O Ponto de Fulgor, valor aceitável mínimo é de 100°C, esteve com (144°C-147°C), no mesmo período de temperatura elevadas, sendo diretamente proporcional. Ao passo que o Teor de Água, registraram todos valores acima do máximo normativo de 200 mg/kg, especialmente neste período de elevação de temperatura, (337°C). Figura 4.

Figura 4
Gráfico do Ponto de Fulgor e do Teor de Água do B100



Os Teores de água para o BS10, ficaram abaixo de 200 mg/kg, valor aceitável normativo, com valores estáveis em torno de (178 mg/kg -190 mg/kg), no período mais quente, julho e agosto. Contudo, esses teores oscilaram bastante, chegando bem próximo, ao limite permitido, entre os meses de agosto e outubro. Com os menores valores, (133 mg/kg -154 mg/kg) e os maiores, (198 mg/kg -199 mg/kg), correspondentes a baixas temperaturas nestes meses. Figura 6.

4.2 B10 - DIESEL BS10

As temperaturas mais elevadas foram registradas a partir da segunda quinzena de julho, indo até início de agosto (28°C a 29°C), e os valores menores ou aproximados foi em torno de 25°C, entre agosto e outubro, e 27°C em novembro. A Massa Específica, mesmo atendendo a Norma ANP N° 50, os valores mais expressivos foram a partir de setembro, em torno de 835,0 kg/m³, diferente quando comparado ao B100. Os teores entre 832 kg/m³ e 833 kg/m³, foram os referentes às temperaturas mais elevadas neste período. O mesmo comportamento da massa específica, foi observado para a Densidade, destacando valores acima 835, g/cm³, e o menores entre (0,8220 -0,8282 g/cm³). Figura 5.

Figura 5
Gráfico da Densidade, Massa Específica e de Temperatura do BS10

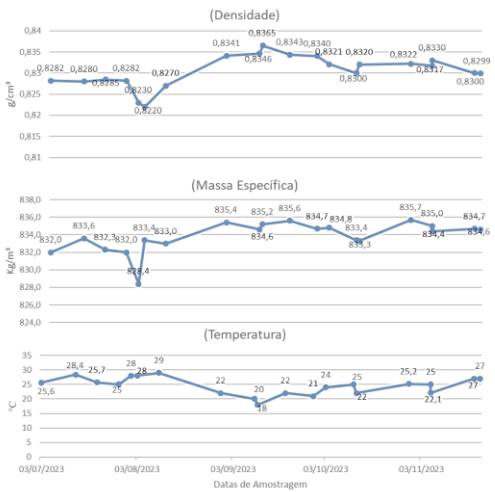
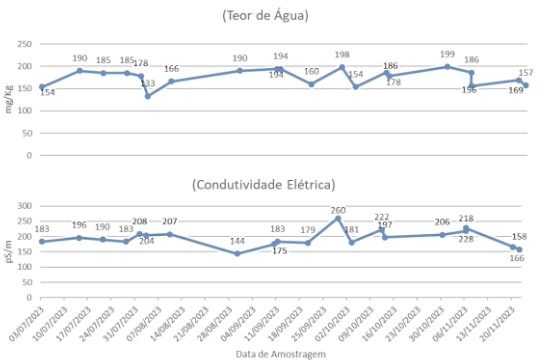


Figura 6
Gráfico do Ponto de Fulgor e do Teor de Água do BS10



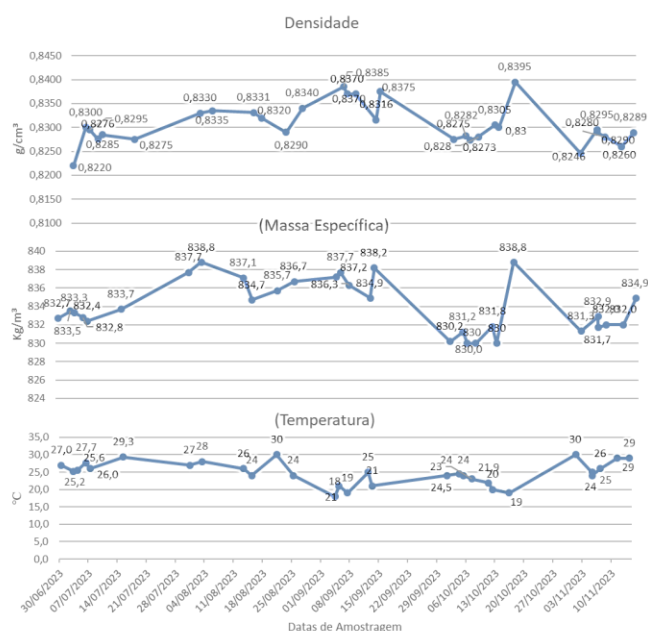
Todos os valores de Condutividade Elétrica atenderam a norma, sendo o mínimo de 25 pS/m. Mantiveram uma certa estabilidade, mesmo no período de temperaturas mais elevadas ou mais baixas. Se destacando no final de agosto e final de setembro, respectivamente os teores mínimo e máximo, em 144 pS/m a 20 °C e 260 pS/m a 21°C. É notório que a temperatura não teve efeito diretamente apreciável neste parâmetro.

4.3 - DIESEL BS500

Na primeira dezena de julho, as temperaturas estavam aproximadamente estáveis (25,2°C - 27,7 °C), e as temperaturas mais elevadas, se apresentaram no meses de agosto e de novembro. Na segunda quinzena de agosto até o mesmo período de outubro, houve temperaturas mais amenas (19°C - 25°C). No

início de novembro, as temperaturas começaram a se elevar (26°C - 29°C). A Massa Específica, até a primeira quinzena de julho, apresentaram os valores próximos e estáveis, acompanhando a mesma situação da temperatura nesta época. A partir de 20.07 à 18.08, a oscilação foi diretamente proporcional, assim como observado em meados do mês de setembro, quando a temperatura atingiu 24°C, os valores de massa específica, se mostraram próximas, assim como no início de novembro. Os dois dias que apresentaram as temperaturas mais elevadas 30°C em (18.08 e 20.11), divergiram de seus valores (835,7 Kg/m³ e 831,3 Kg/m³). Contudo, os valores registrados, na sua totalidade não apresentam uma relação direta, como no caso da registrada em (11.08-28 °C; 15.09-25°C; 20.10-19°C), com (838,8 Kg/m³; 832,2 Kg/m³ e 838,8 Kg/m³), que são os mais elevados do período. Figura 7.

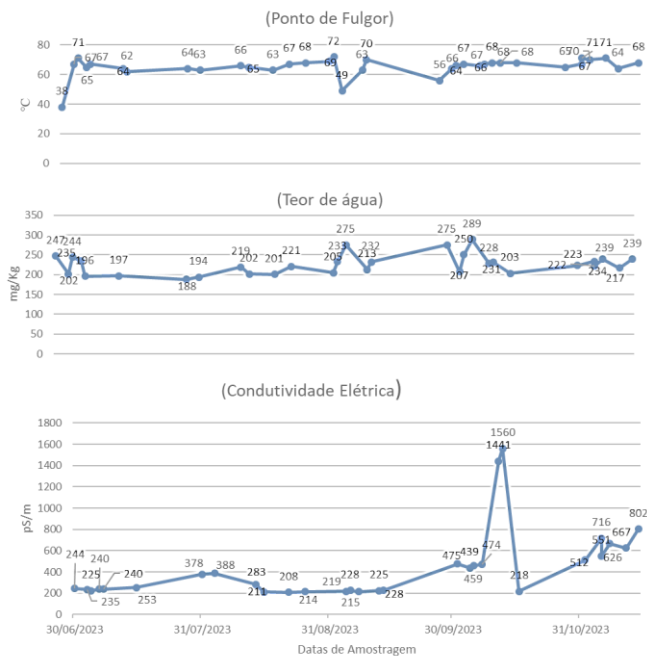
Figura 7
Gráfico da
Densidade,
Massa
Específica e de
Temperatura
do BS500



O comportamento dos valores da Densidade, foram similares ao observados para a massa Específica, principalmente, os da primeira quinzena de julho. Diferente dessa última observação, no período de julho a novembro, os valores oscilam entre 0,8220 g/cm³ e 0,8390 g/cm³ (julho e setembro, respectivamente). Os dois valores mais elevados, 0,8385 g/cm³ e 0,8390 g/cm³, correspondente a 22/09-20°C e 06/10-10°C. Sobre o Ponto de Fulgor, nos dois primeiros dias de julho, houve aumento de temperatura, segundo os valores aproximados (62°C - 68°C). De (04/07 a 01/09), os valores não oscilaram, correspondente (a variação de temperatura de 20°C a 30°C), a partir do valor de (63°C-71°C), houve um aumento gradativo, coerente com a elevação da temperatura nesse período.

