

O PL 4653/2023 e a Inviabilidade Socioambiental do Carvão Mineral, no RS e no Mundo

Paulo Brack (Departamento de Botânica – Inst. Biociências – UFRGS, 08-01-2024)

1. Introdução

O Projeto de Lei n. 4.653/2023, dos senadores Paulo R. Paim, Hamilton Mourão e Luiz Carlos Heinze supostamente trata de uma “Transição Energética Justa”, mas na realidade resgata a Lei Federal 14.299/2022, do período Bolsonaro, estendendo subsídios ao uso do carvão mineral (quase R\$ 1 bilhão/ano, segundo a ANEEL) e a outros combustíveis fósseis até 2040, em usinas térmicas a carvão, contrapondo-se a qualquer transição energética verdadeira e justa. O projeto de lei tenta dar sobrevida à Termoelétrica Candiota III-Fase C, com base na Lei Federal de 2022 que garantiu subsídios e continuidade da Termoelétrica Jorge Lacerda, SC e ademais promove a implantação de um Complexo Carboquímico do Pampa, em uma matriz de produtos altamente poluentes, e uma Indústria de Gaseificação do carvão mineral (gás sintético) no Rio Grande do Sul.

Os impactos do uso do carvão mineral, seja na mineração, queima e produção de resíduos das cinzas, são diversos: Gases de Efeito Estufa, Chuva Ácida, Ozônio, Material Particulado e gases tóxicos (hidrocarbonetos policíclicos) aos pulmões e à saúde das pessoas e do animais, Metais Pesados (chumbo, selênio, mercúrio) na água, etc.

2. Combustíveis Fósseis e Gases de Efeito Estufa

A Política da chamada “Transição Energética Justa” não promove a diminuição do uso do carvão, na categoria de um dos principais combustíveis fósseis responsáveis pelo aquecimento global e, neste caso, ignora sua contribuição na liberação dos Gases de Efeito Estufa e nos demais Limites da Natureza.

Os Níveis atuais de CO₂ são os mais altos em 14 milhões de anos, diz estudo

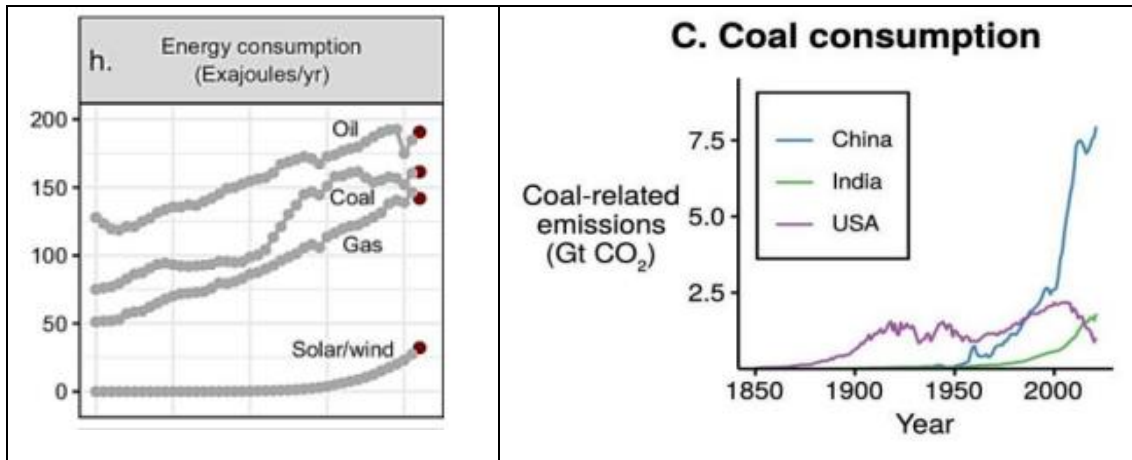
<https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2023/12/niveis-atuais-de-co2-sao-os-mais-altos-em-14-milhoes-de-anos-diz-estudo.shtml>

Segundo os autores **Ripple et al. 2023 deve-se parar o consumo de carvão: Além dos seus efeitos destrutivos nos ecossistemas e na saúde, o carvão é responsável por mais de 80% do dióxido de carbono adicionado à atmosfera desde 1870 e por cerca de 40% das atuais emissões de dióxido de carbono.**

Em 2022, o consumo global de carvão ficou próximo de níveis recordes. Em 2021, as emissões de CO₂ relacionadas com o **carvão** foram maiores na **China** (53,1%), seguida pela **Índia** (12,0%) e pelos **Estados Unidos** (6,7%) . A China acelerou rapidamente nas últimas décadas, e o país ainda produz quase 1/3 de todas as emissões de dióxido de carbono e metano de combustíveis fósseis

