



Nesta Edição

1. Mapas de Qualidade do Ar no Estado do Rio Grande do Sul	2
CO (Monóxido de Carbono)	2
NO _x (Óxidos de Nitrogênio).....	2
O ₃ (Ozônio)	3
PM _{2,5} (Material Particulado)	3
2. Mapa de Focos de Queimadas no Estado do Rio Grande do Sul	6
3. Previsão do ÍNDICE ULTRAVIOLETA MÁXIMO	6
4. Tendências e previsão do tempo para o Rio Grande do Sul	7
4.1 Tendência da Previsão do Tempo, Probabilidade de Chuva, Índice Ultravioleta, Temperaturas Mínimas e Máximas.....	7
4.2 Alerta Meteorológico	8
5. NOTÍCIAS	9
Nada como as árvores	9
Esse reator transforma gás do efeito estufa em puro combustível.....	10
Os meios de transporte parte VI-C o transporte aéreo, parte C: Turbinas a jato	12
6. Vamos Refletir	18
7. REFERÊNCIAS DO BOLETIM	18
8. EXPEDIENTE	19

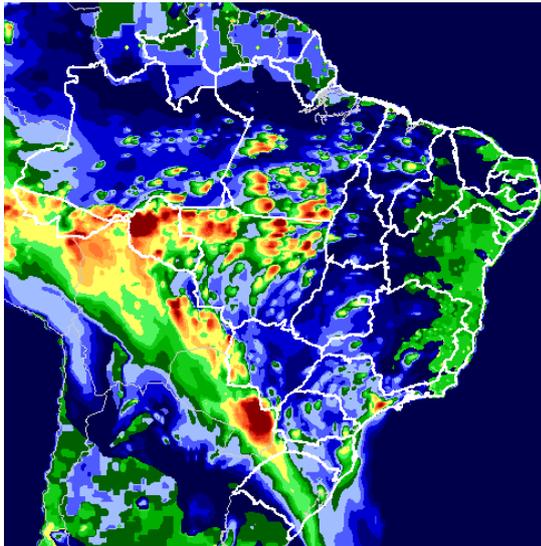
Nota aos leitores:

Após mais de 600 edições do Boletim Informativo do VIGIAR, nos últimos dez anos, estamos iniciando uma nova fase, com nova formatação. O leitor perceberá modificações em sua estrutura com o intuito de facilitar o acesso mais rápido ao tópico de interesse.

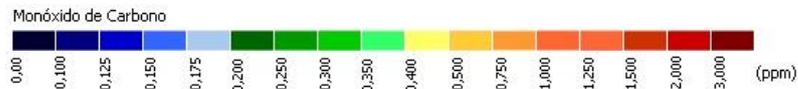
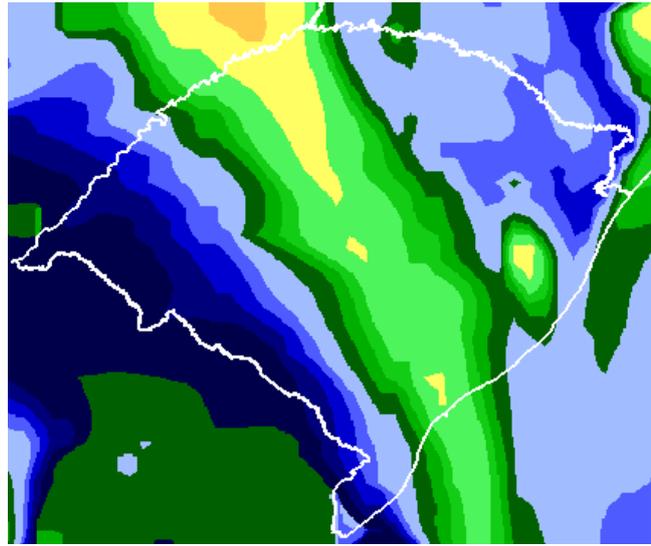
1. Mapas da Qualidade do Ar no Estado do Rio Grande do Sul. (*)

CO (Monóxido de Carbono) (*)

10/09/2019 – 00h

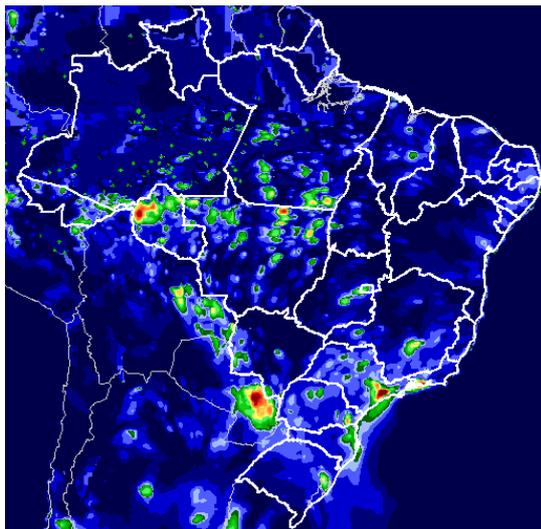


10/09/2019 – 00h

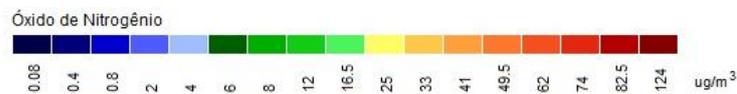
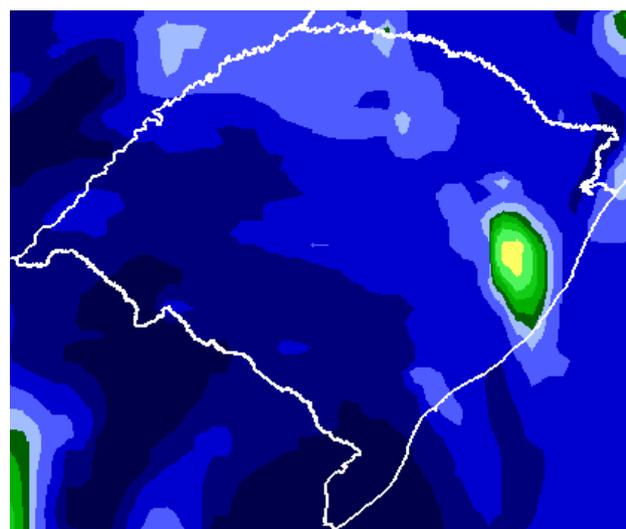


NO_x (Óxidos de Nitrogênio) - valor máximo aceitável pela OMS = 40ug/m³ (*)