O mais elevado, foi (72°C-25/08). A maioria dos Teores de Água, foram acima do determinado, 200 mg/Kg. Os mais baixo foram nos meses de julho a setembro, (197°C-207°C), e os mais elevados, nos meses seguintes, outubro e novembro (203°C-289°C). A partir de setembro, oscilaram com alto valores em torno de 19°C-30°C. Notou-se que a Densidade, nos primeiros dias de julho, os valores foram muito aproximados, conforme a temperatura desse período. De agosto a Outubro, os valores foram oscilando entre (208°C-459°C) e de outubro a novembro, de (512°C-802°C). Em setembro foi registrado, os valores mais elevados (1441 pS/m e 1560 ps/m). Figura 8.

Figura 8
Gráfico do
Ponto de
Fulgor, Teor
de Água e
Condutivdad
e Elétrica do
BS500

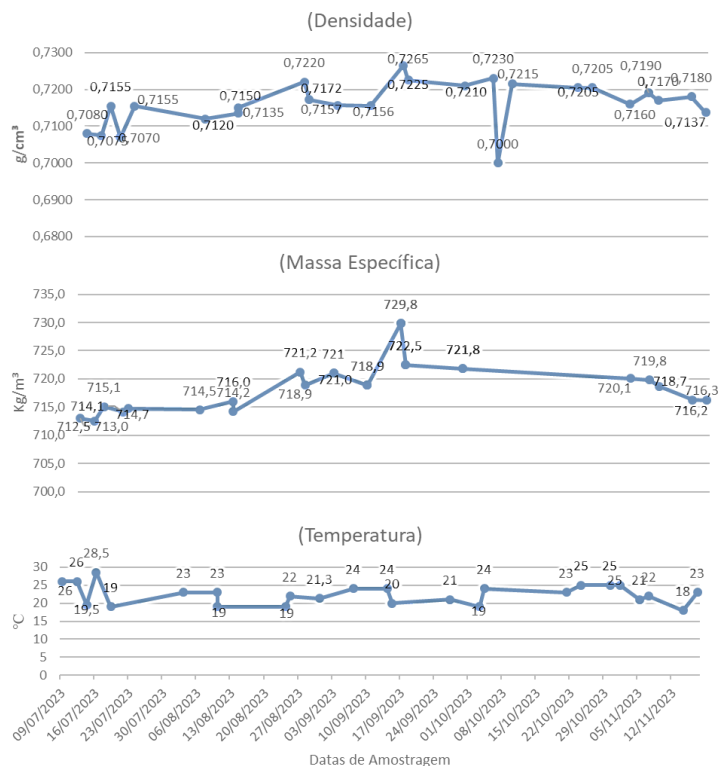


4.4 GASOLINA

As temperaturas mais elevadas ocorreram nos primeiros dias de julho (26°C e 28,5°C). Nos meses de agosto a outubro, nota-se

oscilação de temperatura, a partir de (19°C-24°C). A partir da segunda quinzena de outubro registrou-se um aumento gradativo de temperatura (18°C-25°C). Figura 9.

Figura 9
Gráfico da
Densidade,
Massa Específica
e de
Temperatura da
Gasolina



A Massa Específica, indicou um comportamento de valores crescente do mês de julho até setembro, e a partir deste mês, os valores voltaram a decrescer. Pontualmente, no mês de julho, houve um aumento gradativo da massa específica, conforme o aumento da temperatura neste período. Sendo o valor mais alto, 729,8 kg/m³ em 24°C, superior aos registrados nessa mesma temperatura. A Densidade apresenta um padrão semelhante ao da massa específica, com aumento gradativo até a segunda quinzena de setembro. A partir deste período, houve decaimento dos valores da densidade, com o menor registro no início do mês de outubro (0,7000 g/cm³ a 24°C), e o maior valor observado sendo, (7265 g/cm³ a 20°C).

No Brasil, o El Niño provoca um aumento das chuvas no Sul, e seca no Norte. Dessa forma, ao longo do ano de 2023, à medida que o El Niño se intensificou, a Amazônia central e norte ficou mais seca e quente do que o normal. “Com menos chuvas, os níveis dos rios tributários provenientes do sul da bacia, que já estavam abaixo da cota mínima histórica para aquela época do ano, tiveram mais dificuldade para se recuperar”. O aquecimento global também intensificou os efeitos da seca, aumentando o calor e diminuindo a quantidade de água disponível para a manutenção da floresta e seu ecossistema. Soma-se a isso o desmatamento e a degradação florestal, explica Espinoza (Climatologista peruano - do Instituto Francês de Pesquisa para o Desenvolvimento -IRD) (Jornal Unesp, 2024). Dentro deste cenário, dos muitos setores afetados, não foi diferente aos observados no transporte e distribuição dos derivados de combustíveis de petróleo, especialmente o B100; BS10; BS500 e a Gasolina, que são os mais comumente utilizados em sua predominância em veículos automotivos. Imprescindivelmente, todos devem atender a Regulamentação Normativa vigente, como observado ao longo desse estudo, de julho a novembro, período conhecido no Norte do Brasil, como estiagem, que foi

agravada por esta seca severa, causada pela elevação da temperatura, objeto de base desse estudo. A descrição de seu efeito, foi realizado mês a mês, sobre os parâmetros (Densidade, Massa Específica, Ponto de Fulgor, Teor de Água e Condutividade Elétrica), dependendo do combustível. Foi observado que houve influência da temperatura, de forma diretamente proporcional, em alguns parâmetros, assim como nem inversamente proporcional e ou nem efeito algum. Contudo, houve registros de temperatura mínimas ou máximas, com valores altos ou baixos, de um mesmo parâmetro, mas estando conforme os limites aceitos pela norma pertinente.

O atendimento às Normas Regulamentares, é a garantia de fornecimento de um produto de qualidade ao consumidor final, o que normalmente já é um desafio constante aqui para a Região Norte, dada às características peliculares que esta localização geográfica apresenta. Por esta razão, durante este estudo foram repetidas inúmeras vezes a coleta desses combustíveis, avaliada e reavaliada pelo laboratório terceirizado. Assim como operacionalmente empregado, o resfriamento dos tanques de armazenamento, de volumes entre 4000 a 10.000 Litros, via chuveiros próprios e jatos de água via mangueira, viabilizado pelos operadores, para minimizar os efeitos da elevação da temperatura em dias mais críticos e que pudesse viabilizar a chegada desse combustível com parâmetros aceitáveis nos postos credenciados. Concomitantemente, foi desenvolvido um estudo de diminuição do teor de água no B100, nesta Distribuidora, desde ano 2020, concluído em 2023, com proposta de viabilização de instalação de filtros especiais com dissecantes em determinados pontos de recarga. O teor de água elevado no B100, reflete negativamente no BS10 e no BS500, o que torna relevante esta medida.