Os autores apoiam a **Powering Past Coal Alliance** e recomendamos a adoção do **Tratado Internacional de Eliminação do Carvão** e, mais amplamente, o **Tratado de Não Proliferação de Combustíveis Fósseis** . Estes tratados poderiam apoiar os países

menos ricos na transição do carvão e de outros combustíveis fósseis, incluindo financiamento para desenvolver capacidade de energia renovável e requalificar e fazer a transição de trabalhadores da indústria de combustíveis fósseis



O Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA) lançou, em junho de 2022, o estudo inédito “Inventário de emissões atmosféricas em usinas termelétricas: geração de eletricidade, emissões e lista de empresas proprietárias das termelétricas a combustíveis fósseis e de serviço público do Sistema Interligado Nacional (ano-base 2020)”.

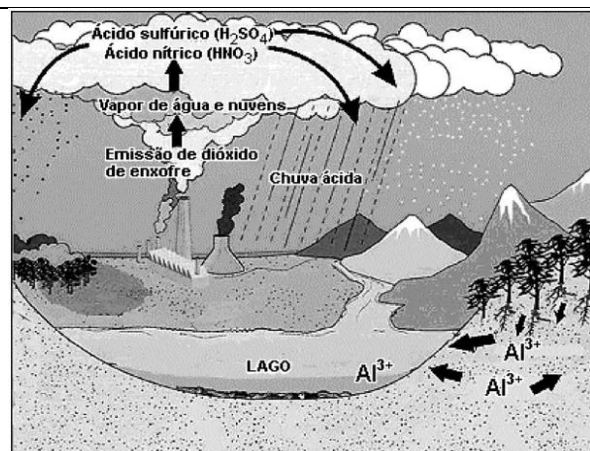
O estudo consolidou uma base de dados com parâmetros técnicos e ambientais das usinas, tais como combustíveis utilizados, tecnologias adotadas e potenciais de emissões atmosféricas. Esse conjunto de informações está sistematizado de maneira inédita em rankings de geração de energia, eficiência energética, emissão e taxa de emissões, inclusive por distribuição geográfica, das usinas termelétricas fósseis de serviço público que forneceram energia ao SIN. Além de informações usina a usina, o Inventário traz valores de geração de eletricidade e emissões de gases de efeito estufa alocados nas respectivas empresas proprietárias das usinas inventariadas.

A geração das usinas termelétricas aumentou de 30,6 TWh em 2000 para 84,8 TWh em 2020, quase o triplo. Para entre 2026 e 2030, há a previsão da instalação de 8 GW em termelétricas a gás espalhadas em todas as regiões do Brasil e com a postergação de subsídios e da vida útil de usinas a carvão mineral até 2040. Observação: A base de dados, referente a 2020, contém as térmicas de serviço público que disponibilizaram energia ao Sistema Interligado Nacional (SIN), excluindo as unidades de geração de autoprodutores, as plantas movidas a combustíveis renováveis e a geração nos sistemas isolados (Sisol).

3. Chuva ácida



Termicas a carvão contribuíram com 22% das emissões do setor elétrico brasileiro em 2014
© G. Jordan / Getty Images



Disponível em: <<http://aef6.blogspot.com/2010/03/informacao-acerca-da-chuva-acida.html>>
Acesso em: 16 out. 2010. [Adaptado]



Flávio Lewgoy

Chuva ácida, a destruição que chega com os ventos

Chuva Ácida: em menos de duas décadas, nas principais línguas do mundo, estas palavras foram incorporadas ao linguajar diário, com uma conotação emocional e política muito difícil de compreender no Brasil. No entanto, o flagelo que elas denominam também nos atinge e, tudo indica, pode crescer muito, principalmente na região sul.