10/09/2019 – 00h

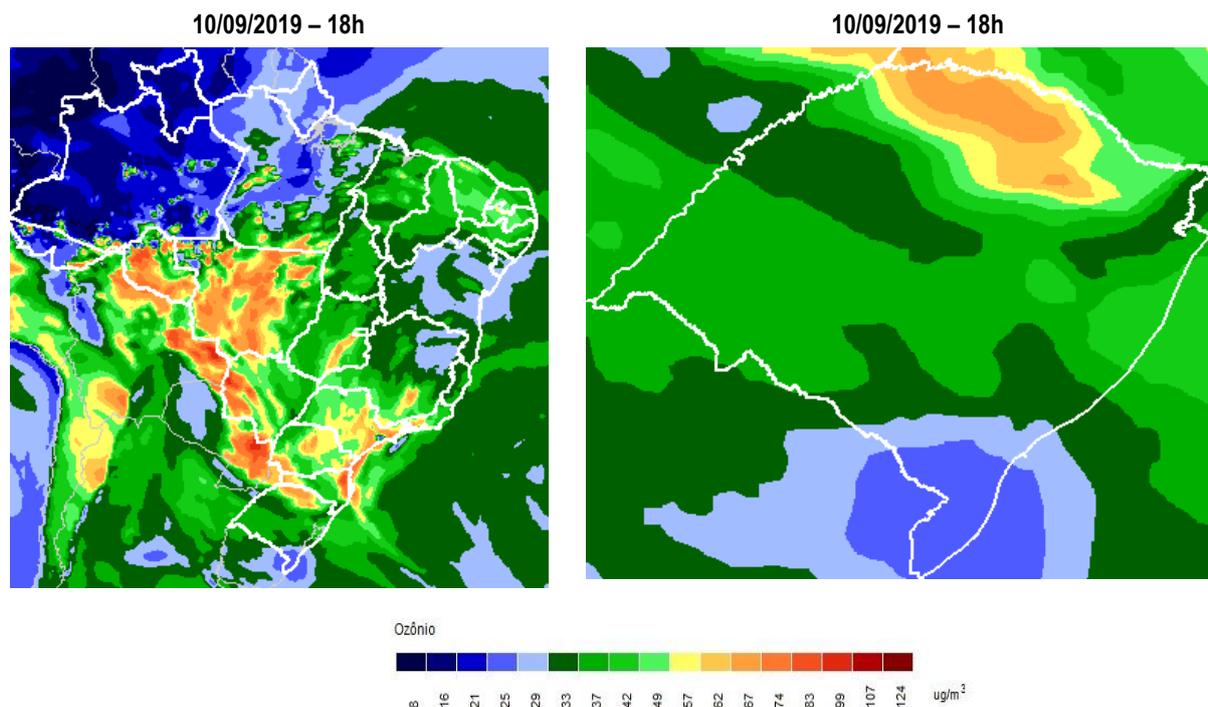


10/09/2019 – 00h



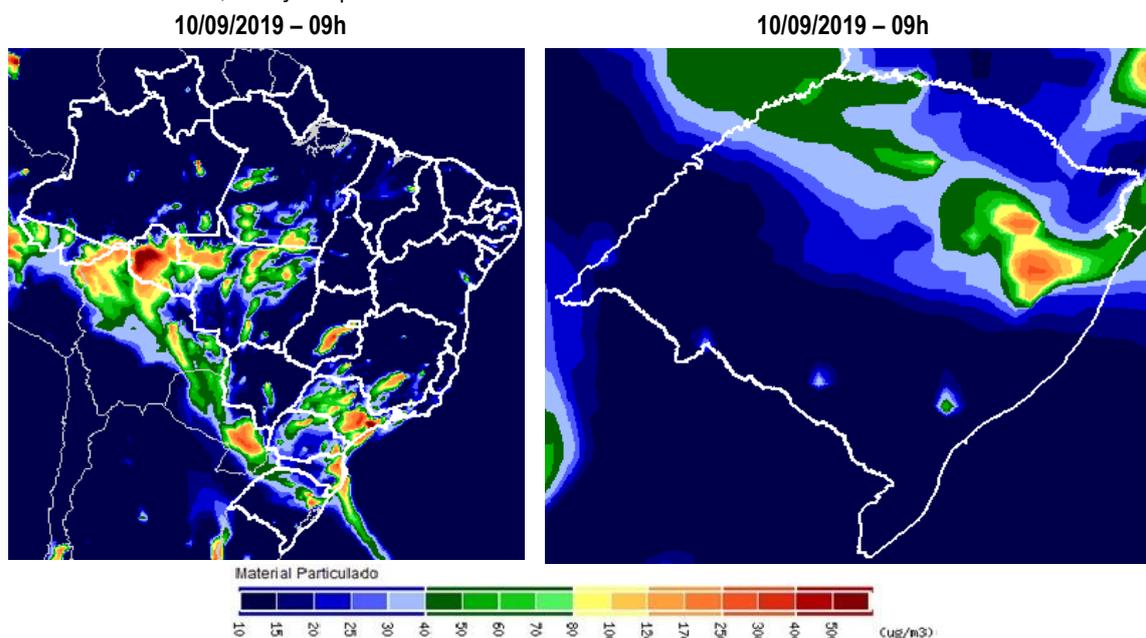
Poluente	Dias	Locais
Óxidos de Nitrogênio (NO _x)	04, 07,08 e 09/09/2019	O poluente esteve acima dos padrões aceitáveis pela OMS na Região Metropolitana de Porto Alegre e municípios do seu entorno.
O poluente não esteve acima dos padrões da OMS somente no dia 05 e 06/09/2019.		
Há previsões de que o NO _x esteve acima dos padrões da OMS ontem e não há previsões para hoje.		

O₃ (Ozônio) (*)

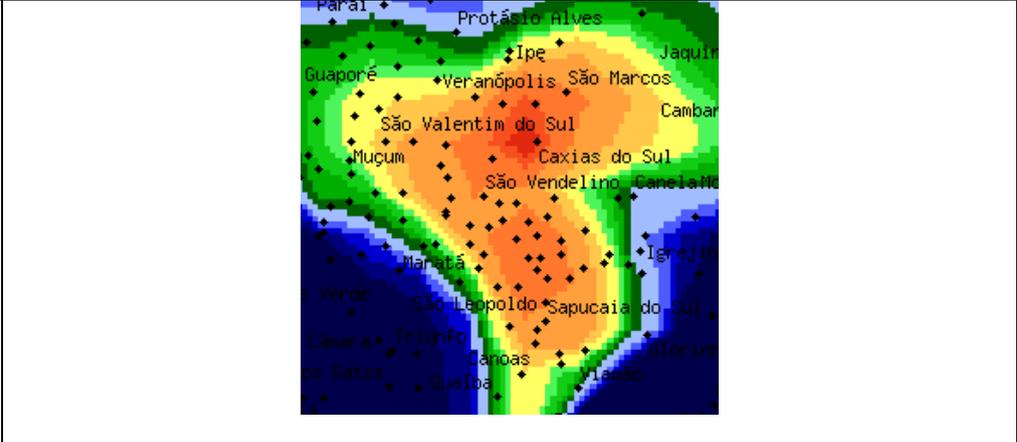


PM_{2,5}⁽¹⁾ (Material Particulado) - valor máximo aceitável pela OMS = 50ug/m³ (*)

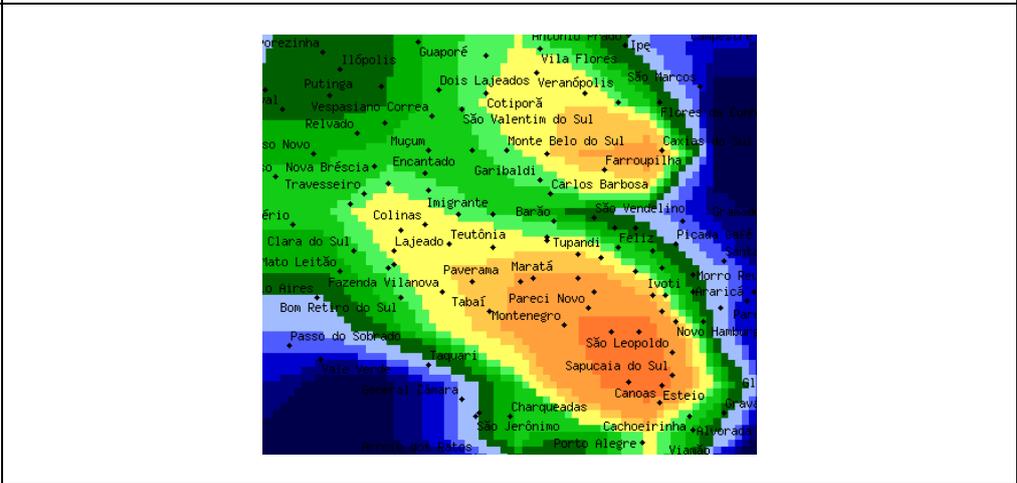
- (1) Material particulado: partículas finas presentes no ar com diâmetro de 2,5 micrômetros ou menos, pequenas o suficiente para invadir até mesmo as menores vias aéreas. Estas "partículas PM_{2,5}" são conhecidas por produzirem doenças respiratórias e cardiovasculares. Geralmente originam-se de atividades que queimam combustíveis fósseis, como no trânsito, fundição e processamento de metais.