5 CONCLUSÃO

Os parâmetros físico-químicos dos combustíveis “B100, BS10, BS500 e Gasolina”, (Cor, Aspecto, Temperatura, Densidade, Massa Específica, Ponto de Fulgor, Teor de Água e Condutividade Elétrica), diariamente e mensalmente, se apresentaram predominantemente conforme a ANP N° 920/2023 (B100); ANP N° 50/2013 (Diesel), ANP N° 807/2020 (Gasolina). Contudo, dados em desacordo com uma destas normas, já era motivo de alerta e atenção, assim o monitoramento era constante e ações operacionais eram adotadas.

Em se tratando da região Norte do Brasil, tudo é peculiar em relação às características climáticas e o que está relacionada a ela, então é salutar que embora às Normas vigentes sejam Nacionais, há parâmetros que são desafiadores, à sua manutenção devido a elevada umidade da região em relação ao restante do Brasil, como é o caso do teor de água do B100, o que seria interessante e menos custoso para as distribuidoras, os órgão fiscalizadores considerar a proposta de aumentar o range normativo desse parâmetro.

REFERÊNCIAS

ANP. RESOLUÇÃO N° 3/2011. AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS.

Disponível em: < <https://atosoficiais.com.br/anp/portaria-anp-n-3-2011>>. Acesso em: 13. 09.2023.

ANP. RESOLUÇÃO N° 09, de 7 de março de 2007 - DOU de 09-03-2007. Disponível em

<<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-9-2007?origin=instituicao&q=ANP%2009/2007>>. Acesso em 20 de agosto. 2023.

ANP. RESOLUÇÃO N° 14, de 11 de maio de 2012 - AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. RESOLUÇÃO ANP N° 14, DE 11.5.2012 - DOU 18.5.2012. Consulta Pública de Filiais de Distribuidores Autorizados ao Exercício de Atividade. Disponível em: < <http://app.anp.gov.br/anp-cpl-web/public/simp/consulta-filiais/consulta.xhtml>>. Acesso em: 07 de jan. 2024.

ANP, RESOLUÇÃO N° 807 de 23 de janeiro de 2020 (Gasolina) - DOU de 01-01-01. Disponível em <https://benzeno.ensp.fiocruz.br/sites/default/files/resolucao_anp_ndeg_807_de_23_de_janeiro_de_2020.pdf>. Acesso em: 20.04.2023.

ANP. RESOLUÇÃO N° 920, de 4 de abril de 2023 (Biodiesel) -DOU de 09-03-2007. Disponível em <<https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/producao-e-fornecimento-de-biocombustiveis/biodiesel/especificacao-do-biodiesel>>. Acesso em: 20.02.2024.

ANP.RESOLUÇÃO N° 50, de 23 de dezembro de 2023 - DOU de 01-01-01- Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=263587>>. Acesso em: 20.04.2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14954:2011. **Combustível destilado - Determinação da aparência.** Rio de Janeiro, Janeiro de 2011. <<https://atosoficiais.com.br/anp/resolucao-n-41-2013->>.

acesso em 23. 08.2023.

ASTM D 93. **Standard Test Methods for Flash Point by Pensky-Martens Closed Cup Tester.** Disponível em:< <https://www.astm.org/d0093-20.html> > Acesso em: 20.11.2023.

ASTM D 1298. **Standard Test Method for Density, Relative Density, or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method.** Disponível em:< <https://www.astm.org/standards/d1298>> Acesso em : 20.11.2023.

ASTM D 2624. **Standard Test Methods for Electrical Conductivity of Aviation and Distillate Fuels** Disponível em: <<https://www.astm.org/d2624-22.html>>. Acesso em: 20.11.2023.

ASTM D 4176. **Standard Test Method for Free Water and Particulate Contamination in Distillate Fuels (Visual Inspection Procedures.** Disponível em: <<https://www.astm.org/d4176-22.html>> Acesso em: 20.11.2023.

ASTM D 6304. **Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, and Additives by Coulometric Karl Fischer.** Disponível em:< <https://www.astm.org/d006304-20.html> > Acesso em: 20.11.2023.

BRASIL, LEI N° 9.847, DE 26 DE OUTUBRO DE 1999, Conversão da MPv n° 1.883-17, de 1999. Dispõe sobre a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis, de que trata a Lei no 9.478, de 6 de agosto de 1997.

BRASIL, LEI N° 12.490, DE 16 DE SETEMBRO DE 2011, Conversão da Medida Provisória n° 532, de 2011. Altera as Leis n°s 9.478, de 6 de agosto de 1997, e 9.847, de 26 de outubro de 1999, que dispõem sobre a política e a fiscalização das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/12490.htm. Acesso em 16 de setembro. 2023.

BRASIL. Lei N° 13.576, de 26 de Dezembro de 2017. Presidency of the Republic. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Distrito Federal: 2017.

DAZZANI, M., CORREIA, P.R.M., OLIVEIRA, P. V., MARCONDES, M. E. R. **Determinação do Teor de Álcool na Gasolina.** Química Nova na Escola, n. 17, 2003, p 42 - 45.

GAUTO, M. A. **Petróleo e Gás: Princípios de Exploração, Produção e Refino.** 2016.Disponível em: <<http://statics-submarino.b2w.io/sherlock/books/firstChapter/28522749>>. Acesso em 11.05.2023.

JORNAL UNESP. **Seca que afetou a Amazônia em 2023.** Disponível em: <<https://jornal.unesp.br/2024/04/24/seca-que-afetou-a-amazonia-em-2023-causou-a-maior-queda-nos-niveis-dos-rios-ja-registrada-e-esta-relacionada-a-mudancas-climaticas-mostra-estudo/#:~:text=A%20Amaz%C3%B4nia%20experimentou%20em%202023,alimento%20e%20outros%20suprimentos%20essenciais>>. Acesso em: 13.05.2024.

OLIVEIRA, E. P. et al. **Investigação do teor de água no Biodiesel utilizado na composição do Diesel B comercializado por uma distribuidora de combustíveis em Manaus/AM.** Brazilian Journal of Development, Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.9, p. 89663-89680 sep. 2021. Disponível em: *Brazilian Journal of Development* ISSN: 2525-8761 110152, Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.12, p. 110135-110152 dec. 2021.

OLIVEIRA, E. P.; LASMAR, D. J.; CHAAR, J. S.; SILVA, E. L.; LIMA, E. Q.; SOUZA, M. S.; MACEDO, F. P.; CARMO, G. B.; SANTOS, E. P. **Perfil da qualidade do Biodiesel, Diesel B S10 e B S500 em uma distribuidora na Região Norte do Brasil** Quality profile of Biodiesel, Diesel B S10 and B S500 in a distributor in Northern Brazil. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 12, p. 110135-110152, 2021a. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-008>.

De Oliveira, E. P., Lasmar, D. J., Chaar, J. da S., da Silva, E. L., Lima, E. de Q., de OLIVEIRA, R. P., DE OLIVEIRA, E. P., & POLARI, L. B. (2022). **IMPACTOS DA REGULAMENTAÇÃO da qualidade do Biodiesel para os agentes regulados na Região Norte** / Impacts of Biodiesel Quality Regulation for Regulated Agents in the North Region. *Brazilian Journal of Development*, 7(12), 121730-121743. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n12-777>.

SILVA, E. L. DA, OLIVEIRA, E. P. DE, LASMAR, D. J., GALL, J. P. DE M., UCHOA, A. W. G., MACEDO, F. P. DE, CARMO, G. B. DO, LIMA, E. DE Q., & GUERREIRO, H. DE M. (2022). **Investigação de contaminação de combustíveis em rede de postos e a relação com as resoluções descumpridas: Investigation of fuel contamination in a gas station network and the relationship with non-compliant resolutions.** *Brazilian Journal of Development*, 8(10), 70241-70261. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n10-349>.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**, 9. ed., vol. 1, Rio de Janeiro: LTC, 2006.