A chuva ácida, hálito mortífero e silencioso da civilização de consumo, é poluição do ar que, nas asas das correntes atmosféricas, ignora fronteiras e atravessa oceanos, podendo percorrer, desde o seu ponto de origem, milhares de quilômetros. Tem trazido o desastre ecológico em escala até então desconhecida a muitas regiões da Europa, União Soviética e América do Norte. Milhares de rios e lagos ficaram sem vida; florestas foram dizimadas e mananciais foram poluídos. Preciosas obras de arte, parte do legado cultural da antiguidade, como as cariátides de Partenon de Atenas, baixos relevos da Roma antiga e obeliscos egípcios, sofreram maior destruição nos últimos 20 anos que em todos os milênios de sua história. Os prejuízos econômicos nas áreas mais afetadas são consideráveis, pela diminuição

combustíveis fósseis, carvão e derivados do petróleo, em fábricas, usinas termoeletricas e veículos, que emitem óxidos de enxofre e nitrogênio, além de partículas complexas, contendo flúor e metais tóxicos como cádmio, mercúrio, manganês, cobre, berílio e outros. Esta massa de gases e partículas interage na atmosfera, com a luz solar e o oxigênio, de forma ainda não totalmente esclarecida, formando-se ácidos sulfúrico e nítrico, que são dissolvidos pela água das chuvas, as quais caem no solo, muitas vezes a centenas ou milhares de quilômetros das fontes emissoras, como soluções fracamente (ou fortemente) ácidas, que causam efeitos devastadores, como os descritos acima. As partículas caem; também, como deposição seca, próximo às fontes.

É verdade que, *strictu sensu*, a chuva sempre foi fracamente ácida, pela ação do dióxido de carbono do ar. No entanto, desde os começos do século XIX, quando iniciou-se a Revolução Industrial na Europa, com a exploração e queima intensiva do carvão, a situação começou a mudar. Data de 1872 a publicação do livro de Robert Angus Smith, *Ar e Chuva: Os Começos de uma Climatologia Química*, onde Smith, inspetor geral da indústria de álcalis (pilar da tecnologia química da época) do governo britânico estudou e identificou as causas e efeitos da aci-

4. Problemas à saúde humana, segundo grupo de médicos do Medicina em Alerta

<https://medicinaemalerta.com.br/carvao-mineral/como-a-mineracao-do-carvao-afeta-a-saude/>



“Câncer, problemas respiratórios, alergias, contaminação por mercúrio, cádmio, arsênio, chumbo, tório e urânio são alguns dos riscos.

Muito tem sido falado sobre a possível implantação da Mina Guaíba, localizada na região metropolitana de Porto Alegre, que atualmente está em processo de licenciamento ambiental. A Mina Guaíba tem muitos problemas, entre eles a falta de informação e diálogo com as comunidades envolvidas. Mas hoje escolhemos falar sobre os danos que esse projeto pode causar à saúde de mais de 4 milhões de gaúchos que vivem na região metropolitana de Porto Alegre. O carvão mata silenciosamente e as consequências de sua exploração podem durar por décadas e gerações.

Como o ciclo do carvão mineral funciona

Ao minerar o carvão, é gerada uma nuvem gigante de poeira. As partículas tóxicas geradas nesse processo podem ficar por semanas no ar. Essas partículas são respiradas. Além disso, a poeira cai no chão e polui rios e plantações. A poeira polui o capim. O capim é o alimento dos animais que, intoxicados, adoecem e morrem. Ou que, mesmo contaminados, acabam servindo de alimento para o homem.



A água poluída pouco se diferencia da água pura visualmente. Isso faz com que as pessoas continuem a usá-la para beber, cozinhar e tomar banho. Vale lembrar que, mesmo filtrada, a água contaminada não se livra dos elementos tóxicos. As árvores absorvem os elementos tóxicos da água e da poeira. Em alguns casos, elas apodrecem. Em outros, geram frutos contaminados. Os rejeitos líquidos são dispensados nas nascentes de rios e lagos, poluindo as fontes de água. Os rejeitos sólidos, com ajuda das chuvas, são filtrados no subsolo. Poluem, assim, os lençóis freáticos (principais reservas de água do mundo), o solo e as plantas.

Todas as substâncias tóxicas geradas pela mineração do carvão entram na cadeia alimentar (micróbios, plantas, bichos herbívoros, bichos carnívoros). Os tóxicos vão se acumulando dentro deles. E a concentração desses tóxicos vai aumentando conforme avança a cadeia alimentar.

O último elo da cadeia alimentar é o ser humano. Ele pode ser contaminado pela poeira (quando respira), pela água (banho e alimentação), ao comer animais (peixes, gado, frango, etc) contaminados. Os elementos tóxicos vão se acumulando e gerando doenças graves que podem se manifestar rapidamente (doenças respiratórias e alergias, por exemplo) ou levar anos para se manifestar (silicose, por exemplo).

Elementos tóxicos e o que causam na saúde

Quais são os elementos tóxicos liberados a partir da mineração do carvão?

São muitas as substâncias cancerígenas e mutagênicas envolvidas nesse processo: Mercúrio, Cádmio, Arsênio, Chumbo, Tório, Urano, Radionuclídeos, entre outros.