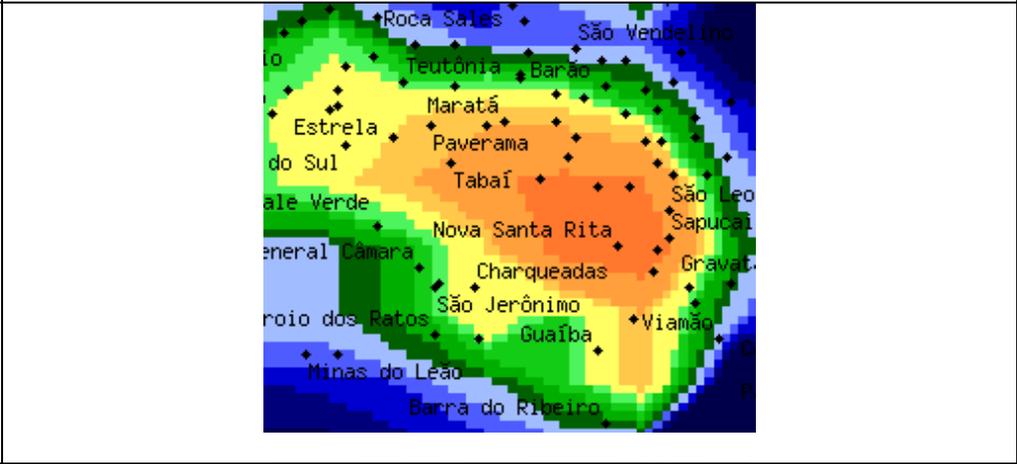
04/09/2019 -09h



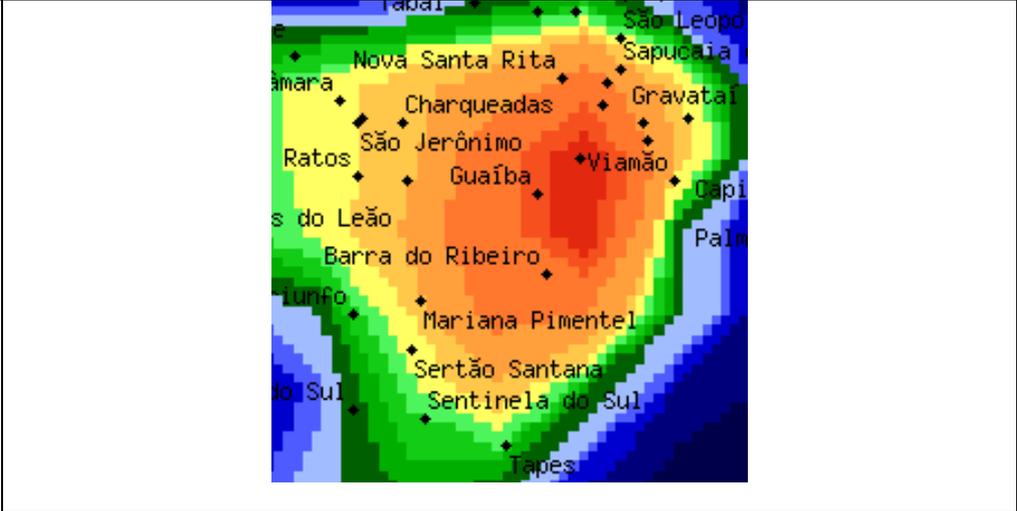
05/09/2019 -03h



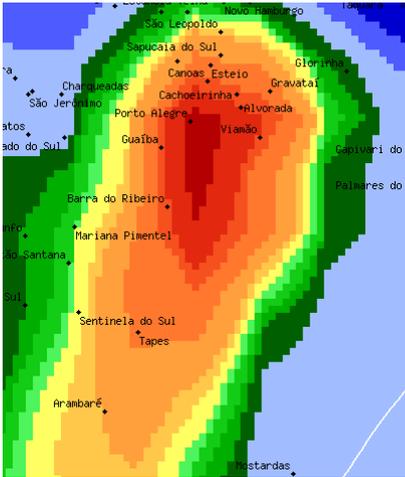
06/09/2019 -09h



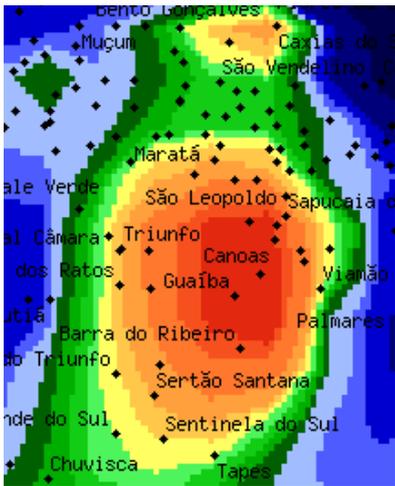
07/09/2019 -12h



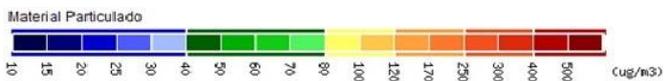
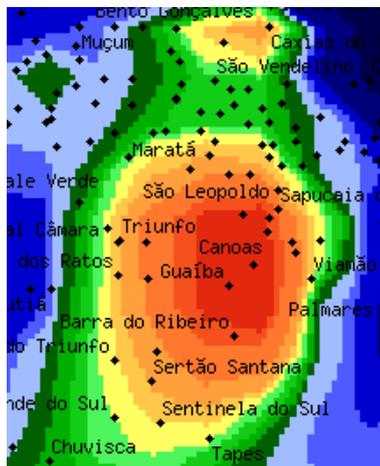
08/09/2019 – 12h



09/09/2019 – 03h



10/09/2019 – 09h



Há previsões de que **PM_{2,5}** esteja acima dos padrões aceitáveis pela OMS, para hoje e nos próximos dois dias; abrangendo a Região Metropolitana de Porto Alegre e outras regiões gaúchas além das citadas acima.

Fonte dos mapas de qualidade do ar: CPTEC/INPE/meio ambiente.
VIGIAR Informa: (*) Corresponde ao cenário mais crítico durante o referido período, para a qualidade do ar, no Rio Grande do Sul.

2. Mapa de Focos de Queimadas no Estado do Rio Grande do Sul de 05/09 a 10/09/2019.

VIGIAR Informa: Para esta semana, por dificuldade com o fluxo de dados, a quantidade de focos de queimadas não será disponibilizada.

3. Previsão do ÍNDICE ULTRAVIOLETA MÁXIMO para condições de céu claro (sem nuvens), para o dia 11/09/2019:

Índice UV:
MODERADO A ALTO
para o Rio Grande do Sul

Fonte: <<http://satelite.cptec.inpe.br/uv/>> - Acesso em: 11/09/2019.

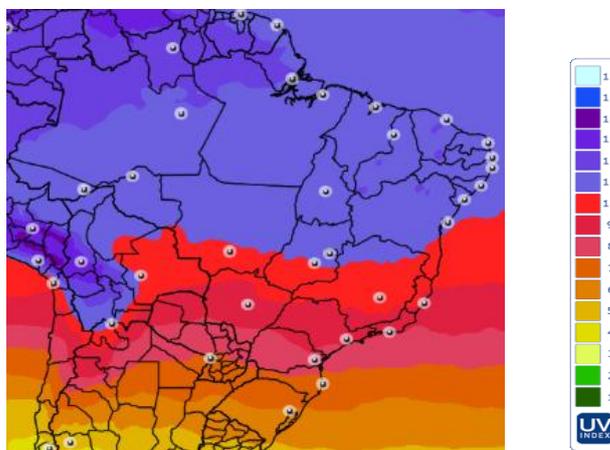


Tabela de Referência para o Índice UV



Nenhuma precaução necessária	Precauções requeridas	Extra Proteção!
Você pode permanecer no Sol o tempo que quiser!	Em horários próximos ao meio-dia procure locais sombreados. Procure usar camisa e boné. Use o protetor solar.	Evite o Sol ao meio-dia. Permaneça na sombra. Use camisa, boné e protetor solar.

Fonte: CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Alguns elementos sobre o Índice Ultravioleta:

Condições atmosféricas (presença ou não de nuvens, aerossóis, etc.): a presença de nuvens e aerossóis (partículas em suspensão na atmosfera) atenua a quantidade de radiação UV em superfície. Porém, parte dessa radiação não é absorvida ou refletida por esses elementos e atinge a superfície terrestre. Deste modo, dias nublados também podem oferecer perigo, principalmente para as pessoas de pele sensível.

Tipo de superfície (areia, neve, água, concreto, etc.): a areia pode refletir até 30% da radiação ultravioleta que incide numa superfície, enquanto na neve fresca essa reflexão pode chegar a mais de 80%. Superfícies urbanas apresentam reflexão média entre 3 a 5%. Este fenômeno aumenta a quantidade de energia UV disponível em um alvo localizado sobre esses tipos de solo, aumentando os riscos em regiões turísticas como praias e pistas de esqui.

Fonte: <<http://tempo1.cptec.inpe.br/>>

MEDIDAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

- Não queime resíduos;
- Evite o uso do fogo como prática agrícola;
- Não jogue pontas de cigarro para fora dos veículos;
- Ao dirigir veículos automotores, evite arrancadas e paradas bruscas;
- Faça deslocamentos a pé, sempre que possível,
- priorizando vias com menor tráfego de veículos automotores;
- Dê preferência ao uso de transportes coletivos, bicicleta e grupos de caronas.
- Utilize lenha seca (jamais molhada ou úmida) para queima em lareiras, fogão a lenha e churrasqueiras.