TAKESHITA, Elaine Vosniak. **Adulteração de Gasolina por Adição de Solventes: Análise dos Parâmetros Físico-Químicos**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Química Universidade Federal de Florianópolis, Santa Catarina. Florianópolis, 2006.



¹ Química, Docente e Graduada de Engenharia Química pelo Centro Universitário Luterano de Manaus.
E-mail: liliamgleicy@rede.ulbra.br

¹ Engenheira Química e Docente Orientadora de Engenharia Química pelo Centro Universitário Luterano de Manaus.
E-mail: fatima.teixeira@ulbra.br

² Engenheiro Químico e Coorientador pela Distribuidora Atem (Superintendente da Qualidade).
E-mail: eliomarquimico@yahoo.com.br

Fármacos

DOI: 10.5281/zenodo.14969249

ISSN:2965-8136



OBTENÇÃO DE EXTRATOS DE CANELA (*CINNAMOMUM VERUM*), ALFAZEMA (*LAVANDULA ANGUSTIFOLIA*) E CRAVINHO (*SYZYGIUM AROMATICUM*) VIA SEPARAÇÃO SÓLIDO-LÍQUIDO

Lilam Gleicy S. Oliveira ¹; Katiana C. Da Costa¹; Chaiely B Gomes¹; Fabio G. de Souza¹; Savio R. M. Sarkis ²

¹*Centro Universitário Luterano de Manaus (CEULM/ULBRA MANAUS) - Engenharia Química.*

²*Instituto Federal do Amazonas - IFAM, Campus Manaus-AM.*

Introdução

A obtenção de extratos de plantas aromáticas, como canela (*Cinnamomum verum*), alfavema (*Lavandula angustifolia*) e o cravinho (*Syzygium aromaticum*) podem ser obtidos via extração sólido-líquido. Uma das técnicas é por meio de extração utilizando o método Soxhlet, que é um processo amplamente utilizado para a extração de compostos bioativos de materiais vegetais. Esses extratos tem grandes importâncias na indústria farmacêutica, cosmética, alimentícia e de perfumaria (Azmir et al., 2013); (Weggler et al., 2020).

A canela, a alfavema e o cravinho são plantas originárias de outras regiões fora do Brasil. A canela é originária do Sri Lanka, Índia e ilhas de Madagascar (Schermer, 2022). O extrato de canela em pau, tem sido utilizado em pesquisa para produção de óxidos metálicos e nanopartículas metálicas, incluindo cobre (Cu), ouro (Au), prata (Ag) e selênio (Se). Embora a canela contenha ácido cinâmico, que atua como agente estabilizador, pesquisas demonstraram que compostos polióis, como terpenoides, flavonas e polissacarídeos, são os principais responsáveis pela bio-redução de íons Ag^+ e $AuCl_4^-$ (Saqib et al., 2022).

Já o óleo essencial de alfavema, apresenta atividade antibacteriana, antifúngica e antioxidante (Santos, 2011; Mysoon et al., 2021). Embora do mesmo gênero da Lavanda (*Lavandula angustifolia*) que são encontradas na região do Mediterrâneo, principalmente do sul da Europa, que também apresentam essas mesmas atividades (Biljana et al., 2018), são menos adaptáveis a climas tropicais.

No entanto a alfavema pode ser cultivadas em climas mais tropicais. O extrato de alfavema é uma substância que contém bioativos obtida a partir das flores da planta *Lavandula latifolia* e um solvente orgânico.

Esse extrato contém uma mistura de compostos bioativos, incluindo óleos essenciais, flavonoides, taninos e cumarinas,

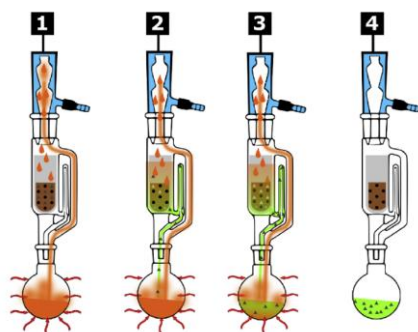
que são responsáveis pelas propriedades terapêuticas e aromáticas da alfavema.

O aparelho de Soxhlet (SOX), tem sido utilizado como uma prática analítica padrão, sendo o método mais amplamente utilizado e aceito para a extração de amostras sólidas (Weggler et al., 2020). Rajesh e colaboradores, (2024), utilizaram o método de extração sólido-líquido com SOX na investigação de um método adequado para obter maior rendimento com menor custo na extração de óleo de gerânio. Os autores obtiveram rendimento de 0,08-0,1% utilizando-se de n-Hexano, Metanol, Clorofórmio, Tolueno e Água como solventes de extração.

Já Norazlina et al., (2021), realizaram extrações do óleo essencial da semente de nim. Nesse estudo foram aplicados dois métodos de extração, Soxhlet e técnicas de imersão para estudar qual método renderia maior volume. Diferentes solventes foram utilizados como meio de extração, metanol, etanol, acetato de etila e hexano. A porcentagem máxima de rendimento, 22,0% obtida na extração com etanol pelo método de imersão e 21,5% pela extração com Soxhlet, sugeriu que o etanol melhorou a produção do extrato.

Para todos os tipos de solvente, o tamanho da partícula é de 355 μm , tempo de extração de 1 hora a 3 horas e aplicado temperaturas constantes e variáveis. Em menor tempo de extração, o hexano produziu rendimento de óleo maior do que o etanol e o metanol. Na extração soxhlet, o etanol não produziu óleo em uma hora tempo de extração. Assim, pela determinação eficaz de fatores como tamanhos de partículas, tipo de solvente, temperatura e tempo é possível investigar o resultado sobre a qualidade e quantidade do óleo. A figura 1 mostra o processo de extração via SOX.

Figura 1 – Processo de extração via SOXHLET (Weggler et al., 2020)



A extração de compostos bioativos de plantas como canela, alfavema e cravinho, é um campo de grande importância para diversas indústrias, incluindo a farmacêutica, cosmética, alimentícia e de perfumaria. Esses extratos são ricos em compostos que apresentam propriedades terapêuticas, antioxidantes, antimicrobianas, e aromáticas, o que torna a sua obtenção uma área de crescente interesse científico e econômico. O método de extração por Soxhlet é uma técnica consagrada, reconhecida por sua eficiência em isolar e concentrar os compostos desejados, garantindo a qualidade e a pureza dos extratos (Azmir et al., 2013; Mutiu et al., 2024).

O objetivo deste trabalho foi obter os extratos de canela, alfavema e cravinho utilizando o método de extração sólido-líquido por meio da aparelhagem Soxhlet. Foram especificadas as condições de extração, incluindo o solvente, o tempo e a temperatura. Além disso, avaliou-se a evolução do número de sifonagens e a eficiência do método Soxhlet na produção dos extratos.

Material e Métodos

No procedimento experimental, foi empregado o método de extração contínua sólido-líquido utilizando um extrator Soxhlet. Para a extração, utilizou-se álcool etílico (EtOH), grau analítico, fornecido pela Neon Comercial de São Paulo, Brasil, como solvente. O equipamento consistiu em um condensador de refluxo com bolas, um

balão de fundo redondo de 100 mL, um béquer, uma espátula, um gral e pistilo de porcelana. Além disso, foram utilizados uma manta aquecedora da Químis, uma mangueira de silicone, perolas de vidro de 3 mm e papel filtro.

Preparação das amostras e montagem do processo

As amostras sólidas (pau-de-canela, cravo-da-índia e alfavema) foram preparadas cortando em pequenos pedaços, variando de 5 a 10 mm, e macerando-os com o auxílio de um gral e pistilo. Em seguida, os fragmentos foram transferidos para um béquer de 100 mL e pesados em uma balança analítica, totalizando 5 g da amostra.

