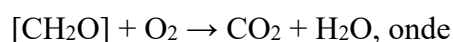


Mato Grosso vem sofrendo constantemente com as queimadas, que assolam o Pantanal, o Cerrado e a região Amazônica do estado. Diante disso:

**a) Quais reações químicas temos nas queimadas? Quais os gases gerados por essas reações?**

Uma queimada pode ser referida como uma reação de queima (combustão) de biomassa ao ar livre, que pode ocorrer por razões naturais ou causada pelo homem. Quimicamente, essa reação pode ser expressa de acordo com a seguinte equação química:



$[\text{CH}_2\text{O}]$  = representa a composição média da biomassa.

Apesar de se processar com a participação do ar atmosférico, trata-se de uma reação de combustão incompleta através da qual outras substâncias também são produzidas durante uma queimada, por exemplo, monóxido de carbono (CO), óxidos nitrosos ( $\text{NO}_x$ ) - em especial o óxido nítrico (NO) e o dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) formados pelo processo térmico e pela oxidação do nitrogênio presente no vegetal, matéria particulada (fuligem), além de cinza de granulometria variada e partículas de aerossóis\* entre outras. A combustão da biomassa depende do tipo da biomassa, da umidade nela presente e de fatores ambientais, como temperatura, umidade relativa e vento e inicia-se com um processo pirolítico\*\*, durante o qual as elevadas temperaturas provocam ruptura das moléculas constituintes da massa vegetal. Componentes de alto peso molecular são decompostos em compostos de peso molecular mais baixo, e em sua maioria, de natureza gasosa. Ainda resultam dessa combustão compostos orgânicos simples e complexos representados pelos hidrocarbonetos (HC), entre outros compostos orgânicos voláteis e semivoláteis, como matéria orgânica policíclica - hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, dioxinas e furanos, compostos de grande interesse em termos de saúde pública, pelas características de alta toxicidade de vários deles. Além das emissões diretas (poluentes primários), ocorrem na atmosfera reações entre essas emissões e vários outros compostos presentes no ar, como as reações fotoquímicas com importante participação da radiação ultravioleta do sol, resultando em compostos que podem ser mais tóxicos que os seus precursores: o ozônio ( $\text{O}_3$ ), os peroxiacil nitratos (PAN) e os aldeídos. Dióxido de enxofre também pode ser emitido, pois, apesar de que em quantidades muito pequenas, os vegetais contêm enxofre.

\* São partículas sólidas ou líquidas que se encontram suspensas em um meio gasoso (geralmente o ar). Dentre os sólidos, podemos citar a fumaça e a poeira, por exemplo. Assim, é possível dizer que o aerossol pode ser de origem natural ou produzido a partir das atividades humanas.

\*\* A pirólise é definida como um processo de decomposição térmica da biomassa na presença controlada de oxigênio e que tem como produtos compostos na fase gasosa, líquida e sólida. O gás é composto por CO, CO<sub>2</sub>, hidrogênio e hidrocarbonetos de baixa massa molar. O líquido obtido é oriundo da condensação de gases, denominada líquido pirolenhoso, e o sólido é denominado de bio-carvão. A termoconversão implica na ruptura da ligação carbono-carbono e na formação das ligações carbono-oxigênio. Além de ser um processo de oxidação-redução no qual uma parte da biomassa é reduzida a carbono, enquanto a outra é oxidada e hidrolisada dando origem a fenóis, carboidratos, álcoois, aldeídos, cetonas e ácidos carboxílicos, entre outros. Esses produtos primários se combinam entre si para formação de moléculas mais complexas, tais como ésteres, produtos poliméricos, entre outros.

#### **a.i) São tóxicos e prejudiciais para nós humanos e para os animais?**

Além da forte destruição ambiental, as queimadas causam sérios problemas à saúde, isso porque, a fumaça de queimadas é composta por diversos elementos tóxicos à saúde humana. O mais perigoso é o material particulado, formado por uma mistura de compostos químicos. São partículas de vários tamanhos e, as menores (finas ou ultrafinas), ao serem inaladas, percorrem todo o sistema respiratório e conseguem transpor a barreira epitelial (a pele que reveste os órgãos internos), atingindo os alvéolos pulmonares durante as trocas gasosas e chegando até a corrente sanguínea. Todos os estudos sobre emissões atmosféricas produzidas por queimadas têm indicado o material particulado como um dos mais impactantes, sobretudo o particulado inalável. Estes (e em especial o material particulado em suspensão) provocam aumento de doenças respiratórias e diminuição da função pulmonar em crianças, aumento da mortalidade em pacientes com doenças cardiovasculares e/ou pulmonares, aumento e piora dos ataques de asma em asmáticos, aumento de casos de câncer devido a efeitos de partículas cuja composição química contém componentes carcinogênicos. Outro composto prejudicial é monóxido de carbono (CO). Quando inalado, ele também atinge o sangue, onde se liga à hemoglobina, o que impede o transporte de oxigênio para células e tecidos do corpo.