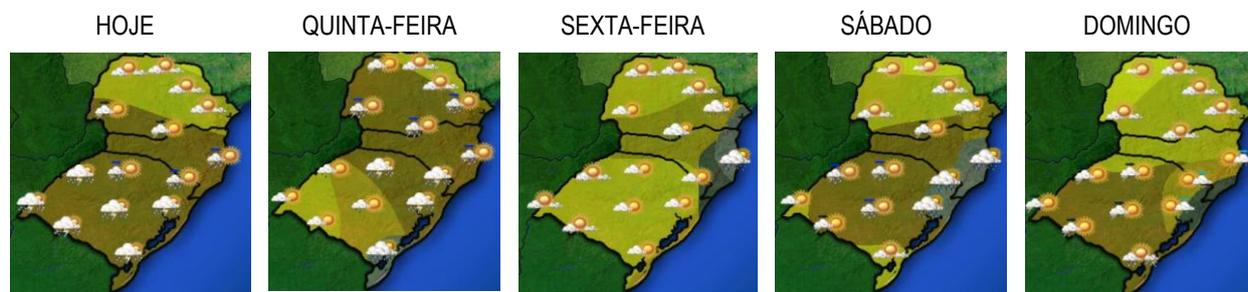
MEDIDAS DE PROTEÇÃO PESSOAL

- Evite aglomerações em locais fechados;
 - Mantenha os ambientes limpos e arejados;
 - Não fume;
 - Evite o acúmulo de poeira em casa;
 - Evite exposição prolongada aos ambientes com ar condicionado.
 - Mantenha-se hidratado: tome pelo menos 2 litros de água por dia;
 - Tenha uma alimentação balanceada;
 - Pratique atividades físicas ao ar livre em horários com menor acúmulo de poluentes atmosféricos e se possível distante do tráfego de veículos;
 - Fique atento às notícias de previsão de tempo divulgadas pela mídia;
 - **Evite expor-se ao sol em horários próximos ao meio-dia, procure locais sombreados;**
 - Use protetor solar com FPS 15 (ou maior);
 - Para a prevenção não só do câncer de pele, como também das outras lesões provocadas pelos raios UV, é necessário precauções de exposição ao sol. **O índice máximo encontra-se entre 05 e 06, para o estado.**
 - Sempre que possível, visite locais mais distantes das grandes cidades, onde o ar é menos poluído.
- Redobre esses cuidados para os bebês e crianças.**

4. Tendências e previsão do tempo para o Rio Grande do Sul, no período de 11 a 15/09/2019:

11/09/2019: No sul e oeste do RS o dia ficará nublado com pancadas de chuva. No norte do RS haverá nebulosidade variável com possibilidade de pancadas de chuva à noite. Nas demais áreas do RS haverá nebulosidade variável com pancadas de chuva a partir da tarde. Temperatura estável.

12/09/2019: Nas demais áreas da região haverá muitas nuvens e chuvas isoladas. Temperatura estável.



Fonte: <<http://tempo.cptec.inpe.br/>> - Acesso em 11/09/2019.

4.1. Tendência da Previsão do Tempo, Probabilidade de Chuva, Índice Ultravioleta, Temperaturas Mínimas e Máximas para o período de 12 a 15/09/2019, no Rio Grande do Sul:

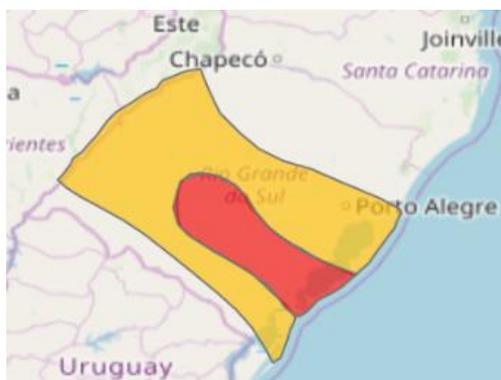


Fonte: <<https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 11/09/2019.

4.2. Alerta Meteorológico

■ Aviso Especial - As condições de tempo são muito favoráveis para ocorrência de um fenômeno meteorológico adverso dentro das próximas 24 horas. Continue atento sobre as atualizações da previsão do tempo já que o risco é alto para ocorrência de tempo severo que possam provocar danos e acidentes. Siga as recomendações da Defesa Civil e demais autoridades competentes, e esteja preparado para medidas de emergência com a maior segurança possível.

24 HORAS



FONTE: CPTEC/INPE

	Início do Aviso: 11/09/19 00:00 Fim do Aviso: 11/09/19 23:59
	Início do Aviso: 11/09/19 00:00 Fim do Aviso: 11/09/19 23:59
	Início do Aviso: 11/09/19 00:00 Fim do Aviso: 11/09/19 23:59
	Início do Aviso: 11/09/19 00:00 Fim do Aviso: 11/09/19 23:59

	Início do Aviso: 11/09/19 08:10 Fim do Aviso: 11/09/19 23:59
	Início do Aviso: 11/09/19 08:10 Fim do Aviso: 11/09/19 23:59
	Início do Aviso: 11/09/19 08:10 Fim do Aviso: 11/09/19 23:59
	Início do Aviso: 11/09/19 08:10 Fim do Aviso: 11/09/19 23:59

■ ATUALIZAÇÃO: Nesta quarta-feira (11/09), ocorrerão pancadas de chuva acompanhadas de raios de moderada a forte intensidade na área destacada.

Pontualmente, a chuva poderá também vir acompanhada de rajadas de vento de forte intensidade. Em alguns pontos, a manutenção da chuva durante o dia poderá acarretar em acumulados elevados ao final do período.

Fonte: <https://tempo.cptec.inpe.br/avisos/area/2969>

■ Na área em destaque, o tempo seguirá instável ao longo desta quarta-feira (11/09) com pancadas de chuva de moderada a forte intensidade e acompanhadas de raios. A manutenção da chuva durante o dia favorecerá a ocorrência de acumulados elevados ao final do período.

Fonte: <https://tempo.cptec.inpe.br/avisos/area/2970>

48 HORAS



FONTE: CPTEC/INPE

■ Na área em destaque ocorrerão pancadas de chuva de moderada a forte intensidade e acompanhadas de raios durante a quinta-feira (12/09). Pontualmente a chuva poderá vir acompanhada de rajadas de vento de forte intensidade e gerar acumulados expressivos de precipitação.

Fonte: <https://tempo.cptec.inpe.br/avisos/area/2971>

	Início do Aviso: 12/09/19 00:00 Fim do Aviso: 12/09/19 23:59
	Início do Aviso: 12/09/19 00:00 Fim do Aviso: 12/09/19 23:59
	Início do Aviso: 12/09/19 00:00 Fim do Aviso: 12/09/19 23:59

NOTÍCIAS

Por: EQUIPE VIGIAR/RS
Em 11/09/2019.

NADA COMO AS ÁRVORES



O reator natural árvore.

Fonte da imagem: <https://blog.airfree.pt/uma-arvore-no-bosque-mas-a-que-pode-chamar-sua/>

As árvores, sim, são reatores de altíssima eficiência, naturais e trabalham à frio. Não são ruidosas, operam 24 horas por dia, não precisam de 13º salário ou parar para férias. Transformam o CO₂, de qualquer origem, em **matéria orgânica** (celulose, principalmente), mitigando, de tabela, efeito exagerado da estufa, provocado pela quantidade muito grande de CO₂ na atmosfera e de outros gases igualmente de estufa e, de quebra, ainda favorecem a geração de O₂. Usam como fonte de energia o sol e, como catalisadores, um conjunto de substâncias em que a principal é a clorofila; ainda usam a água e, também, substâncias presentes no solo.

Esta simplíssima lição foi aprendida nos nossos primórdios anos de vida escolar, muito simples, mas tem sido esquecida e pouco multiplicada. Por que razão?

Se a celulose "criada" pelas árvores, for usada por nós, para a geração de energia elétrica, na combustão simples, no ciclo, via calor-vapor d'água-turbina-eletricidade, tudo com os materiais e equipamentos adequados, teremos uma eficiência de 40% a 45% de transformação. Esta rota é pela via direta, térmica.

Como subprodutos, teremos o calor colocado fora (lá na de resfriamento de água e outros), o CO₂, principalmente e outros gases. O CO₂ poderá a vir novamente a ser "consumido" por uma planta, que transformará novamente o CO₂ em matéria orgânica, e o ciclo continua e se perpetua.

A energia elétrica produzida antes, numa usina, terá como destino o aproveitamento, principalmente para **o movimento** (no uso em motores que transformam a energia elétrica em outra forma de energia, a mecânica), para **o aquecimento** (na refrigeração, geramos mais calor ainda, logo é ciclo de aquecimento também) e **na iluminação**. Teremos, ainda, as perdas. Uma parcela de "perdas" é por atritos, que se dão, quando transformamos um tipo de energia em outro, segundo os princípios da Termodinâmica clássica.