Um cartucho foi confeccionado a partir de papel filtro quantitativo de faixa branca, com diâmetro de 150 mm, que foi cortado e ajustado com uma tesoura. O cartucho foi então colocado na base do extrator Soxhlet com o auxílio de uma espátula. A amostra sólida foi cuidadosamente posicionada no fundo do cartucho, utilizando uma espátula de aço inox para evitar que se misturasse diretamente com o solvente.

Adicionou-se 70 mL de etanol (EtOH) no balão de fundo redondo, preenchendo-o até pouco mais da metade. Para facilitar a operação, foram incluídas algumas pérolas de vidro de 3 mm, formando uma camada na base do balão. As conexões entre o balão, o soxhlet e o condensador foram montadas adequadamente.

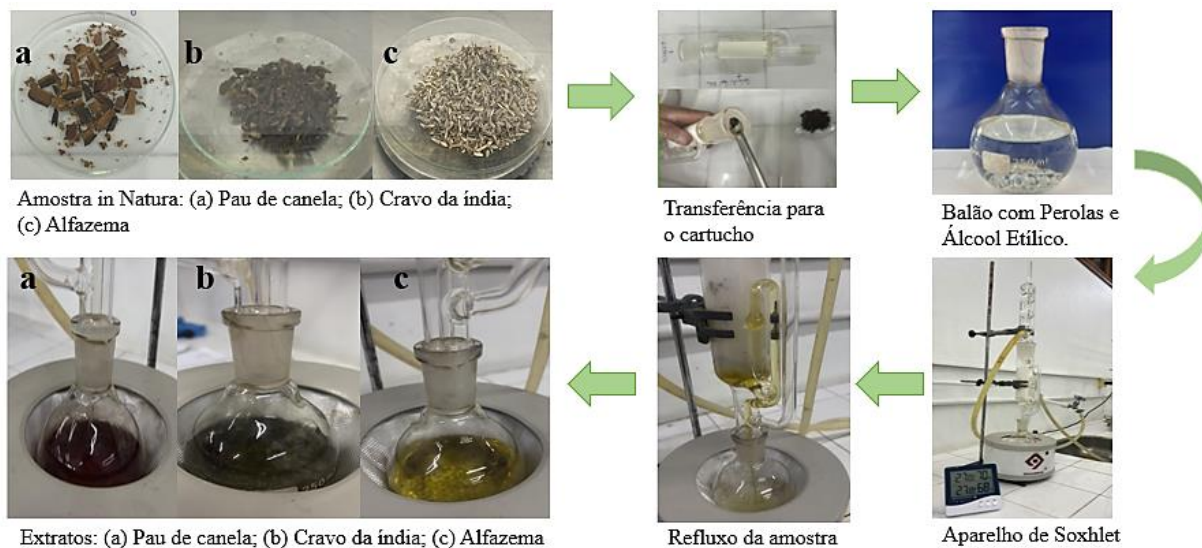
O balão, o aparelho Soxhlet e o condensador foram dispostos sobre uma manta aquecedora. As conexões para a circulação de água em contracorrente foram realizadas utilizando mangueiras de silicone. A manta aquecedora foi ligada, e o sistema permaneceu em operação por 2 horas. Os rendimentos foram calculados com base no volume do solvente (V_s) (etanol) e no volume dos extratos (V_e), obtidos pela equação (1):

$$\eta = \frac{V_e}{V_s} \times 100 \quad (1)$$

Os fluxogramas dos processos podem ser visualizados na sequência das Figuras 2, referentes

ao procedimento de extração via Soxhlet.

Figura 2
Fluxograma do processo de extração sólido-líquido das amostras de Pau-de-canela, Cravo-da-índia e Alfazema.



Fonte: Os autores

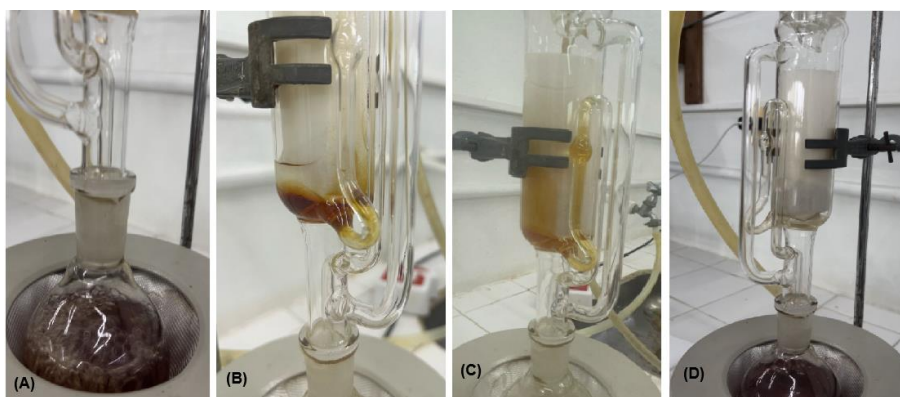
Resultados e Discussão

O sistema de extração foi aquecido, provocando a ebulição do álcool etílico. O vapor gerado subiu pelo Soxhlet e, ao entrar em contato com a amostra sólida no cartucho, extraiu os compostos voláteis desejados. O vapor enriquecido continuou sua trajetória até o sifão, onde se resfriou e retornou ao estado líquido. O solvente condensado então gotejou de volta para o balão de fundo redondo, permitindo que o ciclo de extração continuasse automaticamente enquanto o sistema permanecesse aquecido.

O solvente refluxou continuamente solubilizando os compostos da amostra, até que a extração fosse considerada completa, momento em que os compostos desejados foram efetivamente transferidos da amostra sólida para o solvente, conforme a natureza de polaridade do mesmo, conforme mostra o processo de evolução na Figura 3. Esta etapa foi realizada da mesma forma para a Alfazema e para o Cravo-da-índia.

Figura 3
Evolução da extração: (A) Início do aquecimento (B) Enchimento do cartucho (C) Primeira Sifonagem (D) Término do Processo.

Fonte: Os autores



As evoluções das extrações para o Cravo-da-índia, Pau-de-canela e da Alfazemas estão nas Figuras de 4 a 6.

Figura 4

Evolução do número de refluxo para amostra (a)
Pau de Canela.

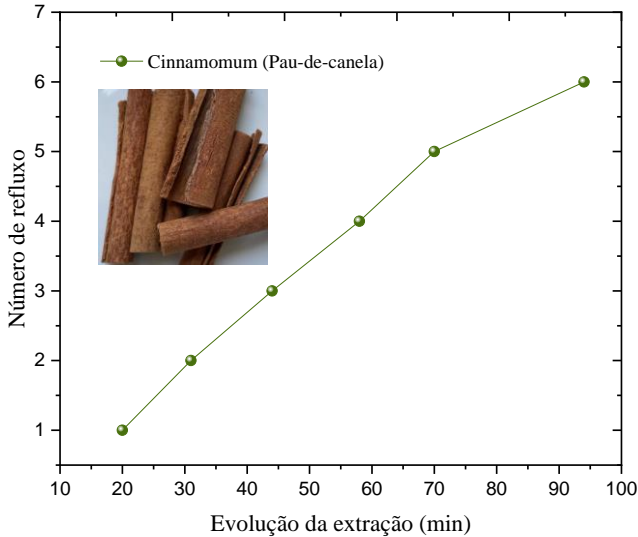


Figura 5

Evolução do número de refluxo para amostra (b)
Cravo da Índia.

