

Mensagem da Equipe VIGIAR/RS

Muito temos alertado que a exposição à poluição ao ar, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), vem se transformando num dos maiores fatores de risco ambiental para a saúde humana.

Segundo pesquisa realizada pelo Centro de Saúde Ambiental Infantil da Colômbia, tendo por base a revisão de estudos sobre exposições a poluentes do ar e os efeitos na saúde, entre 2000 e 2018, alerta para a extensa evidência sobre os muitos danos da poluição do ar na saúde das crianças. Os Impactos da combustão dos combustíveis fósseis em meninos e meninas variam de comprometimento do desenvolvimento cognitivo à maior vulnerabilidade para cânceres. O trabalho apresenta as descobertas de uma forma que favorece o apoio de políticas de ar limpo e de mudanças climáticas para a proteção da saúde do referido público.

Cabe ressaltar que a OMS estima que mais de 40% da carga de doenças relacionadas ao meio ambiente e cerca de 90% da carga da mudança climática são suportadas por crianças que têm no máximo cinco anos de idade.

Lembrando do calor que temos enfrentado desde o mês de dezembro, é importante atentar para os ambientes de ar interior climatizado artificialmente. Devem dispor de um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos **sistemas de climatização**, visando à eliminação ou minimização de **riscos potenciais à saúde dos ocupantes**. Devem proporcionar condições específicas de conforto e boa qualidade do ar, adequadas ao bem-estar dos ocupantes. Os PMOC devem obedecer a parâmetros de qualidade do ar para ambientes climatizados artificialmente, em especial no que diz respeito a poluentes de natureza física, química e biológica, suas tolerâncias e métodos de controle, assim como obedecer aos requisitos estabelecidos nos projetos de sua instalação. Leia mais a respeito na segunda notícia.

Finalizamos esta edição ainda dando continuidade ao tema geração de energia elétrica. Vivemos num tempo em que precisamos pensar e agir seriamente de forma a emitir menos dióxido de carbono para a atmosfera, por isso o uso mais apropriado de energia elétrica é recomendável. Precisamos gerar e disponibilizar essa forma de energia, de forma segura, confiável, econômica e com a menor emissão dos gases de efeito estufa.

São muitas as vieses que podem ser usadas e estamos explorando cada uma, mostrando de forma simples o que pode ser feito para amenizar problemas futuros. Apesar da elevação da temperatura global, vemos que muitos países estão desconectados da realidade preferindo não enfrentar os problemas de frente.

Lembramos que a poluição do ar é uma preocupação de saúde pública e é possível ser modificada, por exemplo, com a ajuda do setor energético.

Boa leitura!

Notícias:

- Poluição do ar afeta crescimento infantil, revela estudo.
- Lei Federal torna o PMOC obrigatório nos sistemas de climatização.
- Energia Nuclear – FISSÃO

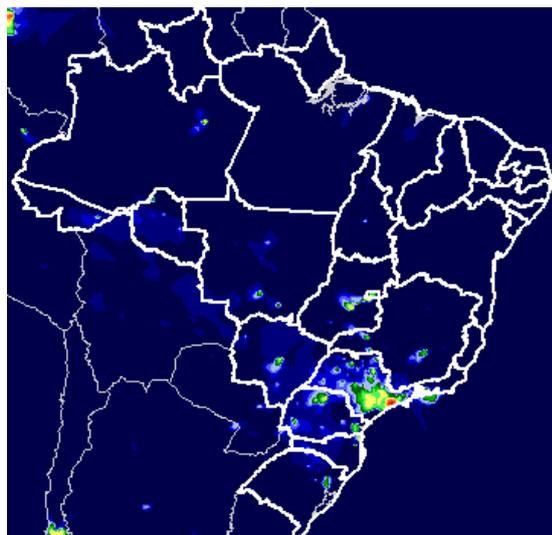
**Aproveitamos a
oportunidade para agradecer
as manifestações de apreço
ao Boletim Informativo do
VIGIAR.**

Objetivo do Boletim: Disponibilizar informações relativas à qualidade do ar que possam contribuir com as ações de Vigilância em Saúde, além de alertar para as questões ambientais que interferem na saúde da população.

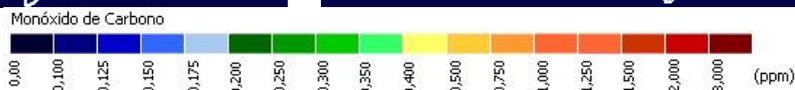
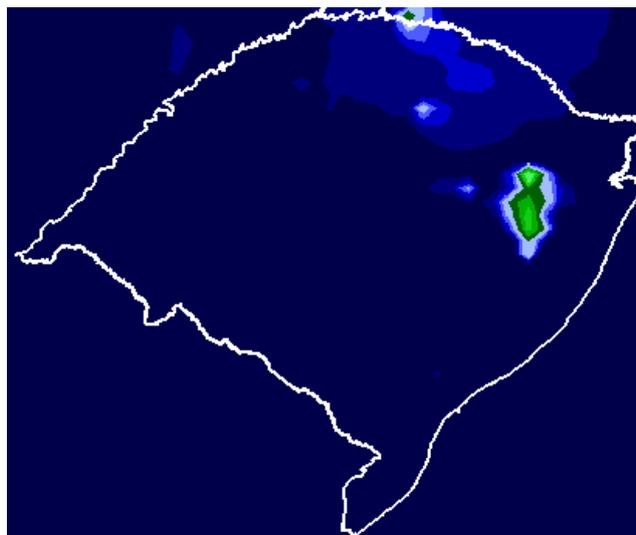
1. Mapas da Qualidade do Ar no Estado do Rio Grande do Sul. (*)

CO (Monóxido de Carbono) (*)

21/01/2019 – 12h

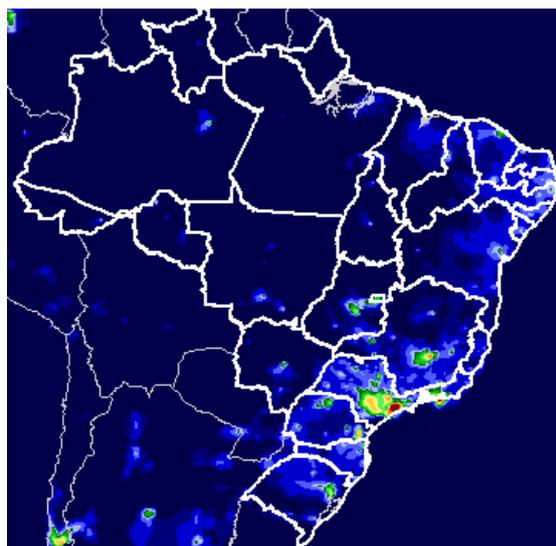


21/01/2019 – 12h

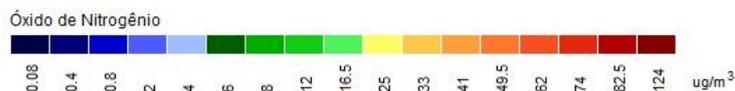
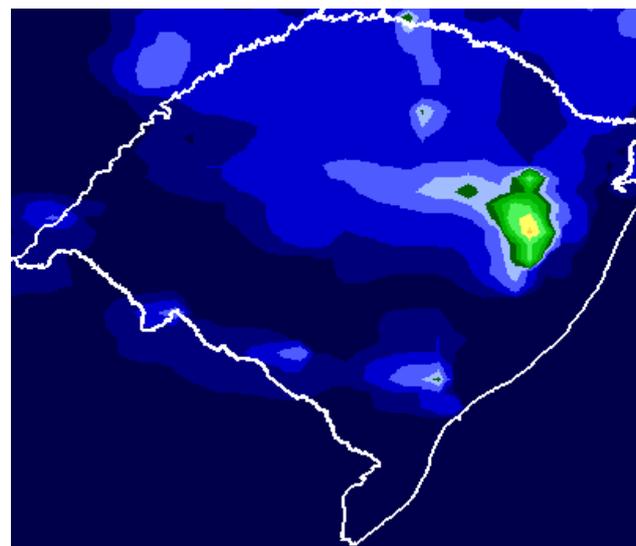