Muito bem; estamos falando em gases de efeito estufa e oxigênio; da energia solar e de reatores biológicos "naturais" (as plantas) e devemos realçar o equilíbrio que tem sido mantido com o desempenho desses reatores biológicos. Particularmente entendo que precisamos, como é o caso de queimadas de florestas, ter um cuidado extremado com esses reatores, que, em última instância, "seguram" o foguete do disparar os alarmes de aquecimentos exagerados e todos os efeitos danosos que estão sendo esperados.

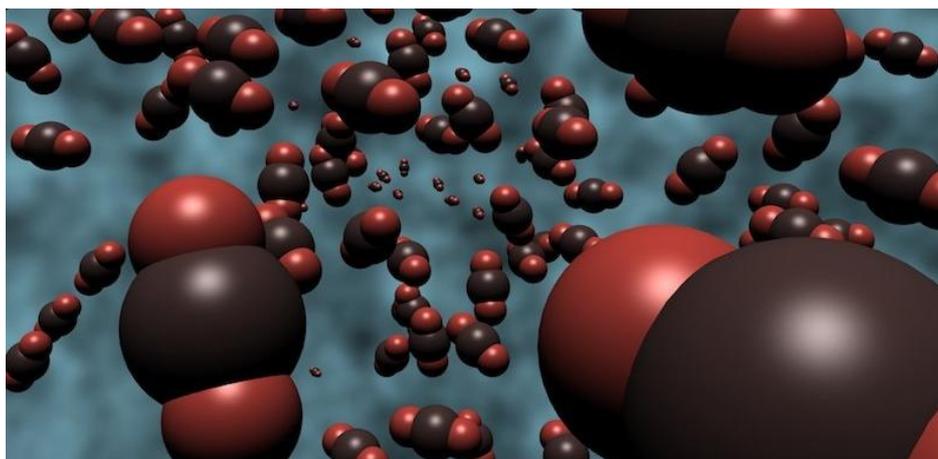
Atentar que no dia 21 de Setembro, estaremos comemorando o Dia da Árvore. Esses "reatores naturais", além de rebaterem o efeito estufa exagerado, nos oferecem graciosamente a sombra e frescor, absorvem e capilarizam a distribuição das águas da chuva no subsolo, abrigo aos pássaros, fornecem frutas, alguma espécie fornecem verduras, legumes, raízes, sementes e flores e é onde ocorre uma imensidão de interações e simbioses entre micro-organismos vivos.

Mais uma vez, com as queimadas, com o desmatamento depredatório, estamos vendo **o futuro ameaçado pelas impensadas ações do presente**. Os "reatores naturais", como as árvores, precisam ser bem valorizados e precisamos equacionar muito bem as nossas decisões, grandes ou pequenas, pois todas são importantes no cômputo global. A atmosfera agradece e, conseqüentemente, a saúde humana também..

Eng. Químico Paulo José Gallas

Por: [Natasha Romanzoti](#)
Em 04/09/2019.

ESSE REATOR TRANSFORMA GÁS DO EFEITO ESTUFA EM PURO COMBUSTÍVEL LÍQUIDO



Pesquisadores da Universidade Rice (EUA) conseguiram transformar dióxido de carbono, um gás do efeito estufa, em combustível líquido puro usando um eletro catalisador. O reator catalítico usa CO₂ como matéria-prima e produz concentrações altamente purificadas de **ácido fórmico**. Outros dispositivos podem fazer a mesma conversão, mas requerem etapas de purificação caras e muito mais energia.

Nos testes conduzidos pelos cientistas da Rice, o novo reator alcançou uma eficiência de conversão de cerca de 42%, ou seja, quase metade da energia elétrica pode ser armazenada como combustível líquido.

“O ácido fórmico é um transportador de energia. É um combustível que pode gerar eletricidade e emitir dióxido de carbono – que você pode reciclar novamente. Também é fundamental na indústria de Engenharia Química, como matéria-prima para outros produtos químicos, e um material de armazenamento de hidrogênio que pode conter quase 1.000 vezes mais energia que o mesmo volume do gás, difícil de comprimir. Este é um problema atualmente para tornar a indústria de veículos alimentados por hidrogênio possível”, explicou o Engenheiro Químico Haotian Wang, um dos autores do estudo.

OS AVANÇOS

O novo dispositivo é melhor que os tradicionais por dois motivos: possui um catalisador robusto e bidimensional de bismuto e usa um eletrólito de estado sólido que elimina a necessidade de sal como parte da reação.

“O bismuto é um átomo muito pesado, comparado a metais de transição como cobre, ferro ou cobalto. Sua mobilidade é muito menor, principalmente sob condições de reação. Isso estabiliza o catalisador”, explicou outro autor do estudo, Chuan Xia.

O eletrólito sólido à base de polímero é outro avanço. “Normalmente, as pessoas reduzem o dióxido de carbono em um eletrólito líquido tradicional como a água salgada. Você deseja que a eletricidade seja conduzida, mas o eletrólito da água pura é muito resistente. Você precisa adicionar sais como cloreto de sódio ou bicarbonato de potássio para que os íons possam se mover livremente na água. Mas quando você gera ácido fórmico dessa maneira, ele se mistura com os sais. Para a maioria das aplicações, é necessário remover os sais do produto final, o que demanda muita energia e custo. Por isso, empregamos eletrólitos sólidos que conduzem prótons e podem ser feitos de polímeros insolúveis ou compostos inorgânicos, eliminando a necessidade de sais”, complementou Wang.

Por fim, enquanto as pessoas produzem catalisadores em escalas de miligrama ou grama, o novo estudo desenvolveu uma maneira de produzi-los na escala do quilograma. “Isso facilitará o processo de expansão para a indústria”, afirmou Xia.

PRÓXIMOS PASSOS

Com o catalisador atual, os cientistas conseguem gerar ácido fórmico continuamente por 100 horas.

Por enquanto, a taxa na qual a água flui através do dispositivo é o que determina a concentração da solução final. Se for lenta, produz uma solução com quase 30% de ácido fórmico. Os pesquisadores desejam alcançar concentrações mais altas futuramente.

Além disso, o mesmo dispositivo também pode ser facilmente reformulado para produzir produtos de maior valor, como ácido acético, álcool etílico e álcool propílico.

“O cenário geral é que a redução de dióxido de carbono é muito importante por seu efeito no aquecimento global e também na síntese química amigável ao meio ambiente. Se a eletricidade vier de fontes renováveis, como o sol ou o vento, podemos criar um "loop" que transforma dióxido de carbono em algo essencial sem emitir mais do gás”, resumiu Wang.

Referência: <https://hypescience.com/esse-reator-transforma-gas-do-efeito-estufa-em-puro-combustivel-liquido/>

OS MEIOS DE TRANSPORTE - parte VI-C

O TRANSPORTE AÉREO, PARTE C: TURBINAS A JATO

Introdução

Esta é a terceira parte que conclui a série sobre o transporte aéreo. Na primeira parte abordamos os fundamentos do voo, na segunda a estrutura do avião e nesta terceira, finalmente o acionamento das aeronaves será discutido. Em cada caso procuramos ressaltar os problemas físicos ou de saúde que podem ocorrer e que estão relacionados como o assunto tratado. Nesse item específico abordamos a poluição atmosférica causada pelos motores ou pelos jatos utilizados na aviação e que despejam os gases exaustos na média e alta atmosfera.

Como funciona o motor a jato de um avião

A aviação com propulsão à hélice é eficiente e segura, também tem grande capacidade de carga, mas está limitada a velocidade em torno de 600 km/h. A limitação surge quando as pontas das hélices se aproximam da velocidade do som. Além disso, os motores a explosão empregados para fazer girar as hélices são barulhentos e tem altitude de trabalho limitada. Conforme se sobe na atmosfera, esta se torna mais rarefeita, o que dificulta a compressão do ar para o interior dos cilindros do motor. Esse é um dos motivos que levou ao desenvolvimento dos motores a jato, também chamados popularmente de turbinas.