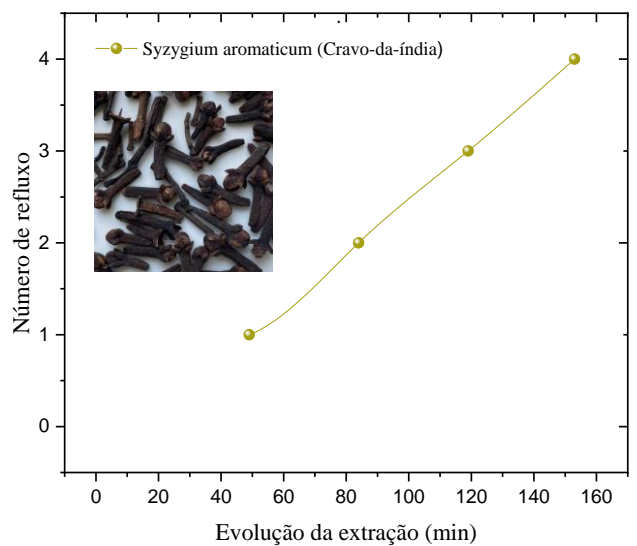
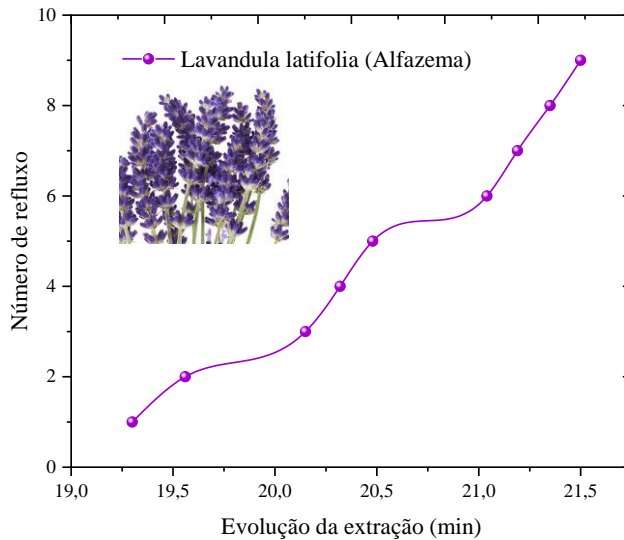


Figura 6

Evolução do número de refluxo para amostra (c)
Alfazema.



Para o pau-de-canela, observou-se seis refluxos com intervalos de tempo entre 11 a 14 minutos. A cada refluxo a coloração intensificou-se até atingir um tom marrom-escuro avermelhado, característico da canela. Enquanto para o cravo-da-índia apresentou um período de tempo de 150 minutos para apenas 4 refluxos, na qual a coloração final

obtida do extrato foi a cor amarelo ouro. Já para alfazema, obteve-se o extrato em um intervalo de tempo menor em comparação aos outros dois extratos, de canela e cravo da Índia. A coloração obtida no final do processo de extração sólido-líquido foi um amarelo esverdeado. A Figura 7, mostra a coloração das amostras.

Figura 7

Amostras (a) Extrato Pau de canela, (b) Extrato Cravo da Índia (c) Extrato Alfazema.



(a) (b) (c) Fonte: Os autores

Os rendimentos obtidos pela extração foram 75% para o pau-de-canela, 36% para cravo-da-índia e 34% para a alfazema, conforme a equação (1).

Conclusões

A obtenção dos extratos de canela, alfazema e cravo-da-índia por meio da aparelhagem com Soxhlet se mostrou uma técnica alternativa eficaz para a extração de compostos bioativos, além de proporcionar um aroma agradável com o uso do solvente de alta polaridade, como o álcool etílico. A aplicação desses extratos pode ser amplamente explorada nas indústrias, desde que sejam identificados seus princípios ativos. Durante o processo de refluxo do material de interesse, foi possível observar, por meio da cor e do aroma, que as matérias-primas utilizadas possuem afinidades significativas com o solvente escolhido.

Agradecimentos

À nossa orientadora, Prof.^a Dr.^a Liliam Gleicy, pela orientação e supervisão dedicadas, mesmo fora do horário de aula. Ao CEULM/ULBRA, pelos experimentos realizados sem interferentes.

Referências

Azmir, J.; I.S.M. Zaidul, M.M. Rahman, K.M. Sharif, A. Mohamed, F. Sahena, M.H.A. Jahurul, K. Ghafoor, N.A.N. Norulaini, A.K.M. Omar. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review, *Journal of Food Engineering*, Volume 117, Issue 4, 2013, p. 426-436, ISSN 0260-8774, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>.

Biljana Blažeković, Weifeng Yang, Yi Wang, Chun Li, Marija Kindl, Stjepan Pepelnjak, Sanda Vladimir-Knežević. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of essential oils of *Lavandula x intermedia* 'Budrovka' and *L. angustifolia* cultivated in Croatia, **Industrial Crops and Products**, Volume 123, 2018 22-28, 2013. < Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092666901830551X> > Acesso em: 23 jul. 2024.

Mutiu A. Alabi, Temidayo O. Adigun, Ebele J. Ajagun, Janet F. Adeegbe, Taiwo H. Ibrahim, Asiat Na'Allah, Femi J. Afolabi, Raliat A. Aladodo, Taoheed A. Abdulsalam, Fatai A. Kareem, Sesan Abiodun Aransiola, Naga Raju Maddela, Ram Prasad, *Syzygium aromaticum* ethanol extract mitigates formalin-induced inflammatory oedema: In vivo evaluation and molecular mechanism exploration, *South African Journal of Botany*, Volume 172, 2024, Pages 598-608, ISSN 0254-6299, <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.07.040>.

Mysoon M. Al-Ansari, Ahmed M.I. Andeejani, Eman Alnahmi, Reem H. AlMalki, Afshan Masood, Ponnuswamy Vijayaraghavan, Anas Abdel Rahman, Ki Choon Choi, Insecticidal, antimicrobial and antioxidant activities of essential oil from *Lavandula latifolia* L. and its deterrent effects on *Euphoria leucographa*, **Industrial Crops and Products**, Volume 170, 2021, 113740. < Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669021005045> > Acesso em: 24 jul. 2024.

Norazlina Hashim, Suhaila Abdullah, Lili Shakirah Hassan, Saidatul Radhiah Ghazali, Rafidah Jalil, A study of neem leaves: Identification of method and solvent in extraction, **Materials Today: Proceedings**, Volume 42, Part 1, 2021, Pages 217-221, ISSN 2214-7853, < Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348366901_A_study_of_neem_leaves_Identification_of_method_and_solvent_in_extraction > Acesso em: 24 jul. 2024.

Rajesh, Yennam; Nabeel M. Khan; Abdul Raziq Shaikh; Venkat S. Mane; Gaurav Daware; Ganesh Dabhade, Investigation of geranium oil extraction performance by using soxhlet extraction, **Materials Today: Proceedings**, Volume 72, Part 5, 2023. < Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785322049070> > Acesso em: 24 jul. 2024.

Santos, Adailson da Silva. **Óleos essenciais: uma abordagem econômica e industrial**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011. E-book. < Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br> > Acesso em: 29 maio 2024.

Saqib Farooq, Shabir Ahmad Mir, Manzoor Ahmad Shah, Annamalai Manickavasagan, **Plant Extracts: Applications in the Food Industry**, Academic Press, 2022.

Schnerer, Marcia. Cinnamomum verum e Cinnamomum cassia: a diferenças no teor de curamina das canelas e sua influência. **Revista agronomia brasileira**. <http://www.fcav.unesp.br/rab> e-ISSN 2594-6781 Volume 6 (2022).

Weggler, Benedikt A. Beate Gruber, Paige Teehan, Roman Jaramillo, Frank L. Dorman, Chapter 5 - Inlets and sampling, Editor(s): Nicholas H. Snow, **Separation Science and Technology**, Academic Press, Volume 12, 2020.