NOx (Óxidos de Nitrogênio) - valor máximo aceitável pela OMS = 40ug/m³ (*)

21/01/2019 – 09h



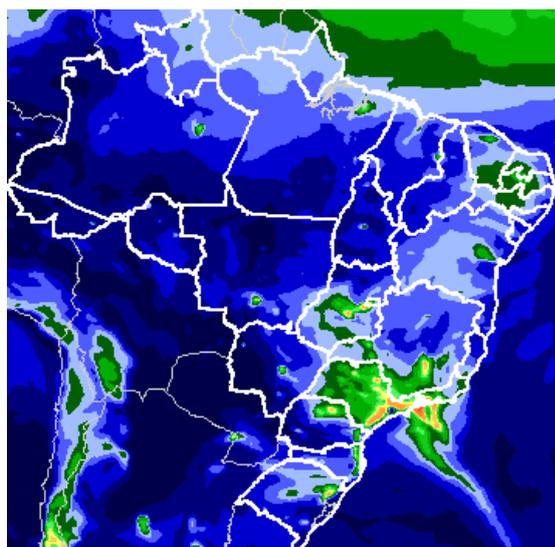
21/01/2019 – 09h



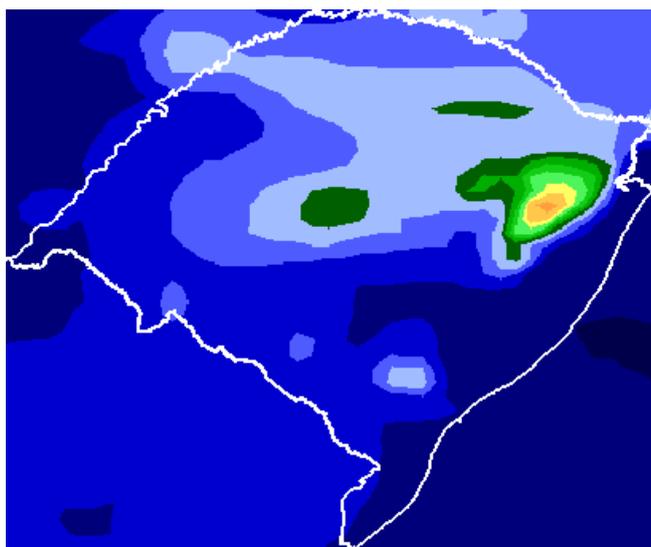
Poluente	Dia	Locais
Óxidos de Nitrogênio (NOx)	21/01/2019	O poluente estava acima dos padrões aceitáveis pela OMS na Região Metropolitana de Porto Alegre e municípios do seu entorno.
Nos dias 17, 18, 19 e 20/01/2019 o NOx não se encontrava acima dos padrões da OMS.		
Não há previsões de que o NOx esteve acima dos padrões da OMS para os dias 22 e 23/01 e para hoje.		

O₃ (Ozônio) (*)

21/01/2019 – 18h



21/01/2019 – 18h



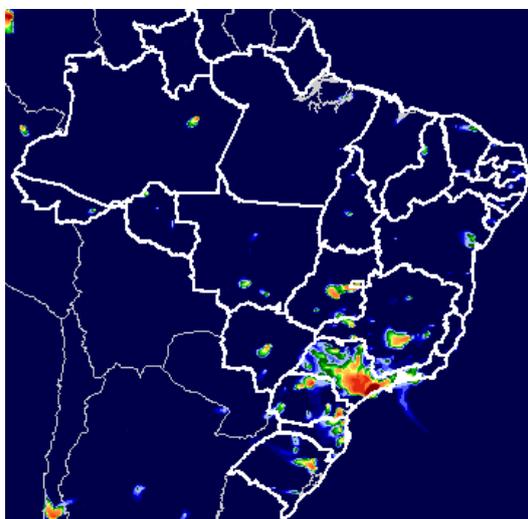
Ozônio



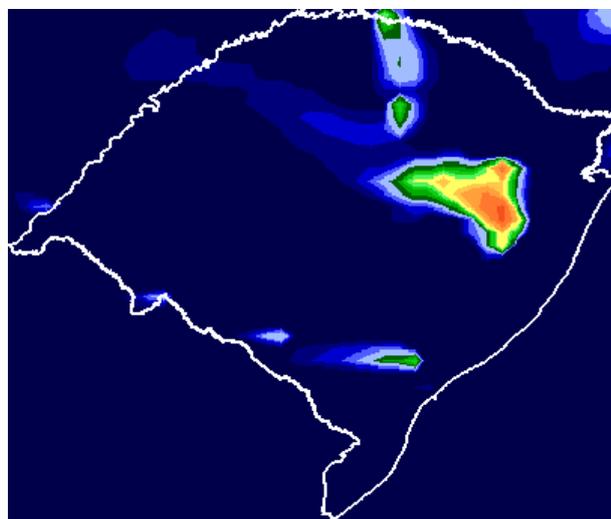
PM_{2,5}⁽¹⁾ (Material Particulado) - valor máximo aceitável pela OMS = 50ug/m³ (*)

- (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.