Sabia-se, já na década de 1920, que era necessário o desenvolvimento de um novo propulsor. Foi **Frank Whittle**, cadete da Força Aérea Britânica que, em 1928, submeteu a seus superiores o projeto de uma turbina de reação. A ideia acabou patenteada em 1932 e um protótipo estava em funcionamento em 1937. Paralelamente, na Alemanha, o engenheiro **Hans von Ohain** apresentou um projeto semelhante ao empresário **Ernst Heinkel**. O projeto foi implementado e, em 1939, o **turbojato Heinkel He 178** (Figura 01) estava voando. Em 1941 o **Messerschmitt Me 262**, foi o primeiro caça a jato a ser utilizado em combate. (Araujo, 2018)

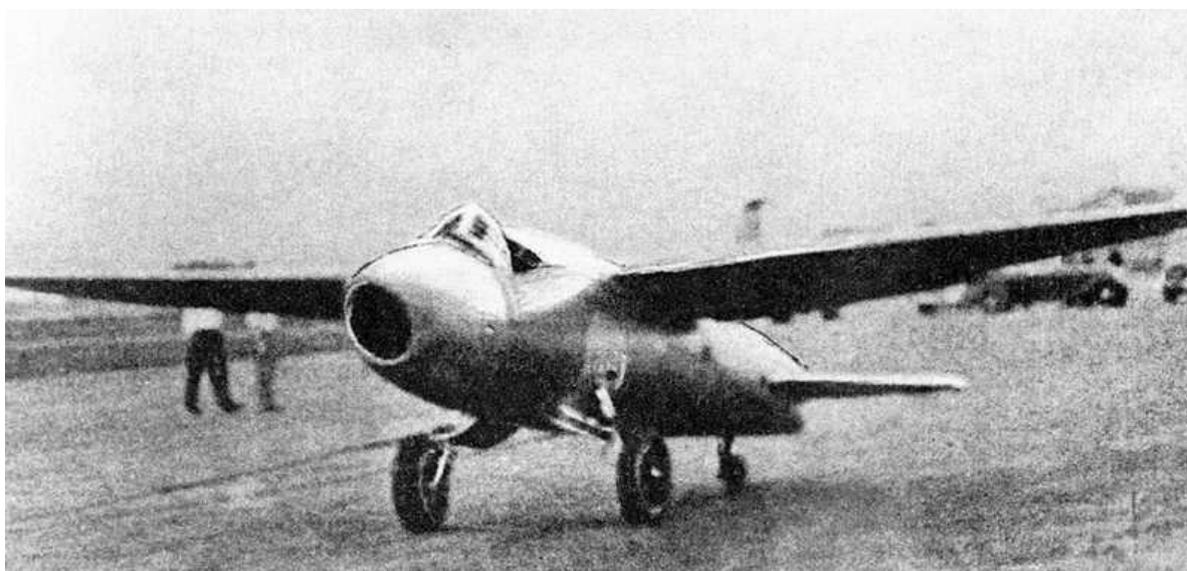


Figura 01 :O jato Heinkel He 178. Fonte: <https://www.autoentusiastas.com.br/ae/wp-content/uploads/2017/01/HEINKEL-178.jpg>

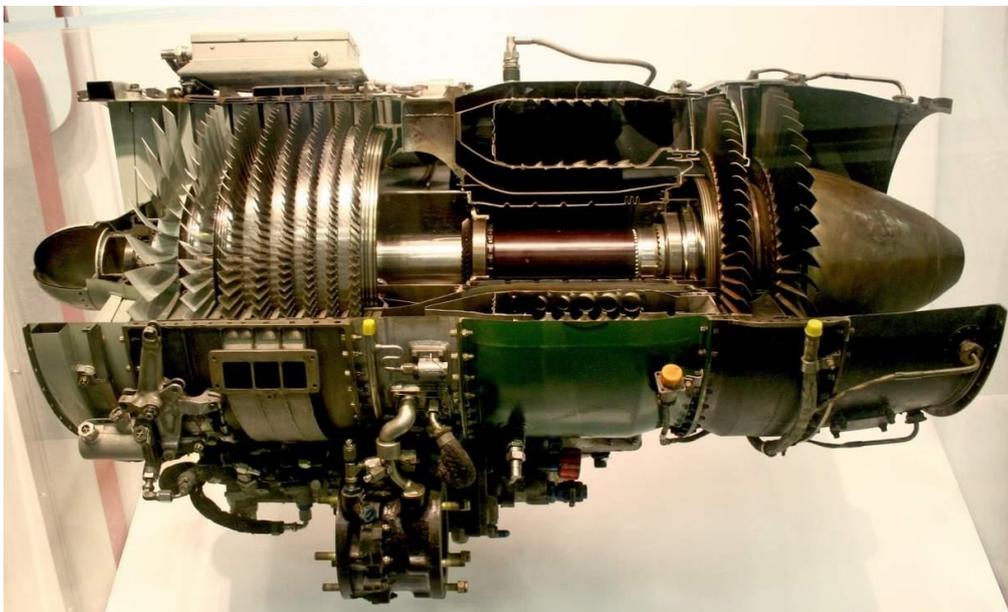


Figura 02: Turbina de jato J85/CJ-610 usada nos Learjets Série 20 e no caça Northrop F5. Fonte: AEROentusiastas. <https://www.autoentusiastas.com.br/2017/01/turbinas-historia-conceitos-empregos-parte-2/>

Um **motor a jato** visa transformar a energia química do combustível em energia mecânica para a impulsão do avião.

Funciona como um motor de automóvel onde sucessivas etapas (aspiração, compressão, explosão e descarga no caso do motor de quatro tempos) são realizadas, só que no motor a jato, como não há pistões, ocorrem de forma contínua:

1) **aspiração do ar:** com o avião em movimento, olhando para o motor da figura 02, o ar entra da esquerda para a direita, e vai de encontro às palhetas do compressor, sendo aspirado.

2) **compressão do ar:** o ar é comprimido num compressor axial de oito estágios (na figura 02, olhando com atenção é possível contar oito rodas de palhetas). Em cada uma delas o ar recebe um pequeno aumento de pressão e temperatura. Devido a esse processo gradual de compressão essas máquinas estão entre as mais eficientes na compressão de ar. São denominadas de compressores axiais porque o fluido se movimenta ao longo do eixo de rotação. No equipamento mostrado, **todo o ar aspirado é completamente comprimido**, usado para a queima do combustível e depois expelido. Essa característica como conhecida como **JATO PURO**.

3) **injeção e queima do combustível:** O ar comprimido recebe a injeção do combustível, desenvolvendo-se uma alta temperatura na câmara de combustão. Para resistir esta é fabricada em aços refratários especiais. É possível notar que a câmara de combustão, em corte, é dupla, uma parte do ar corre por fora da câmara, não participa da combustão e proporciona a manutenção da temperatura das partes metálicas em níveis adequados. Ocorre um grande aumento de volume nos gases gerados, devido ao aumento violento de temperatura. Estes são agora conduzidos para a turbina propriamente dita.

4) **descompressão na turbina:** Os gases aquecidos são descomprimidos ao passarem pelas palhetas da turbina, neste caso em dois estágios (duas rodas de palhetas). A turbina está ligada no mesmo eixo do compressor e, portanto, neste modelo em particular, ambas as peças giram com a mesma rotação que pode atingir mais de 15000 rpm (rotações por minuto). Antes de cada roda de palhetas existe um **estator, uma peça que direciona a mistura gasosa** para a próxima roda de palhetas. Esses equipamentos são construídos em aços nobres e tem uma fabricação mecânica esmerada de alta precisão.

5) **Ejeção da mistura gasosa:** A mistura de gases é finalmente expelida em grande velocidade pela traseira do motor e a força de reação produz o **empuxo**, ou seja, a força que impulsiona a aeronave. O processo de **ação/reação** pode

ser facilmente observado num balão de borracha bem cheio de ar; subitamente abre-se a boca do balão: o ar sai em grande velocidade numa direção e o balão é empurrado na direção contrária.

Devido à saída dos gases em grande velocidade é produzido um grande ruído, é uma característica dos motores de jato puro. Também não são os motores mais eficientes, pois foram os primeiros a serem desenvolvidos, mas possibilitaram a velocidade e a manobrabilidade necessária aos primeiros jatos militares. Nesses jatos **todo o ar passa por dentro do compressor** e a necessidade do aumento de empuxo das turbinas levava a **injeção de água** no motor para conseguir o empuxo adicional. O resultado era um maior gasto de combustível, a formação de fumaça e um aumento no nível de ruído. Ou seja, poluição do ar e sonora severas.

A injeção de água nos motores dos aviões

Para aumentar a potência e o empuxo nos chamados jatos puros, uma prática comum era a injeção de água na zona de combustão. Isto era feito tanto com motores a jato quanto em motores alternativos de pistão. É um recurso que diminui a temperatura da câmara de combustão. O resultado é mais força, gerada principalmente na hora da decolagem. Ocorre uma diminuição na emissão de óxidos nitrogenados NO_x , gases derivados da quebra da molécula de nitrogênio, que com a menor temperatura disponibiliza menos energia para o rompimento da ligação N-N. A quantidade de monóxido de carbono, CO emitida, também é menor, mas existe um inconveniente: a emissão de hidrocarbonetos não queimados e fuligem (particulados) aumenta. Essa condição era comum na decolagem dos jatos puros; a figura 03 abaixo ilustra o fato.