INTERNATIONAL ZEUGMA CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCHES Gaziantep, Turkey

Cidade Antiga de Zeugma - Gaziantep

Belkis/Zeugma é uma cidade construída sobre colinas, 10 km a leste do distrito de Nizip, em Gaziantep. Seleuco I Nicator, um dos generais de Alexandre, o Grande, fundou uma cidade chamada Selevkeia Eufartes em 300 aC, onde Alexandre, o Grande, cruzou o rio Eufartes. Ele fundou uma segunda cidade em frente a esta cidade, em homenagem a sua esposa Apama, e conectou essas duas cidades com uma ponte. A cidade foi ligada a Roma a partir de 31 a.C. e seu nome foi alterado para "Zeugma", que significa ponte de passagem. A cidade viveu a sua época dourada durante o período romano. Em 256 DC, o rei sassânida Shapur I capturou Zeugma e a destruiu. Após esta data, Zeugma nunca mais poderia alcançar a sua antiga glória. Zeugma, especialmente durante o período romano, avançou muito no campo da arte, e os pisos de mosaico que adornavam as ricas vilas competiam com exemplos mundiais. Os mosaicos descobertos durante escavações realizadas apenas numa parte da região revelam que Zeugma é verdadeiramente uma cidade mosaico. As bolhas (impressões de selo) encontradas durante as escavações de Zeugma, que estabeleceram um "recorde mundial" neste campo para Gaziantep e Turquia, estão entre as características que tornam Belkis/Zeugma único.

(Fonte: <https://www.zeugmakongresi.org/>)



Zeugma Mosaic Museum - Gaziantep

CHATBOT LIZ - A TOOL TO HELP ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE STUDENTS IN TELEGRAM PROGRAMMING LANGUAGE

Dr. Aldemir Malveira de Oliveira
Dr. Newton Silva de Lima
Esp. Sheyla Regina Jafra
Cordeiro



www.zeugmakongresi.org



**INTERNATIONAL ZEUGMA
CONFERENCE ON SCIENTIFIC
RESEARCHES
Gaziantep, Turkey**



Dr. Aldemir Malveira de Oliveira

CHATBOT LIZ - A TOOL TO HELP ENGINEERING AND COMPUTER SCIENCE STUDENTS IN TELEGRAM PROGRAMMING LANGUAGE

Dr. Aldemir Malveira de Oliveira 1
Dr. Newton Silva de Lima 2
Esp. Sheyla Regina Jafra Cordeiro 3

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) may seem like a very new and high tech term. However, it is a broad concept because it deals with the abilities of the computational system to structure and simulate the thinking of human beings through a software called Chatbot. Said software is able to maintain a conversation with a human user in natural language, through messaging applications. Aiming to help students of Computer Science and Engineering at the University Center for Higher Education of Amazonas (CIESA) in relation to programming language, a chatbot was developed using the telegram. This need was evident in the course of my professional life as a professor at CIESA for 10 years and the difficulties presented by students in these courses. The chatbot was developed by CIESA students under my guidance and professors Newton Lima and Sheyla Regina, both partners in this endeavor. This tool is based on a question and answer protocol where the user asks and the computer answers. The main objective is for the robot to answer questions in the area of programming because, according to research carried out among students, it is the most difficult subject. To facilitate access to the tool, a simple user interface was designed, such as Telegram, which can be used in the web, Android and IOS versions. The Liz chatbot developed is a system capable of answering, asking and redirecting links to study and video recommendations in programming language. The chatbot Liz project seeks to establish an interaction between the user and the programmed robot to help them with their studies and difficulties, especially in remote learning and in pandemic times. For the methodology of this project, the exploratory method was applied. For Aaker, Kumar & Day (2004), exploratory research usually involves a qualitative approach, such as the use of discussion groups, usually characterized by the absence of hypotheses, or poorly defined hypotheses. According to feedback from CIESA's Computer Science and Engineering students, chatbot Liz has shown itself as promising for guiding and helping them in their difficulties in programming language in their remote classes in pandemic times. Such feedback from the students presented themselves as promising and it is understood that the chatbot Liz with the help of the telegram fulfilled its objectives.

Keywords: Programming Language, chatbot, artificial intelligence, Telegram, Computer Science, Computer Engineering.



63º Congresso Brasileiro de Química

Vol. 4 sep 2025

Expedition MAGAZINE

05 a 08 de novembro de 2024
Fiesta Convention Center
Hotel Fiesta Bahia
Salvador - BA

O farol
na descoberta
de novos
horizontes

**Dra. Liliam Gleicy de
Souza Oliveira**



GOVERNO DO ESTADO
BAHIA
SECRETARIA DE CIÊNCIA,
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO



Instituto de
Química da UFBA



PROGRAMA NACIONAL
OLIMPIADAS DE



Instituto de Desenvolvimento
Sustentável Mamirauá



ORGANIZAÇÃO SOCIAL DO MCTI

**EXPERIMENTO
FRACTUS:**

Segredo das chuvas na
Amazônia

Dr. Newton Silva de Lima

INOVATefé

11 de NOV

INSTITUTO MAMIRAUÁ
Estrada do Bexiga, 2.584

(disponível em: <https://zenodo.org/records/11622049>)



Experimento **FRACTUS**: Análise FRX (Fluorescência de Raios-X) de amostras de solo e vegetação da Bacia da Amazônia Central

Newton LIMA¹
Carolina REIS²
Alan FERREIRA³
Liliam OLIVEIRA⁴

RESUMO: O Experimento FRACTUS (FRaction-Aerosol-Climate-Temperature- Usable), investigou a poeira do deserto do Saara que chega na Amazônia sendo fato científico comprovado. A poeira do Saara faz mal à saúde, mas é crucial para a vida e o Clima da Terra. Ela carrega até 60 milhões de toneladas de poeira com um diâmetro em média menor que 2,5 micrômetros, entre a África e a América em uma altitude de 1,5 a 4,5 km acima do nível do mar. Esta poeira de aerossóis africanos é que fertiliza as árvores do Parque das Tribos (Manaus), também das árvores das cidades de Tefé, Coari, Fonte Boa, Parintins, Alvarães na Bacia Amazônica Central (BAC). O Experimento FRACTUS, utilizou a espectrometria de fluorescência de raios-X (FRX) em um espectrômetro analisador multifuncional, com técnica não destrutiva que permitiu identificar quais os elementos presentes, assim como, estabelecer a proporção em cada elemento da amostra. Neste trabalho de campo as amostras foram coletadas entre novembro e julho o que configura o final da estação seca, toda a estação úmida entre os anos de 2022 e 2023 respectivamente. Os elementos químicos contidos nas amostras dos ecossistemas amazônicos dos sites visitados indicaram a presença dos elementos químicos da poeira do deserto de Saara (África) e concluímos que existe forte indício para inovação na Região do Médio Solimões a partir do transporte de material particulado para BAC.

Palavras-chave: FRX, clima, poeira, Bacia Amazônica Central.

¹Doutorado, SEDUC-AM | ULBRA Manaus, newton.lima@educacao.am.gov.br

²Eng. Química, ULBRA Manaus, carolinarneves@rede.ulbra.br

³Mestrado, ULBRA Manaus, alan.ferreira@ulbra.br

⁴Doutorado, ULBRA Manaus, liliam.oliveira@ulbra.br

**COP 30**

Belém-Brazil



MANAUS

Beiju baniwa (diâmetro de mais 80cm)

**Dieta alimentícia dos povos
do alto Rio Negro, no café da
manhã com caldo de peixe
com toda a família.**

**Vendido normalmente nas
ruas de São Gabriel do
Cachoeira - AM**

COP 30 (Belém-Brazil):

DOI: 10.5281/zenodo.14969064

ISSN:2965-8136

Uma breve observação da
cidade de Manaus

Josildo Severino

Os olhares sobre o
**Centro Cultural Casarão de
Ideias**

Mirante da cidade de Manaus

Para fazer este tipo de beiju, a massa peneirada é escaldada e peneirada de novo. Em seguida, é colocada na chapa do forno circular, onde a mulher ajeita as bordas e deixa assar, usando um abano para virar o beiju, que é repartido ao final. Torrados por mais tempo e secos ao sol, os beijus podem ser conservados por várias semanas, até meses.