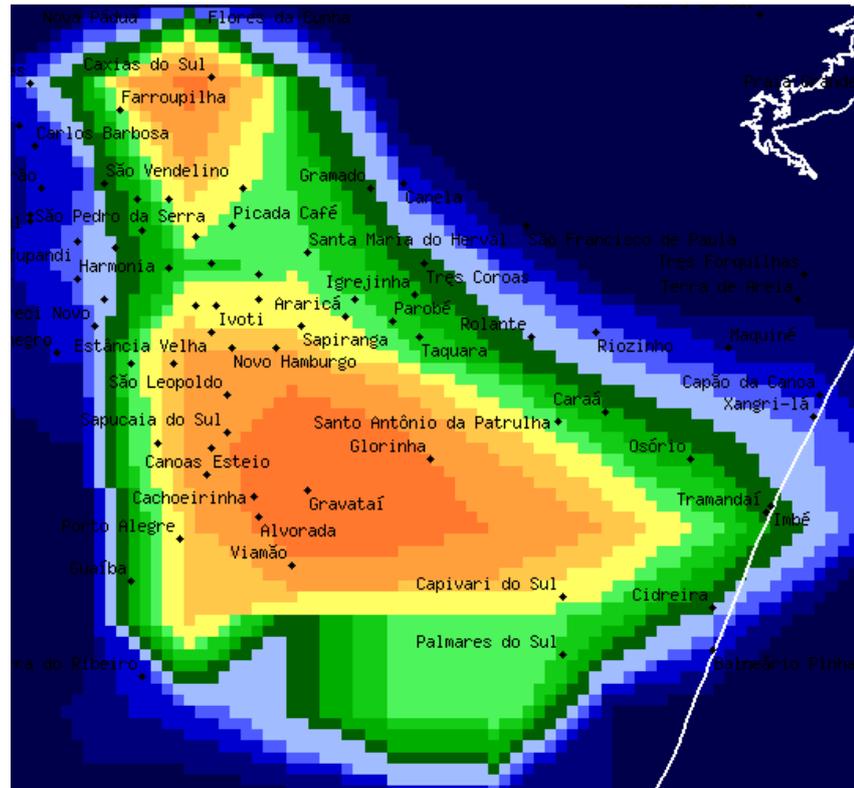
21/01/2019 – 09h



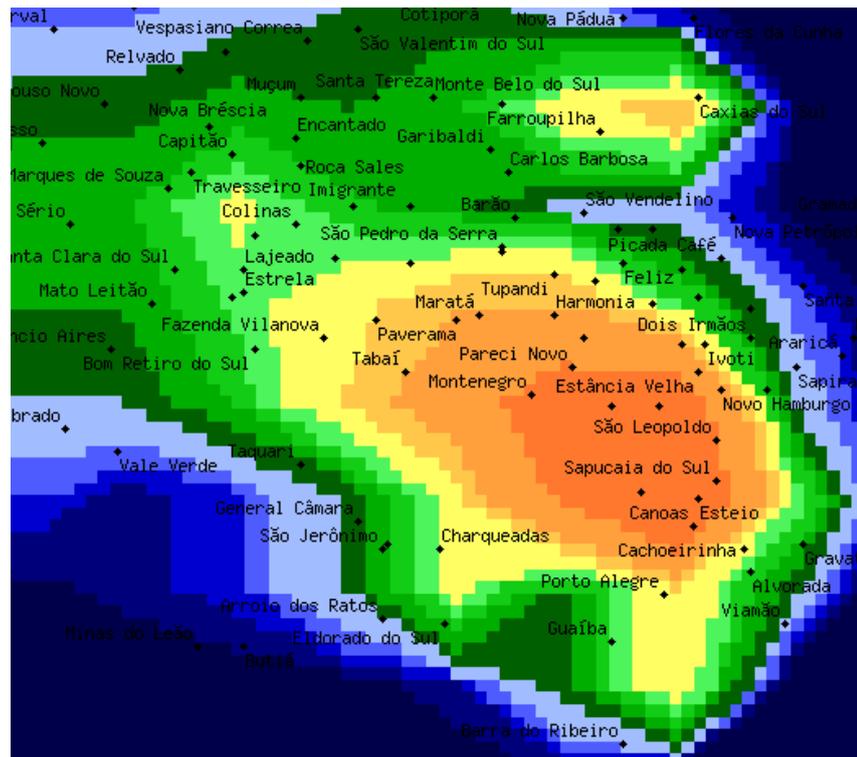
21/01/2019 – 09h



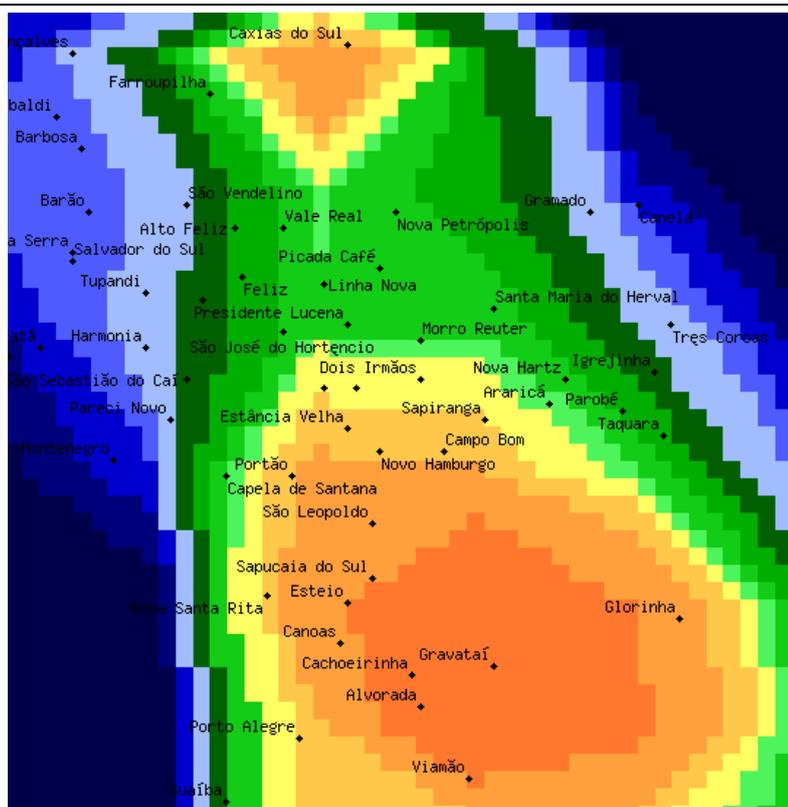
Dia 17/01/2019 -06h(*)



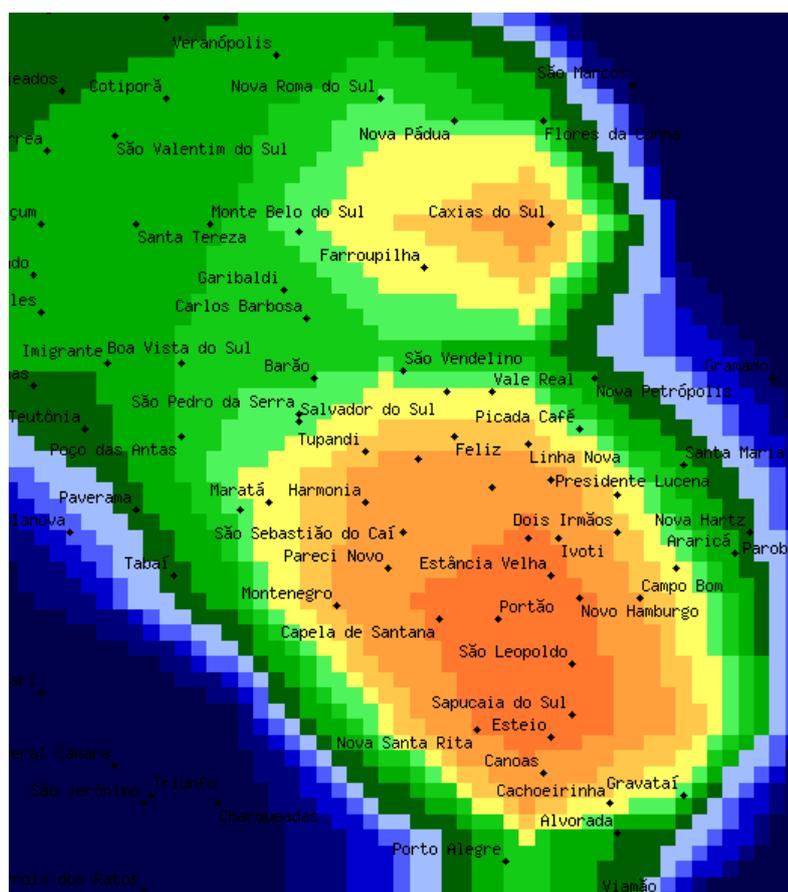
Dia 18/01/2019 -06h(*)



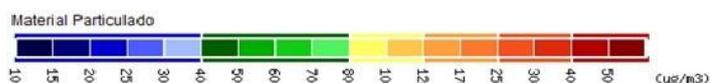
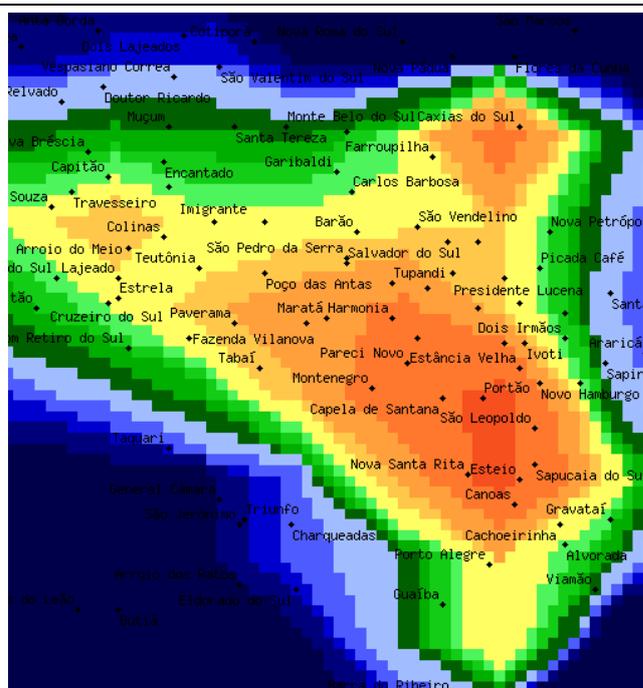
Dia 19/01/2019 -03h(*)



Dia 20/01/2019 -09h(*)



Dia 21/01/2019 –09h(*)



Há previsões de que o **PM_{2,5}** possa estar **acima dos padrões aceitáveis pela OMS, para hoje e os próximos dois dias** (25 e 26/01/2019), abrangendo outras regiões gaúchas além das já 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 – INDISPONÍVEL.