Figura 03 – Nesse jato eram injetados 1500 litros de água nos 2,5 minutos iniciais da decolagem, Fonte: <https://www.autoentusiastas.com.br/2017/01/turbinas-historia-conceitos-empregos-parte-2/>

Aviões cada vez maiores e a busca de mais eficiência levaram ao desenvolvimento dos **motores tipo turbofan**. Um esquema desses motores é mostrado na figura 04.

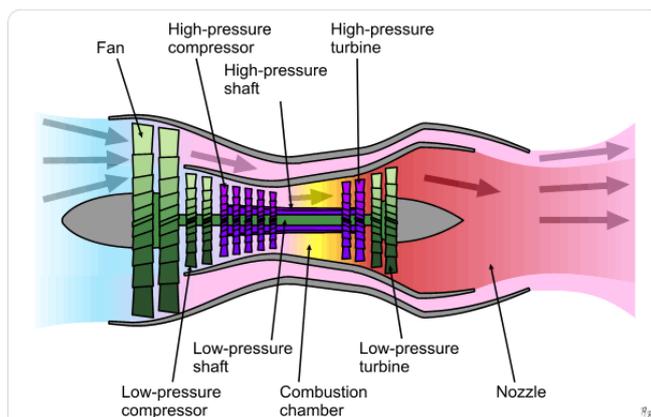


Figura 04: Esquema de um motor TURBOFAN. Fonte: Ciência e Tecnologia em Foco <http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com/2014/10/turbofan.html>

A palavra **fan** em inglês tem mais de um significado, um deles é ventilador ou ventoinha. Essa ventoinha (em verde, à esquerda, na figura 04) é utilizada nesse tipo de motor para criar um fluxo de ar no entorno do conjunto de compressão/combustão/turbina de alta pressão (em azul na figura 04). Essa parte do **ar não participa da combustão** e pode-se definir uma razão entre o ar **que passa fora / dentro** da região de combustão. Nos primeiros motores desse tipo esse valor era pequeno, por exemplo 1:1, nesse caso o ar era igualmente repartido. Com o tempo esse valor foi aumentando e nas máquinas modernas a taxa de repartição é 5:1 chegando até 9:1. Esse ar, que passa por fora, sofre uma pequena compressão e depois é deixado escapar por uma abertura mais estreita, criando um jato que se mistura ao jato quente que sai da turbina.

Na figura 04 é possível observar duas cores, **verde para o sistema compressor/turbina de baixa pressão** e **azul para o sistema compressor/turbina de alta pressão**. São sistemas que estão acoplados a **eixos diferentes**, mas concêntricos. Nos modernos motores **TURBOFAN** a parte do ar que passa por fora do sistema compressão/combustão chega a ser nove vezes maior do que aquele que passa por dentro da região de alta pressão. Daí, depreende-se que a quantidade total de ar é muito grande, isso significa grande empuxo (força impulsora), mais eficiência e menos ruído.

Esse sistema de duplo eixo permite otimizar o rendimento das turbinas e compressores, elevando a eficiência dessas máquinas. São especialmente eficientes em grandes altitudes, de 10-12000 metros na alta atmosfera, com velocidades de 700 a 1000 km/hora e tanto mais eficientes quanto maiores forem. Atualmente existem máquinas desse tipo, com mais de três metros de diâmetro, muito eficientes. E isto está na direção da economia de combustível que se tornou um fator primordial na aviação, privilegiando aviões com apenas duas turbinas. (Turbofan, 2014)

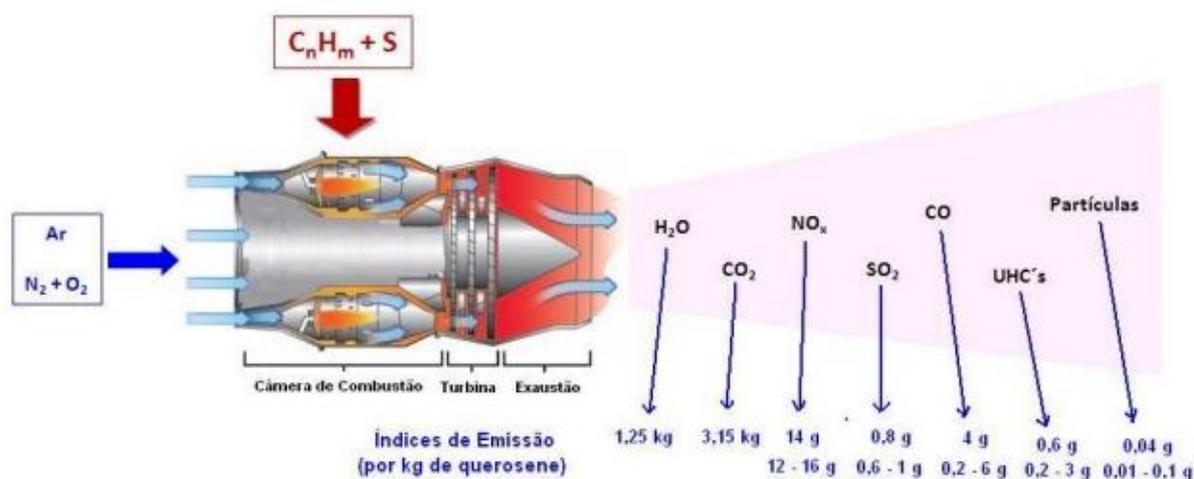


Figura 05 - Produtos da combustão emitidos por motores a jato, por kg de querosene.

https://www.redemet.aer.mil.br/uploads/2014/04/IV_Workshop_de_Mudan%C3%A7a_Clim%C3%A1ticas_2_redemet.pdf

Consumo de Combustível e Emissão de CO₂

O cálculo do consumo de combustível de um avião leva em conta, diversas variáveis. Isto é necessário e obrigatoriamente verificado antes da decolagem em função da rota a ser seguida. Como exemplo, para um avião moderno como Airbus A350-900 (325 passageiros), num voo Rio de Janeiro – Paris, seriam gastos 45 mil litros de combustível. Se for considerada a densidade de 0,8 para o combustível, resultam aproximadamente 36 mil kg de querosene. Usando os dados da figura 05 acima seriam gerados 36 mil x 3,15 = 113 mil kg de CO₂, a maior parte lançada na alta atmosfera, acima dos 10 mil metros de altitude. Para cada passageiro o gasto de combustível seria de: 36000/325 = 110 kg combustível /passageiro. E a geração de CO₂ seria de quase 350 quilos por passageiro, é cinco vezes o peso de uma pessoa de 70 kg. Agora em função da quilometragem percorrida teríamos: 350/325pass./9169km = **0,038 kg CO₂/pass.km para o transporte aéreo de longa distância**. Comparando com um automóvel que faz 10km/litro carregando 2 passageiros resulta: para 1litro comb./10 km/2 pass., resulta 1 x 0,8 x3,15 kg CO₂ /10km/2 pass. = **0,126**

kg CO₂/pass.km para o transporte por automóvel, ou seja o transporte individual gera **três vezes mais kg CO₂/pass.km** que o transporte aéreo. É claro que esses cálculos são aproximados e variam caso a caso.

O caso do Concorde

Quatro motores a jato com pós-combustão impulsionavam o Concorde gerando 152000 libras de empuxo, atingindo a velocidade de Mach 2,02 (2294 km/h), duas vezes a velocidade do som. Voando acima dos demais jatos comerciais a 18300 metros de altitude não enfrentava turbulências e era mais rápido do que a rotação da Terra (1666 km/h). Foi utilizado comercialmente entre 1976 e 2003, mas apenas 20 unidades foram construídas pelo consórcio franco-britânico entre a Aerospatiale e a British Aircraft.. O tempo médio de voo entre a Europa e a América, num avião comercial comum, é de 8 horas, no Concorde era reduzida para 3,5 horas; a passagem custava US\$10000,00, o serviço era de primeira qualidade e gasto de combustível idem: aproximava-se de tonelada de combustível por passageiro entre Nova York e Londres. (Moriah, 2019).