Fonte: <https://museudaamazonia.org.br/>

MANAUS

A CIDADE E SUAS RELAÇÕES AFETIVAS

PENSAR NA CIDADE E SUAS RELAÇÕES AFETIVAS COM A POPULAÇÃO É HOJE UM LUGAR NECESSÁRIO PARA PENSARMOS CULTURA.

NÃO FALO DO LUGAR DE TORNAR A ARTE SAUDOSISTA. MAS SIM DE PENSARMOS NESSA RELAÇÃO DE AFETO E NOVAS POSSIBILIDADES DE CONEXÃO.

A CIDADE CRESCE, SEU ESPAÇO URBANO GANHA NOVAS DIMENSÕES E COMEÇAMOS A PERDER AS RELAÇÕES DE AFETO E DE APROPRIAÇÃO.

ARTISTAS E COLETIVOS

CHÃO VELHO - CLISSIA MONTEIRO
FUNKEIROS CULT
SIODUHI
TALLES S. MATTOS

CURADORIA:
JOÃO FERNANDES

REALIZAÇÃO:



Imagens: Casarão de Ideias

MANAUS



Grafite: Visão a partir do Centro Cultural Casarão de Ideias para o Teatro Amazonas (lado esquerdo) e Igreja de São Sebastião (ao fundo)

amazon

Vol. 4 sep 2025 Expedition MAGAZINE

MANAUS

Imagens: Casarão de Ideias

O Transporte Amazônico e o Descascador de Tucumã

Vinça
sabonete



MANAUS

Grafite: Palafitas no Bairro Educandos, ao fundo
Ponte sobre o Rio Negro e o Relógio da Matriz

Imagem: Casarão de Ideias



(Bem Viver)

MANAUS

Heriporãpt Nisé

(Casas do Coração)

Kah tiri daí

(fio da Vida)

Mahs

(conhecim



Imagens: Casarão de Ideias



F' Katise

(alegria)

MANAUS

Foto: Divulgação

Mirante na região portuária de Manaus e Pacus assados na brasa



Foto: Conselho Estadual de Educação Indígena - SEDUC-AM



ISSN 2965-8136

PRESIDENTE

▪ Aldemir Malveira de Oliveira

COORDENADORA DO COMITÊ CIENTÍFICO

▪ Liliam Gleicy de Souza Oliveira

COMITÊ CIENTÍFICO

▪ Alcides Castro Neto, Alfredo Tadeu Oliveira Coimbra, Alan dos Santos Ferreira, Aldemir Malveira de Oliveira, André Luiz Willerding, Carmen Lúcia de Souza Ribeiro, Daniel V. B. Mansur da Silva, Eduardo Antonio Ríos-Villamizar, Eriberto Barroso Façanha Filho, Evandro Brandão Barbosa, Fábio Raphael Moreira Cáuper, Fernanda Cabral Cidade, Guilherme Vilagelim de Souza, Jackline Alves Brandão, João Marcelo Silva Lima, José Cavalcante Lacerda Júnior, Josildo Severino de Oliveira, Karla Nunes da Silva, Kedma Cristine Yamamoto, Kleitson José Lima Tenório, Liliam Gleicy de Souza Oliveira, Luciana Lima de Brito Cáuper, Madalena da Rocha Pietzsch, Maria Dóris Escobar, Maria Helena Carvalho Mourão, Manoel Feitosa Jeffreys, Maryana Antônia Braga Batalha Souza, Newton Silva de Lima, Ordilena Ferreira Miranda, Raquel Freitas Reis, Ricardo Figueiredo Monteiro, Robson Matos Calazães, Rodrigo de Oliveira Félix, Roseilson Souza do Vale, Thatyana de Souza Marques do Nascimento.

EDITOR CHEFE

▪ Newton Silva de Lima

EDITOR JORNALÍSTICO

▪ Daniel Valentim de Barros Mansur da Silva

JORNALISTA

▪ Edivanildo da Cunha Lobo

(2025, September)

• **Website:** <https://amazonexpedition.zohosites.com>

• **CAPA:** Bollhas coloridas

amazon[®] 2022
Expedition MAGAZINE

License
© creative commons © i © \$ CC BY-NC 4.0

Cidade de Tefé - Amazonas, Brasil Efeitos do Clima na Amazônia



Imagem mostra o mesmo cenário em duas visões diferentes na frente de Tefé no médio Solimões (Amazônia Central). A imagem de cima (Novembro de 2024), a imagem abaixo (Janeiro de 2023).

Space Weather

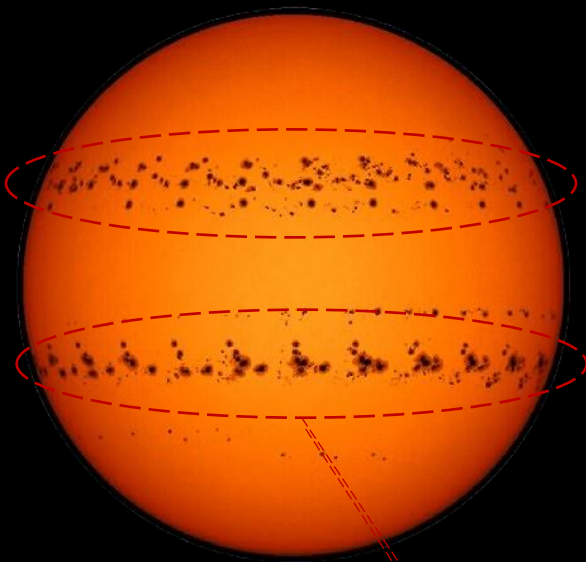
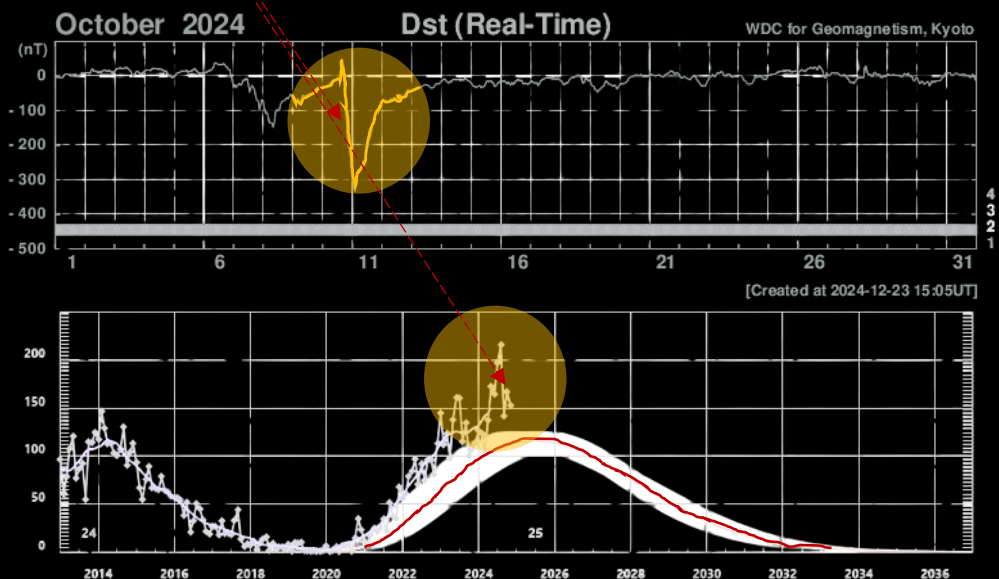


Imagem do Sol registrando uma grande quantidade de manchas solares (*sunspots*) entre os dias 10 e 11 de Outubro de 2024, quando teve um desenvolvimento de um intenso "*Solar Flare*" (explosão solar), que foi registrada pelo Centro de dados de Kyoto (WDC: Real Time-Dst) - Japão, pelo NOAA (Sun Cycle Sunspots Number Pregression) nos Estados Unidos. Fonte: NASA





amazon

Expedition Magazine