Pesquisas em saúde ambiental são bastante complexas à medida em que a saúde humana depende de uma teia de fatores interligados: exógenos (bióticos e abióticos), endógenos (fisiológicos e anatômicos), comportamentais (psicológicos, sociais e culturais) e da densidade demográfica. Alguns dos efeitos que as queimadas desencadeiam nas regiões onde acontecem: drástica redução da visibilidade, fechamento de aeroportos e escolas, aumento de acidentes de trânsito, destruição da biota pelo fogo, aumento na incidência de doenças, diminuição da produtividade, restrição das atividades de lazer e de trabalho, efeitos psicológicos e custos econômicos. Dentre os sintomas de doenças observadas são sempre relatadas infecções do sistema respiratório superior, asma, conjuntivite, bronquite, irritação dos olhos e garganta, tosse, falta de ar, nariz entupido, vermelhidão e alergia na pele, e desordens cardiovasculares. As queimadas provocam a alteração no equilíbrio dos ecossistemas dos biomas atingidos, uma vez que impacta diretamente, na manutenção da fauna, na circulação de águas superficiais e subterrâneas, nas condições de temperatura e umidade, na liberação de vapor de água na atmosfera. Dessa forma uma das preocupantes consequências das queimadas é que elas podem acabar com a biodiversidade, matando plantas, animais e os micro-organismos fundamentais para o equilíbrio ecológico. Recentemente diversas notícias vinculadas nos meios de comunicações sociais que divulgaram informações sobre a mortandade animal, provocada por imensos incêndios no Pantanal, que já consumiram em 2020 mais de 20% de todo esse bioma, segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), corroboram com tais aflições de vez que se tratam, de acordo com esses veículos de comunicação, das piores queimadas dos últimos 30 anos. Com base em levantamentos anteriores, o projeto “Bichos do Pantanal” estima que entre 30% e 35% das espécies de flora e cerca de 20% de mamíferos foram atingidos pelos atuais incêndios.

#### **a.ii) Por quê?**

Porque além de produzir produtos tóxicos e, conseqüentemente, prejudiciais para tanto para nós humanos quanto para os animais, um dos pontos mais críticos das queimadas, provocadas em qualquer bioma, são as emissões de gases do efeito estufa na atmosfera, principalmente o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), como também o monóxido de carbono (CO), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e a formação do ozônio ( $\text{O}_3$ ), além da poluição do ar atmosférico pela fumaça e fuligem que provocam a deterioração ambiental. Dessa forma a conjunção das emissões com as deteriorações provocam uma série de enfermidades

nos seres vivos atingidos conforme já referido inicialmente neste item. Ultimamente, foi densamente noticiado na imprensa falada, escrita e televisionada, notícias sombrias sobre queimadas em diversos pontos do nosso Estado, e em todos os biomas que compõe os nossos ecossistemas. Entre estas cito: *“Perícias iniciais apontaram que boa parte do fogo que vem destruindo o Pantanal foi provocado pelo homem. As previsões indicam que a frequência desses eventos extremos deve aumentar. Por outro lado, o ciclo das chuvas deve ser menor nos próximos anos”*. Notícias como essa, por exemplo, reforçam o porquê do tudo que vem se passando, ou seja, as atividades antrópicas vêm desestabilizando o equilíbrio natural dos ecossistemas causando a extinção de espécies e colocando em risco os processos ecológicos essenciais para a manutenção de vida na Terra (os gases emitidos nas queimadas modificam não só o equilíbrio climático como também o biogeoquímico do planeta).

### **b) A fuligem também pode ser considerada tóxica? Qual a sua composição?**

A fuligem, também chamada de negro de fumo e de carbono negro, é uma das formas mais puras do carvão em sua versão amorfa, sendo constituída por partículas muito finas. A fuligem (ou fumaça negra das queimadas) liberada durante a combustão parcial de compostos orgânicos presentes na vegetação é mais perigosa do que se imaginava. Ela contém “carbono negro”, uma forma impura do elemento químico que é extremamente tóxica e poluente e por isso é chamada de modo simplificado de fuligem.

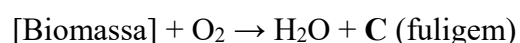
Existem basicamente quatro principais fontes de carbono negro:

1. Motores a diesel que são usados para o transporte ou para fins industriais.
2. Fornos alimentados por carvão ou madeira.

### **3. Queima de biomassa, tanto naturais como artificiais.**

4. Processos industriais que queimam carvão ou derivados de petróleo em caldeiras de pequeno porte.

A principal fonte de fuligem no mundo são as queimadas (o carbono negro é um tipo de material particulado). O carbono negro é produzido pela combustão parcial da biomassa, cujos compostos orgânicos, detêm significativos teores de carbono. Esta obtenção pode, simplificada, ser equacionada como:



Os cientistas afirmam que essas partículas liberadas nas queimadas podem estar tendo um efeito que é o dobro do imaginado em estimativas anteriores. Eles dizem que a fuligem

perde apenas para o dióxido de carbono como o mais importante agente causador de aquecimento no planeta.

### ***Resumindo tudo***

*As queimadas constituem as maiores fontes de produção de gases tóxicos, material particulado e gases do efeito estufa no planeta, influencia a química e a física atmosférica, pode afetar muito à saúde das pessoas e dos animais, produz espécies químicas que mudam significativamente o pH da água da chuva, e afeta o balanço térmico da atmosfera pela interferência na quantidade de radiação solar refletida para o espaço. O fogo extermina centenas de espécies animais e vegetais, alguns ainda não conhecidas pela Ciência, além de desencadear processos erosivos e outras formas de degradação do solo.*