O que esses elementos tóxicos causam?

O mercúrio, por exemplo, mimetiza células nervosas. Toda criança que tenha pai ou mãe contaminados, terá problemas neurológicos, pois seu cérebro não conduzirá eletricidade. O arsênio, se introduz nas células causando câncer.

Os elementos tóxicos da mineração do carvão causam quais doenças? *Asma, bronquite crônica, alergia de pele, danos no sistema nervoso, câncer de pele, câncer de fígado, câncer de rins, câncer de pulmão, cirrose, insuficiência renal, problemas no estômago e no intestino, fibrose pulmonar, silicose, malformações fetais, complicações na gravidez e no parto, atraso no desenvolvimento físico e mental das crianças.*

Como as pessoas entram em contato com esses elementos tóxicos?

Pela respiração; comendo ou bebendo alimentos contaminados; por contato com a pele (exemplo: poeira ou objetos contaminados).

Problemas na saúde de quem mora perto de uma mina de carvão

A poluição do ar é o principal problema. A silicose é uma doença muito comum entre os mineradores e as pessoas que moram perto às minas. A silicose é a acumulação de pó de sílica nos pulmões. Com o passar do tempo, esse pó vai petrificando os pulmões (fibrosa pulmonar) até que os órgãos deixam de funcionar. O risco de câncer de pulmão e de tuberculose em pessoas com silicose é altíssimo.

Aquecimento global e mudanças climáticas

A queima do carvão libera dióxido de carbono, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, que causam poluição na atmosfera, agravam o aquecimento global, aceleram as mudanças climáticas e contribuem para a ocorrência das chuvas ácidas. Essas chuvas

provocam a acidificação do solo e da água que, por sua vez, provoca alterações na biodiversidade, como a corrosão de estruturas metálicas.

Para que serve uma mina de carvão, afinal de contas?

Para nada que faça bem ao ser humano e ao planeta. O carvão é um combustível fóssil que deve ser deixado onde está desde a formação do planeta: debaixo da terra.”

5. Problemas Respiratórios, Principalmente em Crianças

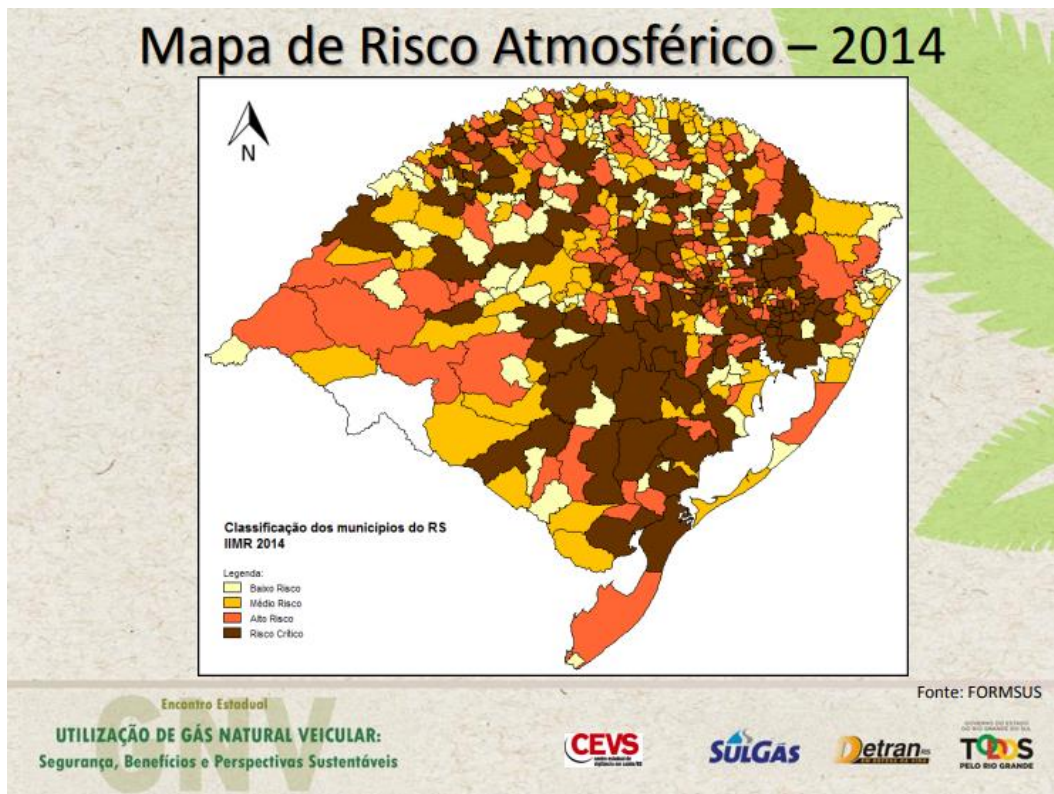
Os Riscos e os Impactos
da Poluição Atmosférica na Saúde