INPE, Programa Queimadas, informa:

As páginas do Programa Queimadas do INPE estão temporariamente fora do ar porque o datacenter onde elas ficam hospedadas foi desligado em caráter emergencial.

Uma chuva intensa com ventos fortes e granizo atingiu a unidade do INPE em Cachoeira Paulista, na tarde de segunda-feira, 21 de janeiro de 2019, derrubando árvores e postes e rompendo cabos de energia e de fibra ótica, o que deixou boa parte dos prédios sem eletricidade e Internet.

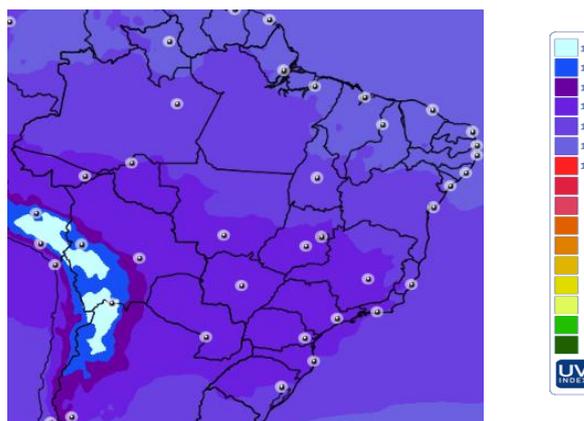
Os reparos começaram logo após o fim da tempestade, mas devem levar cerca de 5 dias. Nesse período, sites como Portal do Programa Queimadas, Banco de Dados de Queimadas, CIMAN Virtual etc. ficarão indisponíveis.

Pedimos desculpas pelos transtornos e agradecemos a compreensão de todos.



3. Previsão do ÍNDICE ULTRAVIOLETA MÁXIMO para condições de céu claro (sem nuvens), para o dia 24/01/2019:

Índice UV:
EXTREMO
para o Rio Grande do Sul



Fonte: <http://satelite.cptec.inpe.br/uv/> - Acesso em: 24/01/2019.

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 12 à 13, 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 (RS), no período de 24 a 28/01/2019:

24/01/2019: No norte do PR e de SC haverá nebulosidade variável com pancadas de chuva à partir da tarde. Nas demais áreas da região nebulosidade variável. Temperatura estável.

25/01/2019: No litoral do PR e norte de SC haverá nebulosidade variável com pancadas de chuva isoladas, principalmente à partir da tarde. Nas demais áreas da região haverá céu parcialmente nublado. Temperatura estável.



Fonte: <http://tempo.cptec.inpe.br/> - Acesso em 24/01/2019.

4.1. Tendência da Previsão do Tempo, Probabilidade de Chuva, Índice Ultravioleta, Temperaturas Mínimas e Máximas para o período de 25 a 28/01/2019, no Rio Grande do Sul.



Fonte: <https://www.cptec.inpe.br> - Acesso em 24/01/2019.

NOTÍCIAS

UAI – SAÚDE
Por Correio Brasiliense
Em 27/12/2018 – 15h16min

Poluição do ar afeta crescimento infantil, revela estudo

Impactos da combustão dos combustíveis fósseis em meninos e meninas vão de comprometimento do desenvolvimento cognitivo a maior vulnerabilidade a cânceres



Estudo comprova impacto no desenvolvimento cognitivo e maior vulnerabilidade a cânceres (Foto: Mark Ralston/AFP)

Estudo realizado por cientistas do Centro de Saúde Ambiental Infantil da Colômbia reuniu um número significativo de evidências dos efeitos prejudiciais da poluição do ar na saúde de crianças. O artigo, publicado recentemente na revista especializada *Environmental Research*, é a primeira revisão abrangente sobre o tema e revela os impactos da combustão dos combustíveis fósseis em meninos e meninas, incluindo o comprometimento do desenvolvimento cognitivo e a maior vulnerabilidade a cânceres.

“Há uma extensa evidência sobre os muitos danos da poluição do ar na saúde das crianças. Nosso trabalho apresenta essas descobertas de uma maneira que é conveniente ao apoio de políticas de ar limpo e de mudanças climáticas que protejam a saúde delas”, frisa Frederica Perera, diretora do centro e professora de ciências da saúde ambiental.

A equipe revisou 205 estudos publicados entre 1º de janeiro de 2000 e 30 de abril de 2018, que tinham informações sobre a relação entre a concentração de exposições a poluentes do ar e os efeitos na saúde. Os estudos referem-se a subprodutos da queima de combustíveis, como material particulado (PM2.5), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH) e dióxido de nitrogênio (NO2) - todos tóxicos para o corpo humano.

Uma tabela desenvolvida pelos autores fornece informações sobre o risco à saúde para cada tipo de exposição, com base nas pesquisas, que abrangeram seis continentes. Eles acreditam que o modelo pode influenciar na decisão de medidas voltadas para o público específico. “As políticas para reduzir as emissões de combustíveis fósseis têm dois propósitos: diminuir a poluição do ar e mitigar as mudanças climáticas, com benefícios econômicos e de saúde combinados. Mas como apenas alguns resultados adversos em crianças são considerados, os formuladores de políticas públicas ainda não enxergam a extensão dos benefícios potenciais das políticas de ar limpo e de mudança climática particularmente para a infância”, explica Frederica Perera.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que mais de 40% da carga de doenças relacionadas ao meio ambiente e cerca de 90% da carga da mudança climática são suportadas por crianças que têm no máximo 5 anos de idade, embora essa faixa etária constitua apenas 10% da população mundial.

Gravidez interrompida

Pesquisadores da Universidade de Utah Health descobriram que as mulheres têm o risco de sofrer um aborto espontâneo aumentado em 16% após a exposição de curto prazo à elevada poluição do ar. O estudo considerou dados de mais de 1,3 mil voluntárias, com média de 28 anos e atendidas em hospitais do estado americano devido à interrupção não desejada da gravidez até a vigésima semana. Aquelas que haviam sido expostas a níveis elevados de dióxido de nitrogênio durante uma janela de sete dias apresentaram risco aumentado de perder o filho. Detalhes do trabalho foram divulgados, neste mês, na revista *Fertility and Sterility*.

Fonte: <https://www.uai.com.br/app/noticia/saude/2018/12/27/noticias-saude.239327/poluiçao-do-ar-afeta-crescimento-infantil-revela-estudo.shtml>

Em 24/01/2019

Lei Federal torna o PMOC obrigatório nos sistemas de climatização

Lei Dispõe sobre a manutenção de instalações e equipamentos de sistemas de climatização de ambientes.



Fonte: Roberto Suguino/Agência Senado

Todos os edifícios, públicos ou privados, que possuem ambientes de ar interior climatizado artificialmente, serão obrigados a fazer a manutenção de seus sistemas de ar condicionado, de acordo com um Plano de Manutenção, Operação e Controle – PMOC dos respectivos sistemas de climatização, visando à eliminação ou minimização de riscos potenciais à saúde dos ocupantes. É o que determina a Lei [13.589/2018](#), sancionada dia 04 e publicada dia 05/01/2018 no *Diário Oficial da União*.

