

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Nota Técnica

Covid-19 e queimadas na Amazônia Legal e no Pantanal: aspectos cumulativos e vulnerabilidades

Destaques

A grande ocorrência de queimadas, que vem alcançando números recordes no ano de 2020, aliada à baixa umidade na região Amazônica e no Pantanal, pode agravar o impacto da epidemia de Covid-19.

O material particulado e gases tóxicos gerados pela queima de biomassa alcança longas distâncias, podendo atingir as grandes cidades das regiões Norte e Centro-Oeste, bem como populações ribeirinhas, quilombos e terras indígenas a centenas de quilômetros dos focos de incêndio.

O material particulado possui um grande potencial inflamatório, o que pode agravar os casos de Covid-19, sendo também porta de entrada para infecções respiratórias, o que já foi demonstrado em outros estudos.

A coexistência entre os dois problemas de saúde – a epidemia de Covid-19 e a exposição à fumaça de queimadas – gera uma competição por leitos hospitalares, que já se encontram sobrecarregados. Esse quadro de desassistência pode ser percebido pelo aumento recente de internações por Covid-19 com queda simultânea do número de internações por outras causas, inclusive as doenças respiratórias.

Municípios onde vêm ocorrendo incêndios florestais são em geral carentes de infraestrutura hospitalar de alta complexidade e de serviços de atenção básica de saúde.

Três áreas são prioritárias para o reforço dos sistemas de saúde e de controle das queimadas: a Amazônia Ocidental, que não possui redes de estradas e infraestrutura de saúde adequadas; o arco do desmatamento, principalmente o norte do Mato Grosso e sudeste do Pará, onde se concentram populações indígenas vulneráveis; e o Pantanal, que vem sendo fortemente impactado pelas queimadas e apresentam altas taxas de incidência de Covid-19.

Recomenda-se ao SUS o reforço de ações de prevenção, de vigilância em saúde, atenção básica de saúde e atendimento hospitalar de modo a realizar o diagnóstico diferencial entre as doenças respiratórias incidentes no período, com testes rápidos e PCR para Covid-19, bem como a triagem e encaminhamento de urgência dos casos graves. Devido às dificuldades de transporte da região, o fluxo de pacientes para cidades de maior porte deve ser rápido e priorizado.

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Desde 2019 tem sido noticiado o aumento de queimadas em áreas florestadas da Amazônia Legal durante o período de seca no bioma (Silvério et al., 2020). Em 2020, além da Amazônia, tem ganho destaque as queimadas no Pantanal, em virtude de recordes de queimadas neste bioma em 22 anos (Observatório Pantanal, 2020)¹. Ainda, os impactos das queimadas ultrapassam esses dois biomas, visto que a fumaça gerada tem alcançado outras regiões do país, externas a esses biomas, como o Estado do Paraná, distante 1,4 mil quilômetros dos principais focos de queimada (G1, 2020)².

Desde sua fundação, em 2010, o [Observatório de Clima e Saúde](#) vem acompanhando a evolução das queimadas e seus efeitos sobre a saúde das populações na [Amazônia](#) e Cerrado. Têm-se observado uma forte tendência de aumento da incidência de doenças respiratórias durante o período em que coincidem a diminuição das chuvas na região, a queda dos índices de umidade, a ocorrência de queimadas e a contaminação atmosférica pelos diversos tipos de poluentes.

O aumento na intensidade das queimadas nesses dois biomas resulta em uma série de impactos, como a geração de gases de efeito estufa, perda de habitat de fauna silvestre, comprometimento da flora e fauna local, entre outros (Fearnside, 2019). Além desses e tantos outros impactos, as queimadas em diferentes regiões do Brasil e no mundo neste ano apresentam um cenário ainda mais grave em virtude da pandemia de Covid-19. A interação entre os impactos decorrentes das queimadas e da pandemia de Covid-19 na Amazônia Legal e no Pantanal se dá não somente sobre os aspectos clínicos (Henderson, 2020), mas também sobre o aumento na demanda de serviços de saúde em áreas com diferentes populações vivendo em um cenário de vulnerabilidade. Deste modo, pretendemos neste estudo identificar as áreas de maior vulnerabilidade aos impactos cumulativos das queimadas em relação à pandemia de Covid-19 na Amazônia Legal e no Pantanal.

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos em escala municipal para todos os municípios localizados na Amazônia Legal e no Pantanal, cuja delimitação é apresentada na Figura 1. Todas as bases de dados consultadas são de acesso público mantidas pelo Ministério da Saúde, no caso das informações sobre serviços de saúde (por meio do Datasus); pelo Ministério do Meio Ambiente e Funai, para informações sobre as unidades de conservação e terras indígenas; pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), sobre focos de queimadas; e pela plataforma Windy³ sobre os demais

¹ <https://observatoriopantanal.org/2020/07/21/pantanal-bate-recorde-historico-de-queimadas-em-22-anos/>

² <https://g1.globo.com/pr/parana/noticia/2020/09/14/fumaca-das-queimadas-do-pantanal-chega-a-curitiba-diz-somar.ghtml>

³ www.windy.com

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

dados ambientais (distribuição de material particulado, concentração de monóxido de carbono (CO), aerossol e direção dos ventos). Os dados referentes ao número de casos e óbitos por Covid-19 foram extraídos da plataforma [MonitoraCovid-19](#), mantida pelo Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (Icict/Fiocruz), e os dados de internação hospitalar foram obtidos por meio do Sistema de Informações Hospitalares (SIH), disponibilizado pelo Datasus (<http://www2.datasus.gov.br/>).