Salzano Barreto

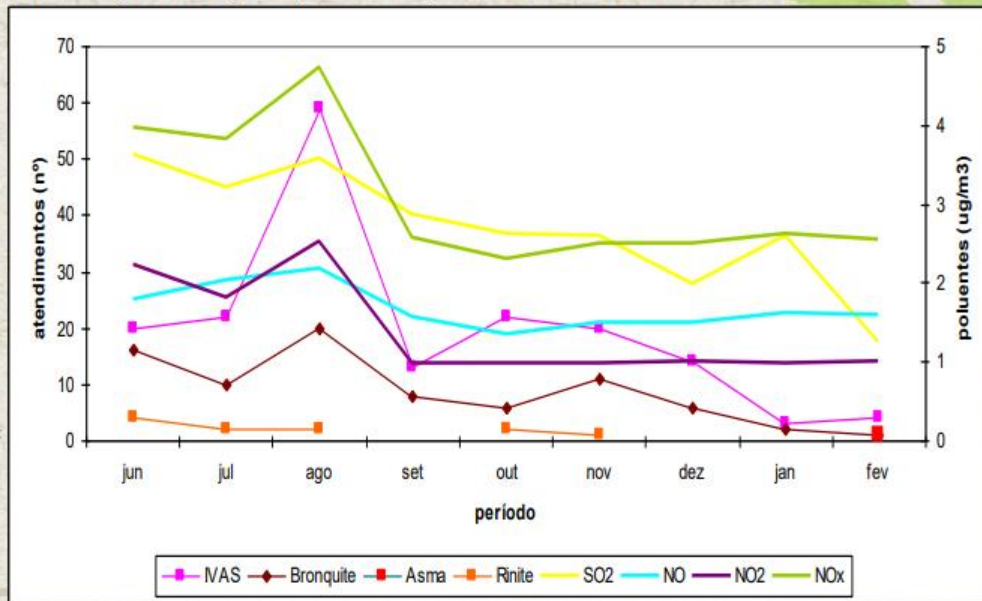
Porto Alegre, 08.10.'15

Encontro Estadual
UTILIZAÇÃO DE GÁS NATURAL VEICULAR:
Segurança, Benefícios e Perspectivas Sustentáveis

CEVS SÚLGAS Detran-RS TQS



Comparativo entre o número de atendimentos em < 5 anos, por UBS, por algumas doenças respiratórias* e a média diária dos índices de SO₂, NO, NO₂ e NOx na estação Aeroporto, Candiota, 06.2010 a 02.2011



Encontro Estadual

UTILIZAÇÃO DE GÁS NATURAL VEICULAR:
Segurança, Benefícios e Perspectivas Sustentáveis

CEVS

SULGAS

Detran

TQS
PELO RIO GRANDE

Comparativo entre os dados de saúde de Candiota e Esteio

Taxa de Esteio: 85 /1.000 crianças

Taxa de Candiota: 539 /1.000 crianças

Candiota representa, em relação à Esteio, 6.3 vezes mais procura de atendimentos por IVAS, Bronquite, Rinite e Asma em crianças menores de 5 anos.

Encontro Estadual

UTILIZAÇÃO DE GÁS NATURAL VEICULAR:
Segurança, Benefícios e Perspectivas Sustentáveis

CEVS

SULGAS

Detran

TQS
PELO RIO GRANDE

6. Chumbo e Selênio em níveis muito elevados na região de Candiota

Dados do Prof. Flávio M. Rodrigues (FURG)

https://www.youtube.com/watch?v=VsX-wqcUw1U&ab_channel=IBCCFUFRRJ



Saúde, Ambiente e Carvão Mineral

Fontes de contaminação

- Poeira de carvão
- Cinzas pesadas
- Cinzas leves (volantes)
- Gases
- Drenagem ácida
- Chuva ácida



ente e Carvão Mineral

Saúde ambiental

Principais achados

- **No solo**, embora haja um fator de enriquecimento baixo-moderado, há uma associação com a proximidade da usina termelétrica para, pelo menos, sete elementos-traço
- **Na água**, o Pb foi um elemento que apresentou níveis acima do permitido e junto com o íon fluoreto foram os elementos com maior coeficiente de risco à saúde
- **No ar**, a média anual do PM₁₀ e PM_{2.5} estavam acima dos limites da OMS e sua redução seria responsável pelo aumento de 17 meses na expectativa de vida