Os sistemas de climatização e seus Planos de Manutenção, Operação e Controle deverão atender a parâmetros de qualidade de ar climatizado artificialmente, especialmente os que se relacionam a poluentes/contaminantes do ar, sejam químicos, físicos ou biológicos, regulamentados pela [Resolução 9/2003](#) da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e posteriores alterações, assim como à [NR-17](#) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O objetivo é garantir a boa qualidade do ar interior, considerando padrões de temperatura, umidade, velocidade, taxa de renovação e grau de pureza.

“Primeiramente, essa legislação dá ao fiscal, seja do Estado, da Anvisa ou Covisa (Coordenadoria de Vigilância em Saúde), instrumentos para que possa fiscalizar; o segundo ponto chama a atenção do administrador do edifício que algo profissional deve ser feito. Embora essa consciência da manutenção já vem se cristalizando há oito anos de uma maneira mais densa”, comenta Wadi Tadeu Neaime, presidente do Departamento de Instalação e Manutenção da [Abrava](#) (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento), que participou da comissão criadora do texto da lei.

A matéria tem origem no Projeto de Lei da Câmara (PLC) [70/2012](#), aprovado no Senado em agosto de 2013.

“Acredito que precisamos estruturar o tema Qualidade do Ar Interno no Brasil, através de uma regulamentação federal, com apoio e definição das responsabilidades dos diversos players do setor. Uma espécie de Comitê Nacional de QAI, com participação da já mencionada Anvisa, Ibama (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), Abrava, Sindratar (Sindicato das Indústrias de Refrigeração, Aquecimento e Tratamento de Ar), Brasindoor (Sociedade Brasileira de Meio Ambiente e Controle da Qualidade do Ar de Interiores), USP (Universidade de São Paulo), Cetesb (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo), Fundacentro (Fundação Jorge Duprat Figueiredo, de Segurança e Medicina do Trabalho), e outros. Definindo estruturas operacionais de fiscalização, treinamentos, eventos, guias, informações, para a correta informação do tema à sociedade brasileira”, acredita Leonardo Cozac, diretor nacional do Qualindoor da Abrava.

A lei será aplicada a todos os edifícios, mas os ambientes climatizados de uso restrito – laboratórios e hospitais, por exemplo - deverão obedecer a regulamentos específicos.

“A aprovação da Lei 13.589 para o setor AVAC-R (Aquecimento, Ventilação, Ar Condicionado e Refrigeração) trará enormes benefícios, principalmente, para a saúde da população. A efetivação da aplicação da lei, mostra à sociedade brasileira que ela tem o direito de frequentar ambientes climatizados com qualidade do ar interior, para preservar sua saúde e sua segurança. Já para os proprietários e usuários dos imóveis, a Lei possibilita reduções nos custos dos seguros e, fundamentalmente, melhor qualidade de vida, entre outros fatores”, informa Carlos Trombini, presidente do [Sindratar-SP](#).

Veto

O Ministério da Justiça e Segurança Pública recomendou o veto ao trecho do projeto que obrigava a responsabilidade técnica do Plano de Manutenção, Operação e Controle a um Engenheiro Mecânico. De acordo com o presidente da República, Michel Temer, na razão para o veto ([VET 2/2018](#)), tal regra criaria reserva de mercado sem necessidade.

Compilado por Matheus Mendes

Fontes Referenciais:

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2018/01/05/entra-em-vigor-lei-que-obriga-manutencao-de-sistemas-de-ar-condicionado>
<http://www.cfbio.gov.br/artigos/Nova-lei-sobre-climatizacao-de-ambiente-abre-opportunidade-para-Biologos>
http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm#17.5. Condi%C3%A7%C3%B5es_ambientais_de_trabalho

ENERGIA NUCLEAR – FISSÃO

Em todo o mundo, muito se fala em **Energia Nuclear**, mas pouco se sabe sobre o assunto. E quanto menos se sabe, mais se ouve falar. Fala-se muito e muito é suposição pelo desconhecimento ou **EU ACHO** que... Não deveria ser assim!

Cabe aqui, após a breve reflexão, colocar alguns conceitos da energia nuclear, de certa forma desmistificando alguns pensamentos e "abrindo" o que parece escondido, tabu ou "coisa do capeta".

Atente-se que este bloco faz parte do conjunto maior, que versa sobre COMO GERAR ENERGIA ELÉTRICA.

Para lembrar, colegas e novos leitores, estamos em um tempo em que precisamos pensar e agir seriamente de forma a que seja emitido menos dióxido de carbono à atmosfera e, então, o uso mais generalizado da energia elétrica é uma das formas de consegui-lo. No entanto, precisamos gerar e disponibilizar esta forma de energia, de forma segura, confiável, econômica e com a menor emissão dos gases de efeito estufa (GEE). Para iniciar, colocamos algumas informações importantes:

- **As primeiras centrais nucleares comerciais começaram a funcionar nos anos 50.**
- **A energia nuclear hoje fornece cerca de 11% da eletricidade mundial com 450 reatores de energia.**
- **A energia nuclear é a segunda maior fonte de energia de baixo carbono do mundo (30% do total em 2016).**
- **Mais de 50 países utilizam energia nuclear em cerca de 225 reatores de pesquisa. Além da pesquisa, esses reatores são utilizados para a produção de isótopos médicos e industriais, bem como para treinamento.**

Ainda para reforçar as ideias sobre energia e a fonte nuclear, já em 2010 a China superou os EUA e se tornou o maior consumidor de energia do mundo. Foi neste ano que a China consumiu 4% a mais de energia que os EUA, derrubando o país do primeiro lugar que ocupava esta posição desde 1900. São dela 40% das 65 centrais nucleares em construção no mundo hoje. A China é também líder na geração de energia limpa, especialmente solar e eólica.

São muitos os vieses que podem ser usadas para minimizar os problemas futuros e estamos explorando cada um deles. Procuramos mostrar de forma simples e objetiva o que pode ser feito e como os países poderão enfrentar esses problemas, de sorte a minimizar o sofrimento que virá, principalmente com relação à saúde pública.

Apesar de já estar acontecendo a elevação da temperatura global, vemos que muitos países estão desconectados da realidade, negando peremptoriamente o fato, envolvidos de tal forma politicamente (partidária) que preferem deixar o futuro nebuloso para todos os outros, do que enfrentar os problemas de frente e logo. Parece aquela figura de avestruz que enterra a cabeça na areia, achando que está se esquivando dos problemas, mas deixando o restante do corpo exposto. Não adianta: o ar é para todos, assim como o excesso de CO₂ o é e seus efeitos adversos, via aumento da temperatura da atmosfera e dos oceanos.

Iremos apresentar um pouco sobre a geração de energia elétrica pela **via nuclear**, o que nos parece um dos mais importantes caminhos para disponibilizar esta energia altamente concentrada e pura, com fonte de baixíssima emissão de CO₂, o que favorece e muito a melhoria ou, na pior das hipóteses, a manutenção da saúde humana.

Como Tudo Começou

O Urânio foi descoberto em 1789 (*homenagem ao planeta Urano*) por Martin Klaproth. Em 1896, Henri Becquerel descobriu um minério contendo Urânio que escurecia uma chapa fotográfica e passou a demonstrar que isso era devido à **radiação beta** (elétrons) e **partículas alfa** (núcleos de hélio) sendo emitidas. Villard encontrou um terceiro tipo de radiação do minério: os **raios gama**, parecidos com os raios X.

Em 1932, James Chadwick descobriu o **nêutron**. No final de 1938, Otto Hahn e Fritz Strassmann, mostraram que os novos elementos eram **mais leves** e tinham cerca de metade da massa atômica do urânio, demonstrando, assim, que **a fissão atômica havia ocorrido**, levando o **núcleo do átomo a se dividir** em duas partes **não** iguais. Eles calcularam a liberação de energia dessa fissão em cerca de 200 milhões de elétron-volt. (Para comparar, um quilograma de gasolina pode fornecer cerca de 10.000 quilocalorias de energia e um quilograma de urânio 235, fissionando, pode fornecer cerca de 19,6 milhões de quilocalorias)

Esta foi a primeira confirmação experimental do artigo de Albert Einstein, apresentando a equivalência entre massa e energia ($E=mc^2$), que foi publicada em 1905.