Figura 06. Concorde, para 92 até 120 passageiros. <http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com/2016/09/concorde.html>

Motor a jato com pós-combustão

Já diz o nome: pós-combustão, isto é, a combustão normal ocorre dentro do motor, antes da turbina. No motor de pós-combustão uma nova carga de combustível é injetado nos gases ainda quentes que estão saindo. Quando está em funcionamento este tipo de propulsão, pode-se ver o fogo formado na traseira do motor (figura 07), consegue-se um empuxo até 70% maior, mas a emissão poluente é considerável. Pode servir para uma manobra rápida de um avião de caça ou no caso do Concorde para atingir a velocidade supersônica. O Concorde emitia ruído e poluição superiores aos aceitáveis para a sua operação nos Estados Unidos, que só autorizaram a sua operação após varias demonstrações de sua viabilidade pelos fabricantes.

Na aquisição do **caça Gripen NG** da fabricante sueca Saab, pela força aérea brasileira, um dos fatores decisivos foi o custo operacional. Por ser monomotor e um dos poucos desse tipo a atingir a velocidade supersônica sem o uso do sistema de pós-combustão, a aeronave tem um custo da hora de voo bem inferior ao dos concorrentes (Guandeline, 2013). O primeiro caça, de 36 unidades adquiridas, foi entregue esta semana (10.09.2019) em Linköping na Suécia em evento solene com a presença de autoridades e técnicos dos dois países (Godoy, 2019).



Figura 07. Motor a reação com pós-combustão, por isso a alta temperatura na saída. <https://www.aeroflap.com.br/alias-como-e-um-pos-combustor-internamente/>

Conclusão

Com esta terceira e última parte encerramos os artigos sobre transporte aéreo, e ficamos com a preocupação das emissões aéreas. Infelizmente não vemos opção de curto prazo. No Brasil, em 2018, foram transportados 103 milhões de passageiros e dados de 2017 da Associação Internacional de Transporte Aéreo (IATA) mostram que número de passageiros deverá duplicar em 20 anos, passando de 4,1 bilhões para 8,2 bilhões em 2037, especialmente na região Ásia-Pacífico. (Estado de Minas, 2018). Em futuro próximo o **transporte marítimo** será objeto de uma reflexão. Até lá.

Eng° Químico Carlos Alberto Krahl
Especialista, Equipe VIGIAR/CEVS/SES

Com as contribuições de Liane Beatriz Goron Farinon e do Eng° Químico Paulo José Gallas especialistas da Equipe VIGIAR/CEVS/SES

Referências:

- ARAUJO, D. Autoentusiastas, AE (09/12/2018) disponível em TURBINAS AERONÁUTICAS: HISTÓRIA, CONCEITOS E EMPREGOS – 1ª PARTE, acessado em 22/07/2019. <https://www.autoentusiastas.com.br/2017/01/turbinas-historia-conceitos-empregos-parte-2/>
- ROCHA, A.C., MARTINS, M.P.R., SANTOS, C.B. Estimativa das emissões de dióxido de carbono proveniente da aviação civil regular em um dia específico. IV Workshop de Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco. Outubro de 2012.
- TURBOFAN (indústria aeronáutica) 13.10.2014, Ciência e Tecnologia em Foco. Acessado em 23.08.2019. <http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com/2014/10/turbofan.html>
- MORIAH, R. Concorde: 50 anos do supersônico mais elegante dos céus. Airway. 01.03.2019 Acessado 09.09.2019. <https://airway.uol.com.br/concorde-50-anos-do-supersonico-mais-elegantes-dos-ceus/>
- CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM FOCO. Concorde. 20.09.2016 acessado em 09.09.2019. <http://cienciatecnologiafoco.blogspot.com/2016/09/concorde.html>
- AEROP LAP. Aliás, como é um Pós-combustor internamente? 05.07.2015 Acessado 09.09.2019. <https://www.aeroflap.com.br/alias-como-e-um-pos-combustor-internamente/>
- CASAGRANDE, V. Quanto combustível um jato comercial consome por voo? Blog todos a bordo 20.06.2018, Acessado em 09.09.2019 <https://todosabordo.blogosfera.uol.com.br/2018/06/20/quanto-combustivel-um-jato-comercial-consome-por-voos/>
- ESTADO DE MINAS – Internacional. IATA prevê o dobro da quantidade de passageiros de avião para 2037. 24.10.2018, acessado em 09.09.2019. https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2018/10/24/interna_internacional,999737/iata-preve-o-dobro-da-quantidade-de-passageiros-de-aviao-para-2037.shtml
- GUANDELIN, L., OTAVIO, C. Caças: custo operacional e tecnologia aberta favoreceram fabricante sueca. O Globo Brasil 19.12.2013 acessado em 10.09.2019 <https://oglobo.globo.com/brasil/cacas-custo-operacional-tecnologia-aberta-favoreceram-fabricante-sueca-11109887>
- Godoy, R. Caça sueco Gripen é entregue à FAB e inicia fase de testes. Terra, 10.09.2019, acessado em 10.09.2019. <https://www.terra.com.br/noticias/caca-sueco-gripen-e-entregue-a-fab-e-inicia-fase-de-testes.65c745c295c1586b1d55239e15a2837aztidn32c.html>

Vamos refletir...

Que tal usarmos menos o carro, nem que seja um dia a menos na semana, ou diminuir o uso de biomassa em fogões a lenha, ou utilizarmos menos sprays de uso doméstico, etc.? **Cabe o alerta, só temos esta casa!**



Disponível em <<http://depositodocalvin.blogspot.com/2008/05/>> Acesso em: 29/05/19

REFERÊNCIAS DO BOLETIM:

ARBEX, Marcos Abdo; Cançado, José Eduardo Delfini; PEREIRA, Luiz Alberto Amador; BRAGA, Alfesio Luis Ferreira; SALDIVA, Paulo Hilario do Nascimento. **Queima de biomassa e efeitos sobre a saúde**. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2004; 30(2) 158-175.

BAKONYI, et al. **Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR**. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo: USP, v. 35, n. 5, p. 695-700, 2004.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Avisos Meteorológicos**. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 11 de set. de 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. **Qualidade do ar**. Disponível em: <<http://meioambiente.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 11 de set. de 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Divisão de Geração de Imagem. **SIG Focos: Geral e APs**. Disponível em <<https://prodwww.queimadas.dgi.inpe.br/bdqueimadas>>. Acesso em: 11 de set. de 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Previsão do Tempo**. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 04 de set. de 2019.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Tendências de Previsão do Tempo**. Disponível em: <<https://tempo.cptec.inpe.br/rs/porto-alegre>>. Acesso em: 11 de set. de 2019.

MASCARENHAS, Márcio Denis Medeiros, et al. **Poluição atmosférica devida à queima de biomassa florestal e atendimentos de emergência por doença respiratória em Rio Branco, Brasil - Setembro, 2005**. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, Brasília, D.F., v.34, n. 1, p.42- 46, jan. 2008.

NICOLAI, T. **Air pollution and respiratory disease in children is the clinically relevant impact?** *Pediatr. Pulmonol.*, Philadelphia, v. 18, p.9-13, 1999.

O Boletim Informativo do VIGIAR/RS é uma publicação digital com periodicidade semanal da DVAS/SES/CEVS. Divulga informações referentes à relação existente entre o ambiente atmosférico e a saúde coletiva. Objetiva instrumentalizar os profissionais da rede de atenção à saúde, os gestores do meio ambiente e educação para a detecção oportuna de eventos, visando à adoção de ações de prevenção e controle.

EXPEDIENTE:

Secretaria Estadual da Saúde

Centro Estadual de Vigilância em Saúde RS

Avenida Ipiranga, 5400 – Jardim Botânico | Porto Alegre | RS | Brasil.
CEP: 90.610-030

vigiar-rs@saude.rs.gov.br

Secretária de Saúde: Arita Bergmann

Diretora do CEVS: Rosângela Sobieszczanski

Chefe da DVAS/CEVS: Lúcia Mardini

Centro de Informação e Documentação – CID

Equipe Vigiar/RS:

Carlos Alberto Krahl – Engenheiro Químico

Emerson Paulino – Médico Veterinário

Liane Beatriz Goron Farion – Bióloga

Paulo José Gallas – Engenheiro Químico

Salzano Barreto de Oliveira – Engenheiro Agrônomo

Natasha Santos de Moura - Estagiária de geografia (UFRGS)

O Boletim Informativo do Vigiar/RS é um instrumento de informação técnica em saúde e ambiente editado pelo Centro Estadual de Vigilância em Saúde, vinculado à Secretaria Estadual da Saúde do Rio grande do Sul, com periodicidade semanal, disponível no endereço eletrônico <http://bit.ly/2htliUS>

AVISO:

O Boletim Informativo VIGIAR/RS é de livre distribuição e divulgação, entretanto o VIGIAR/RS não se responsabiliza pelo uso indevido destas informações.