Saúde ambiental

Principais achados



- **Níveis elevados de Se foram encontrados em 52% das crianças**
- **O nível urinário máximo de Pb em crianças da região foi 21,6 µg/g de creatinina. A distribuição espacial dos níveis urinários de Pb em crianças indicou uma influência da proximidade das áreas de mineração. Outros fatores associados a altos níveis de Pb urinário foram mães não-brancas, exposição ocupacional paterna e baixo IMC.**

O nível de Chumbo em Candiota (21,6 microgramas/g) teve na análise do Prof. da FURG cerca de 15 vezes mais chumbo na urina das crianças



Formas de exposição

Oral, respiratória e cutânea

90% das partículas de chumbo inaladas provenientes do ar são absorvidas (via carbonato de chumbo ou por fagocitose).

A absorção e retenção de chumbo em crianças é muito superior ao que ocorre nos adultos, com absorção de 41,5% e retenção até 31,8%.

BIOACUMULATIVO

Intoxicação por chumbo

- Diminuição da vida média dos eritrócitos, aumento de reticulócitos, anemia hipocrômica,
- Alterações neurológicas (Disfunção na velocidade de condução nervosa, degeneração de axônios)
- A maior parte do Pb acumula-se em rins e fígado, redistribuído e depositado nos ossos (95%), dentes e cabelo, provavelmente por seguir as rotas metabólicas do cálcio.
- Provoca saturnismo, altera funções enzimáticas.



<https://www.youtube.com/watch?v=MCCMLxPrA2k>

A deficiência em cálcio, ferro e fósforo aumenta a absorção de chumbo e vice-versa, devido à competição pelo mecanismo de transporte

O Pb é extraordinariamente prejudicial ao **cérebro** e ao **sistema nervoso**. Afeta o **sangue, rins, sistema digestivo e reprodutor**, causador de hipertensão e agente **teratogênico**. Os efeitos da intoxicação: tonturas, irritabilidade, dores de cabeça e perda de memória.. **Em crianças, este metal provoca atraso físico e mental, perda de concentração e diminuição da capacidade cognitiva.**



Saúde ambiental

Principais achados



- A prevalência de crianças com desempenho intelectual abaixo da média foi de 22,9%. Os fatores associados a esta condição foram à idade materna, situação conjugal e escolaridade materna, peso ao nascer, aleitamento materno, presença na creche, participação paterna no cuidado dos filhos e crescimento infantil.

Saúde ambiental

Principais achados



- Do total de nascimentos, 11,6% foram prematuros e 9,5% dos neonatos tiveram baixo peso ao nascer (<2.500 g). Esses desfechos foram associados à cor da pele, abortos anteriores, tipo de parto, nº de consultas de pré-natal, além da exposição a maiores níveis de material particulado grosso (PM₁₀) durante o primeiro trimestre de gestação.

QUALIDADE DO AR NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA USINA PRESIDENTE MÉDICI, CANDIOTA, RS

Érika Antolini Veçozzi (2015) TCC - FURG

<https://docplayer.com.br/19115072-Qualidade-do-ar-na-area-de-influencia-da-usina-presidente-medici-candiota-rs.html>

Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos

“Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.: Observa-se uma dominância das espécies Benzo(g,h,i)Perileno, Indeno(1,2,3)Pireno e Dibenzo(a,h), Criseno, Benzo(K)fluoranteno e Benzoo(b)fluoranteno, tendo os valores de média e máximos mais expressivos (Tabela2). As maiores médias encontram-se com valores de 11,365ng/m³ (Benzo(g,h,i)Perileno) e 6,000 ng/m³ (Indeno(1,2,3)Pireno) e 2,026ng/m³(Criseno).

Os valores de concentração máximos encontrados foram 51,898ng/m³(Benzo(g,h,i)Perileno), 29,537ng/m³(Indeno(1,2,3)Pireno) e 15,700ng/m³ (Dibenzo(a,h)).É importante ressaltar que estas espécies destacadas apresentam grande dominância sobre as demais. Além disso, possuem maior peso molecular, com 4 a 6 anéis aromáticos, reforçando a predominância dos HPAs pirogênicos, derivados da queima incompleta de matéria orgânica, e com menor degradação e solubilidade em água.