SÍMBOLO UNIVERSAL PARA RADIAÇÃO NUCLEAR

Aproveitando a fissão nuclear

Os desenvolvimentos de 1939 mostraram que a fissão não só **liberava muita energia**, mas também **liberava nêutrons adicionais** que poderiam causar fissão em outros núcleos de urânio e, possivelmente, uma reação em cadeia auto-sustentável levando a uma **enorme liberação de energia**.

A parte do conceito de fissão/bomba atômica foi fornecida em 1939 por Francis Perrin, que introduziu o conceito da **massa crítica de urânio** necessária para produzir uma liberação auto-sustentável de energia e suas teorias foram estendidas por Rudolf Peierls. Os resultados matemáticos foram de considerável importância no desenvolvimento da bomba atômica. A cabal demonstração da fissão e massa crítica aconteceu em um deserto Norte-americano e depois em Hiroshima e Nagasaki e aquela guerra terminou.

O grupo de Perrin continuou os estudos e demonstrou que uma reação em cadeia poderia ser sustentada em uma mistura de urânio-água (desaceleradora dos nêutrons), desde que nêutrons externos fossem injetados no sistema. Eles também demonstraram a ideia de introduzir material absorvente de nêutrons para **limitar** a multiplicação de nêutrons e, assim, **controlar a reação nuclear** que é **a base para a operação de uma usina nuclear**.

Então, o que é uma Usina Nuclear?

Uma **Usina Nuclear** é uma instalação industrial pacífica que tem por finalidade **produzir energia elétrica** a partir de reações nucleares. As reações nucleares de elementos radioativos produzem uma grande quantidade de energia térmica, que é usada para gerar vapor d'água, que move uma turbina, que está acoplado ao gerador de energia elétrica. O **elemento combustível** mais utilizado para a produção dessa energia é o **urânio**.

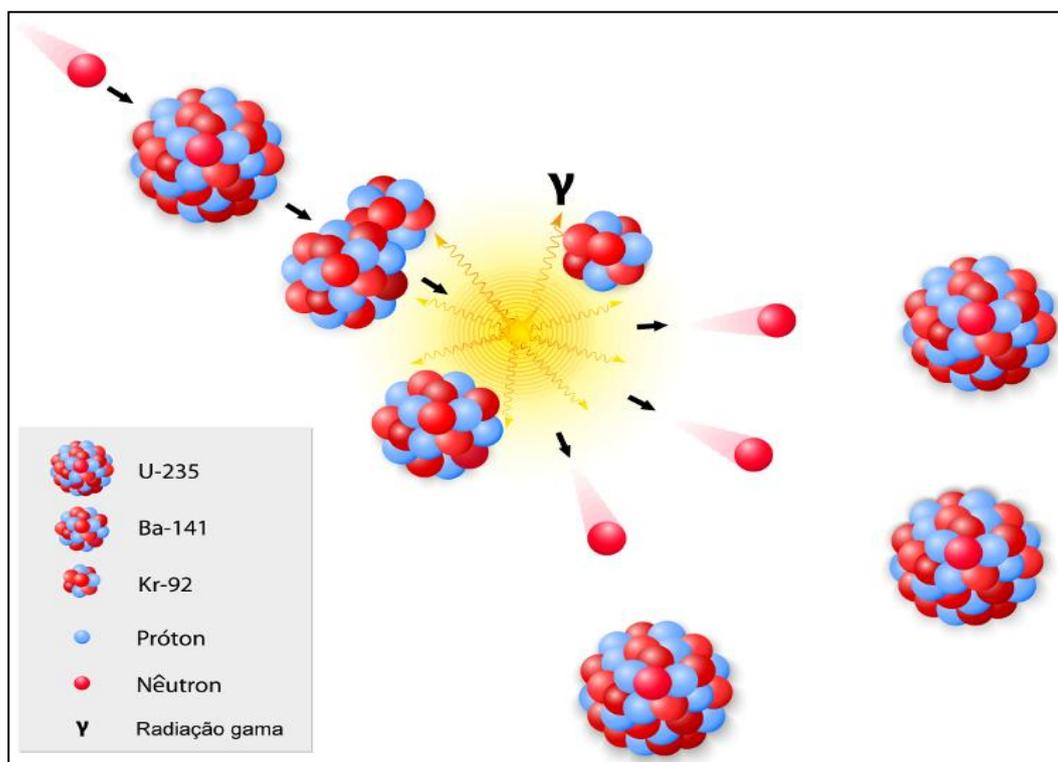
Geralmente, as usinas nucleares são constituídas por um **envoltório de contenção** feito de concreto (no mínimo com 1,5 metros de espessura) e muito aço, com a finalidade de proteger o reator nuclear e evitar a emissão de radiações para o meio ambiente.

E a Fissão Nuclear, o que é?

Fissão nuclear é um processo natural que consiste no decaimento de núcleos atômicos instáveis, para núcleos atômicos menores por meio da **captura de nêutrons lentos**. Nesse processo, uma grande quantidade de energia é liberada em forma de **radiação e calor** em virtude da **diferença de massa** entre o núcleo original e a soma das massas dos núcleos resultantes do **decaimento radioativo**.

Fissão Nuclear: Ruptura, cisão, quebra. Fenômeno que consiste na divisão de um átomo pesado (Urânio, Plutônio...) em dois ou mais fragmentos, graças ao bombardeio feito com nêutrons.

A seguir, podemos conferir no **Desenho 1**, a reação em cadeia do Urânio, transformando-se em Bário (Ba) e Criptônio (Kr), gerando três nêutrons que se dirigem para novos Urânios e gerando energia sob a forma de radiação gama (γ). Os nêutrons formados na reação nuclear precisam ser parcialmente absorvidos, senão a reação se torna incontrolável, o que é o caso de uma bomba atômica. Este controle de absorção é conduzido com o auxílio de barras de grafite.



Desenho 1: Na fissão nuclear do átomo de urânio-235, além dos núcleos mais leves, são emitidos nêutrons e raios gama (γ).

(Fonte: World Nuclear Association)

Toda a energia proveniente desse tipo de reação surge em decorrência da pequena diferença de massa entre o núcleo original e a soma dos novos núcleos formados. Somando-se a massa desses últimos, encontramos uma massa menor que a massa inicial. A essa diferença de massa damos o nome de "**defeito**" de massa. A quantidade de energia produzida na fissão nuclear pode ser calculada por meio da famosa relação de Einstein para a **energia de repouso**: $E = mc^2$.

Esta energia gerada e canalizada adequadamente em uma Usina Nuclear, que é dividida em **fases** distintas, em função do tipo de atividade, tipicamente para uso civil.

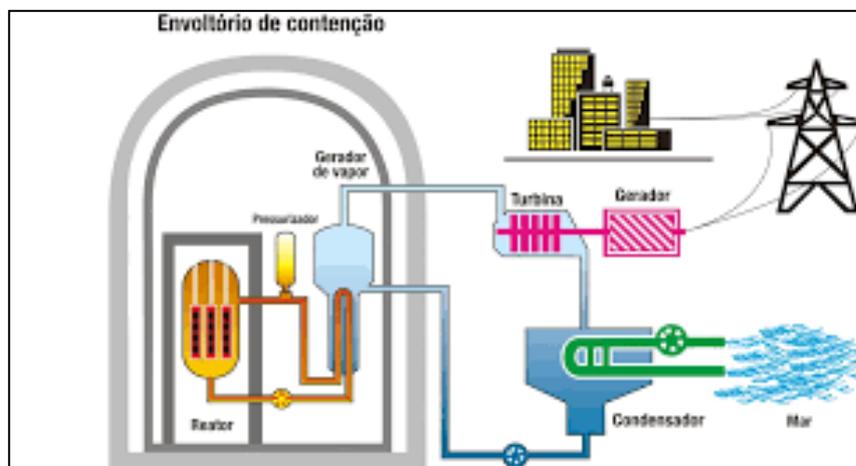
Quais são, então, as fases de uma Usina Nuclear?