Utilizando a abordagem de Toxicidade Equivalente para dos HPAs do material particulado pode-se perceber no gráfico da Figura 10 as variações ao longo do tempo de forma a ilustrar melhor o impacto por HPAs do que a soma direta das espécies. Verifica-se nessa mesma figura que os valores de HPAs comumente ultrapassam em muito o valor de referência usado pela União Européia, de 0,25 ng/m³, podendo ser até cem vezes superiores a esse padrão de referência.



Figura 10: Soma das concentrações de HPAs em ng/m³ ao longo do tempo.

6. Conclusões

O presente estudo baseou-se em concentrações de dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, partículas inaláveis e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, sendo fundamentado por análises químicas e referenciado com a legislação ambiental.

Em relação aos níveis de SO_2 , NO_2 e Partículas Inaláveis, não se observou níveis acima do esperado pela legislação, exceto em dois eventos de maiores concentrações de SO_2 . Como só se observou valores elevados de dióxido de enxofre, isto demonstra que o SO_2 é o parâmetro mais crítico e significativo para o monitoramento da qualidade do ar.

Enquanto isso, os HPAs mostraram-se de grande relevância, com possíveis fontes pirolíticas, ou seja, formados pela queima de matéria orgânica, o que pode estar relacionado à queima de carvão pela usina termelétrica.

Nas análises dos HPAs, as espécies de Benzo(g,h,i)Perileno, Indeno(1,2,3)Pireno e Dibenzo(a,h), Criseno, Benzo(K)fluoranteno e Benzo(b)fluoranteno apresentam grande dominância sobre as demais, e possuem maior peso molecular, com 4 a 6 anéis aromáticos, reforçando a predominância dos HPAs pirogênicos, derivados da queima incompleta de matéria orgânica, e com menor degradação e solubilidade em água.

As espécies destacadas de HPAs apresentam alto potencial carcinogênico e mutagênico mesmo em concentrações muito baixas.

Em relação à toxicidade dos Hidrocarbonetos Policíclicos aromáticos, os valores comumente ultrapassam o valor de referência descrito pela União Européia, indicando, novamente, que estes compostos são críticos e altamente significativos para o monitoramento ambiental da região.

7. Lesões dentárias a bovinos, decorrentes das atividades carboníferas em Candiota e Região

LESÕES DENTÁRIAS EM BOVINOS E OVINOS DEVIDAS À POLUIÇÃO INDUSTRIAL CAUSADA PELA COMBUSTÃO DE CARVÃO¹

FRANKLIN RIET-CORREA², MARIA DEL CARMEN MÉNDEZ^{2,3}, ANA LUCIA SCHILD^{2,3},
JOÃO ALBERTO OLIVEIRA² E ODAIR ZENEON⁴

ABSTRACT- Riet-Correa F., Méndez M.C., Schild A.L., Oliveira J.A. & Zenebon O. 1986. [Dental lesions in cattle and sheep due to industrial pollution caused by coal combustion.] Lesões dentárias em bovinos e ovinos devidas a poluição industrial causada pela combustão de carvão. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 6(1): 23-31. Laboratório Regional de Diagnóstico, Faculdade de Veterinária, UFPel, Pelotas, RS 96100, Brazil.



Fig. 1. Bovino de 3 anos, do estabelecimento JE. Observa-se I₂ direito com marcado desgaste e falta na constituição do esmalte. Hiperplasia da gengiva.

SINOPSE. “Diversas lesões dentárias foram constatadas em 11 propriedades localizadas entre 1,2 e 9,6 km de uma **usina termelétrica** no município de **Bagé**, Rio Grande do Sul. Os dentes incisivos de alguns animais apresentavam-se opacos, com manchas brancas, pigmentação amarelo-marrom, hipoplasia do esmalte. Hiperplasia da gengiva também foi observada. Tais lesões eram consideráveis nos estabelecimentos mais próximos da usina e discretas nos demais. A alteração mais importante era o **desgaste dentário**. **Os bovinos dos estabelecimentos mais próximos da usina apresentavam desgaste completo dos seus incisivos aos 6 ou 7 anos de idade; o grau de desgaste esteve relacionado à distância entre os estabelecimentos e a usina**”

“[...] o desgaste dentário, no entanto, é muito mais acentuado nos animais de Candiota. Dois fatores seriam responsáveis pelo desgaste dentário: **o efeito abrasivo dos particulados eliminados com o efluente da combustão de carvão**, dos quais o mais importante pareceria ser o silício; **a diminuição da resistência do esmalte como consequência da intoxicação por flúor.**”

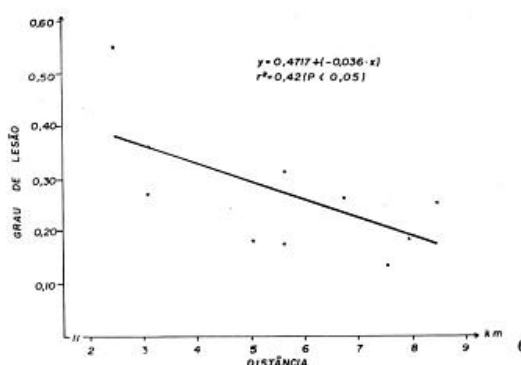
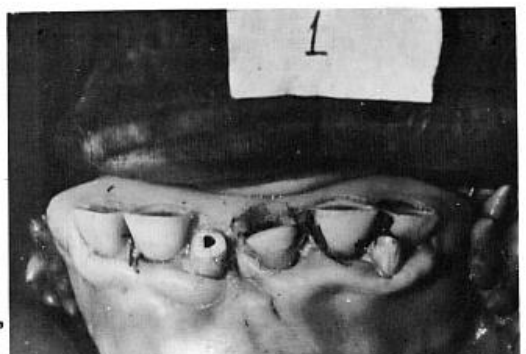
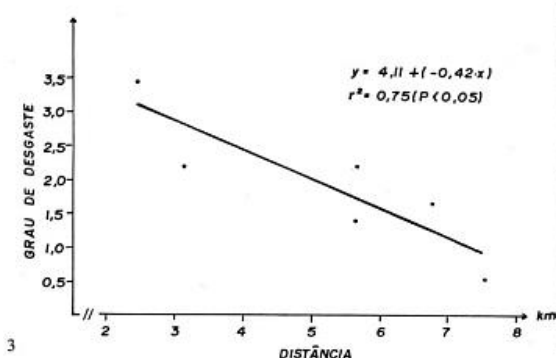


Fig. 3. Grau médio de lesão por estabelecimento (y) como função da distância em km da usina (x). $y = 0,4717 + (-0,036.X)$; $r^2 = 0,42 (P < 0,05)$.

Fig. 4. Bovino de 4 anos, do estabelecimento GL, com acentuado desgaste dentário, antes de completar a dentição. No I₁ direito já se desgastou toda a coroa do dente. Os I₂ e I₃ também têm desgaste acentuado, mostrando uma concavidade na mesa dentária, devida ao maior desgaste da dentina reacional. Observa-se retenção de um dente decíduo, hiperplasia da gengiva e hiperostose do osso mandibular.

Fig. 5. Bovino de 8 anos, do estabelecimento TA, com acentuado desgaste dos incisivos; no I₂ direito pode observar-se exposição da polpa dentária; nos I₃ e I₄ observa-se dentina reacional, de cor preta, mais desgastada que o resto do dente. Hiperplasia da gengiva.

Fig. 6. Grau médio do desgaste por estabelecimento (y) em função de distância em km da usina (x). $y = 4,11 + (-0,42.X)$; $r^2 = 0,75 (P < 0,05)$.

http://www.pvb.com.br/portal/download_artigo/Mjk4NXwyMDIxMDUzMTA1MDUwNQ

Bovinos como bioindicadores em área sob influência de uma usina termoeletrica / Gado como biomonitor em área sob influência de uma usina a carvão

Tatiana Regina Vieira et al. (2021). Bovinos como indicadores em área.... *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, v.7, n.5, p. 48984-48995 may. 2021

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/29848>

“Determinou-se o índice de mosqueamento (lesões dentárias compatíveis com intoxicação crônica por flúor) nos dentes incisivos de 594 bovinos. Observou-se que animais criados em região sob influência da usina apresentaram 3,9 vezes mais chances de índices de mosqueamento alto em relação aos animais fora desta área ocorrendo, ainda, interação entre as EAs e o tempo. Os resultados apontam para a interferência do ambiente na apresentação e aumento da gravidade de lesões dentárias em bovinos, sendo a proximidade à fonte poluidora um fator de risco.”

CONCLUSÕES “Considerando que os animais estudados dentro do perímetro de influência da fonte poluidora apresentam mais chances de ter índices mais altos de mosqueamento (≥ 3), **indicativo de intoxicação crônica por flúor**, bem como grupos possivelmente fora da influência dessas fontes tem menor chance de **apresentar lesões dentárias graves**, indica-se que as lesões dentárias de bovinos criados em região sob influência de usina carbonífera podem ser influenciadas pela localização da unidade produtiva em relação a fonte poluidora.[...]”