Como mostra o *Desenho 2* adiante, uma usina nuclear é formada basicamente por três fases, **a primária**, **a secundária** e a **refrigeração**. Inicialmente, o Urânio é colocado no vaso de pressão. Com a fissão, há a produção de energia térmica. No sistema **primário**, a água, em circulação em circuito fechado, é utilizada para resfriar o núcleo do reator nuclear e vai ao sistema secundário.

No sistema **secundário**, outra água, sendo aquecida pelo sistema primário, recebe o calor e produz vapor de água em uma **caldeira de recuperação de calor**. O vapor produzido no sistema secundário é usado, então, para movimentar uma **turbina de vapor** convencional que está acoplada a um **gerador elétrico** também convencional. O vapor de água produzido

no sistema secundário é, então, novamente liquefeito, condensando o vapor de água vindo da turbina, através de um sistema de condensação que utiliza água fria como destino final de calor, no sistema de **refrigeração**.

Por fim, a energia elétrica que é gerada através de todo o processo de fissão nuclear chega às residências por redes de distribuição convencionais. Com exceção do próprio reator, uma usina nuclear funciona como a maioria das usinas elétricas a carvão, a gás ou outro combustível.



Desenho 2 - Esquema simplificado das fases no funcionamento de usinas nucleares.

A Transformação do Minério de Urânio em Combustível Nuclear

O urânio é um elemento que ocorre naturalmente na crosta terrestre. Seus traços ocorrem em quase toda parte, embora a mineração ocorra em locais onde ela é naturalmente concentrada. Fazer o combustível nuclear do minério de urânio requer primeiro que seja extraído da rocha em que é encontrado, então enriquecido no isótopo do urânio-235, antes de ser transformado em "pellets" que são carregados em conjuntos de barras. a forma de apresentação do combustível nuclear. As minas de urânio operam em cerca de vinte países, embora cerca de metade da produção mundial provenha de apenas dez minas em seis países, no Canadá, na Austrália, na Nigéria, no Cazaquistão, na Rússia e na Namíbia.



Dióxido de urânio em pó e na forma de pellets (Candu). (Fonte World Nuclear Association)

Para manter um desempenho eficiente do reator, cerca de um terço ou metade do combustível usado é removido a cada um ou dois anos, para ser substituído por combustível novo.

Cerca de 27 toneladas de combustível fresco são necessárias a cada ano para um reator nuclear de 1000 MWe. Em contraste, uma usina de carvão requer mais de cinco milhões de toneladas de carvão para produzir a mesma quantidade de eletricidade. Os "pellets" são então inseridos em tubos finos para formar barras de combustível que são agrupadas para formar conjuntos de combustível.

Contribuição da Energia Nuclear para o Fornecimento Global de Eletricidade

A energia nuclear fornece cerca de **10% da eletricidade mundial**. Hoje, 31 países usam energia nuclear para gerar até três quartos de sua eletricidade. Mais de 17.000 anos-reator de experiência operacional foram acumulados desde a década de 1950 pelos 454 reatores nucleares do mundo (e os reatores nucleares que transportam embarcações navais aumentaram numa quantidade similar). Para gerar eletricidade suficiente para uma pessoa num ano, apenas 30 gramas de combustível precisam ser usadas.

O que São Resíduos Nucleares e Como Eles São Gerenciados?

O principal resíduo de um reator nuclear é o combustível nuclear usado, depois que ele passou até três anos no reator gerando calor para a eletricidade e representam apenas 3% do volume total de resíduos. O restante dos resíduos são compostos por itens levemente contaminados, como ferramentas e roupas de trabalho e compõem a maior parte dos resíduos radioativos, bem como filtros usados, componentes de aço do reator e alguns efluentes do reprocessamento.

O combustível nuclear usado é muito quente e radioativo. O manuseio e armazenamento com segurança pode ser feito desde que seja resfriado e os trabalhadores da usina estejam protegidos da radiação que o resíduo produz, por um material denso como concreto ou aço, ou por alguns metros de água. A água pode fornecer refrigeração e proteção, de modo que um reator típico terá seu combustível removido debaixo d'água e transferido para uma piscina de armazenamento. Após cerca de cinco anos, ele pode ser transferido para recipientes de concreto ventilados a seco, mas, por outro lado, ele pode permanecer com segurança na piscina indefinidamente - geralmente por até 50 anos.

Emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) Evitadas Através da Utilização de Energia Nuclear

Existem muitos métodos diferentes de geração elétrica, cada um com vantagens e desvantagens em relação ao custo operacional, impacto ambiental e outros fatores.

Cada método de geração de eletricidade produz **gases de efeito estufa** que aquecem o clima em quantidades variáveis por meio de construção, operação, fornecimento de combustível e descomissionamento (final operacional e desmontagem da unidade/usina). Alguns métodos de geração, como usinas termoelétricas a carvão, liberam a maioria das emissões quando seus combustíveis fósseis contendo carbono são queimados, produzindo dióxido de carbono. Outros, como a energia eólica e nuclear, causam muito menos emissões, sendo estas durante a construção e descomissionamento, ou mineração e preparação de combustível no caso de energia nuclear.

A contabilização das emissões de **todas as fases** do projeto (construção, operação e descomissionamento) é chamada de abordagem de ciclo de vida. A comparação das emissões de ciclo de vida da geração elétrica permite uma comparação justa dos diferentes métodos de geração por quilowatt-hora. Quanto menor o valor, menos emissões são liberadas.

A World Nuclear Association (WNA) realizou uma [revisão](#) de mais de vinte estudos avaliando as emissões de gases de efeito estufa produzidos por diferentes formas de geração de eletricidade. Os resultados, resumidos no gráfico seguinte, mostram que a geração de eletricidade a partir de combustíveis fósseis resulta em emissões de gases de efeito estufa muito maiores do que quando se usa geração nuclear ou renovável.

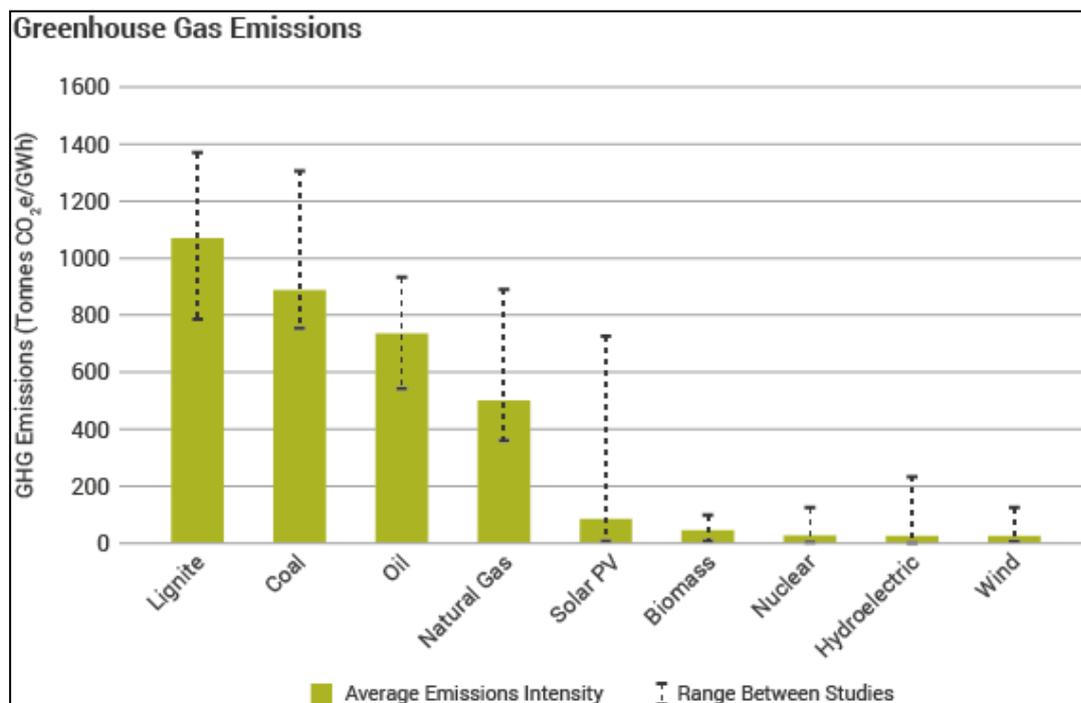
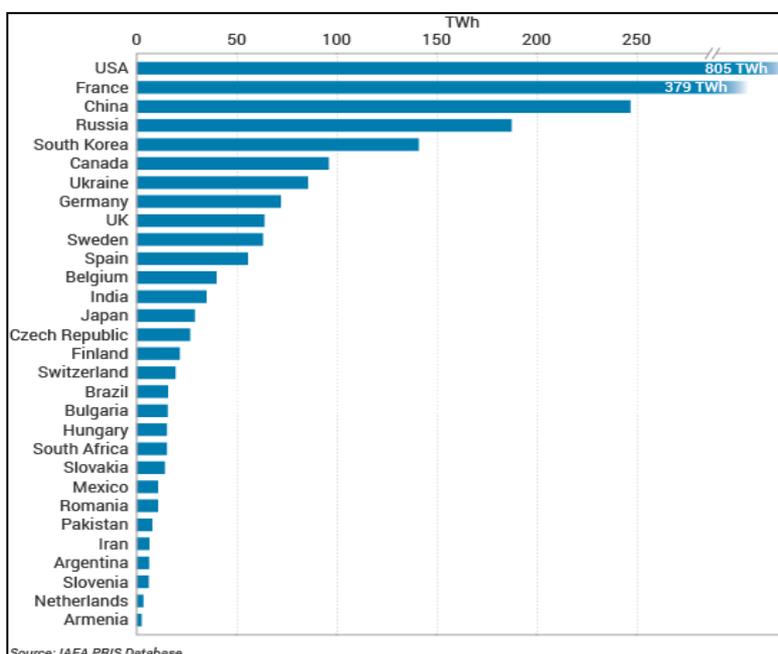


Gráfico que compara as emissões de gases de efeito estufa produzidos por unidade de energia elétrica produzida para diversos processos. (Fonte World Nuclear Association)

Eletricidade fornecida pela energia nuclear

Cerca de 454 reatores nucleares estão fornecendo energia para 31 países em todo o mundo. Em 2017, os reatores nucleares do mundo forneceram 2506 TWh de eletricidade (2506 bilhões de quilowatts-hora). Isso representa cerca de 10% do consumo global de eletricidade. Abaixo você pode ver quais países do mundo estão liderando o uso de energia nuclear e a energia gerada. O Brasil tem dois reatores, com uma capacidade líquida combinada de 1,9 GWe. Em 2017, a energia nuclear gerou 3% da eletricidade do país.



O Debate Nuclear (Atualizado em abril de 2018)

Sempre que os debates mundiais giram em torno de como proceder imediatamente e no futuro, diversas questões são colocadas na mesa e o debate vai variando, sempre buscando alguns valores importantes que são: custo, geração de gases de efeito estufa

- A questão subjacente é **como** a eletricidade é produzida agora e como será melhor produzida nos próximos anos.
- Entre 1990 e 2016, a demanda por eletricidade **dobrou**. Espera-se que **volte a duplicar** até 2050. Quais as fontes?
- O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) afirmou que pelo menos 80% da eletricidade mundial **deverá ser** de baixo carbono até 2050 para manter o aquecimento dentro dos 2 ° C dos níveis pré-industriais.
- Atualmente, cerca de **dois terços da eletricidade** são produzidos a partir da queima de combustíveis fósseis. Todas as fontes de energia de baixo carbono **são necessárias** para substituir com sucesso os combustíveis fósseis no sistema.
- Com relação à segurança, é interessante observar que o terremoto e o último tsunami no Japão (eventos inesperados, rápidos e intensos) provocaram a morte de 14.981 pessoas, 9.853 desaparecidos e 5.280 feridos. O grave acidente nuclear de Fukushima decorrente, não provocou nenhuma vítima fatal, nenhuma dose danosa e nenhum desalojamento sem abrigo.

Esperamos que esta primeira abordagem sobre a geração de eletricidade a partir de combustível nuclear tenha sido suficientemente elucidativa. Caso não tenha sido suficiente para você, leitor, que atua muito mais na área da saúde e biológica do que nas ciências exatas, poderá fazer contato via e-mail: paulo-gallas@saude.rs.gov.br. Será uma satisfação voltar a escrever sobre a energia nuclear. Nas próximas semanas, esse seu colega estará em férias, mas voltaremos em breve.

Tenham todos uma boa semana.

Eng. Químico Paulo José Gallas
Especialista - Equipe VIGIAR/CEVS/SES

Com as colaborações dos Engs. Químicos Carlos Alberto Krahl, Matheus Luchese Mendes, da Bióloga Liane Beatriz Goron Farinon, do Médico Veterinário Emerson Viegas Paulino, e da Graduanda do Curso de Geografia – UFRGS, Laisa Zatti Ramirez Duque.

Fonte das Informações:

World Nuclear Association
ONU/OECD-IEA-World Energy Outlook
Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA)
US Energy Information Administration (EIA)
Agência de Energia Nuclear da OCDE, Comparando os Riscos de Acidentes Nucleares com os De Outras Fontes de Energia, 2010

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: 24/01/2019.

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: 24/01/2019.

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 24/01/2019.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Previsão do Tempo**. Disponível em: < <https://www.cptec.inpe.br> >. Acesso em: 24/01/2019.

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: 24/01/2019.

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.

EXPEDIENTE

Endereço eletrônico do Boletim Informativo do VIGIAR/RS:

<http://bit.ly/2htliUS>

Secretaria Estadual da Saúde

Centro Estadual de Vigilância em Saúde/RS

Avenida Ipiranga, 5400

Bairro Jardim Botânico | Porto Alegre | RS | Brasil

CEP 90610-000

vigiar-rs@saude.rs.gov.br

Dúvidas e/ou sugestões

Entrar em contato com a Equipe de Vigilância em Saúde de Populações Expostas aos Poluentes Atmosféricos - VIGIAR.

Telefone: (51) 3901 1121

Chefe da DVAS/CEVS - Lucia Mardini

lucia-mardini@saude.rs.gov.br

E-mails

Carlos Alberto Krahl – Engenheiro Químico

carlos-krahl@saude.rs.gov.br

Emerson Paulino – Médico Veterinário

emerson-paulino@saude.rs.gov.br

Laisa Zatti Ramirez Duque – Estagiária – Graduanda do curso de Geografia – UFRGS

laisa-duque@saude.rs.gov.br

Liane Beatriz Goron Farinon – Bióloga

liane-farinon@saude.rs.gov.br

Matheus Lucchese Mendes – Engenheiro Químico

matheus-mendes@saude.rs.gov.br

Paulo José Gallas – Engenheiro Químico

paulo-gallas@saude.rs.gov.br

Salzano Barreto de Oliveira - Engenheiro Agrônomo

salzano-oliveira@saude.rs.gov.br

Técnica Responsável:

Liane Beatriz Goron Farinon

AVISO:

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