Figura 1. Localização dos biomas Amazônia Legal e Pantanal no Brasil.

Queimadas Florestais na Amazônia Legal e no Pantanal

A fim de ilustrar o crescimento na intensidade de queimadas nestes dois biomas, a figura 2 apresenta o número de focos de queimadas em áreas florestadas da Amazônia Legal e do Pantanal entre os meses de janeiro e setembro desde 2020. Como é possível observar, considerando o período entre 1º de janeiro e 30 de setembro de 2020, o número de focos de queimadas na Amazônia Legal foi quase 80 mil, enquanto no Pantanal foi de 18 mil focos de queimadas, um valor 3 vezes superior ao do ano anterior, 2019.

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
 Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

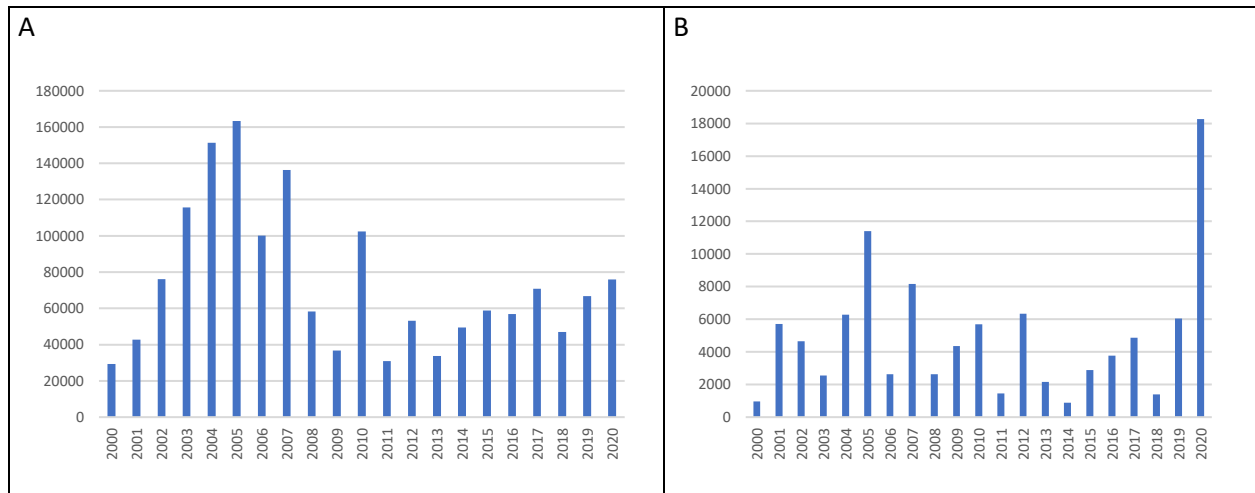
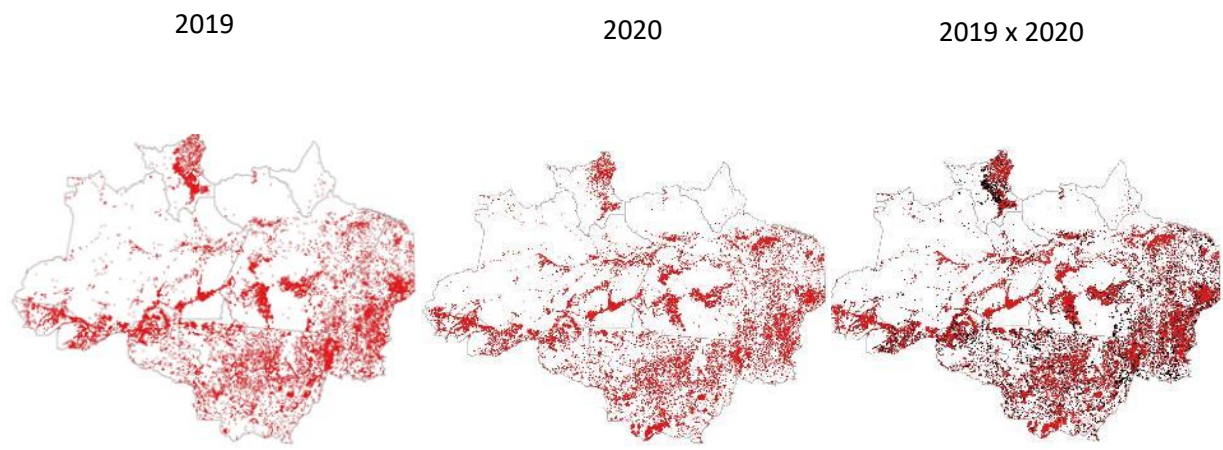


Figura 2. Número de focos de queimadas na Amazônia (A) e no Pantanal (B) entre os meses de janeiro e setembro no período de 2000 a 2020 (Fonte: INPE, 2020).

Observando somente os anos de 2019 e 2020, é possível verificar que, como mostra a figura 3, a intensidade nas queimadas na Amazônia Legal e no Pantanal pode ser verificada não somente em números, mas também de acordo com sua distribuição espacial, principalmente ao compararmos os anos de 2019 e 2020.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

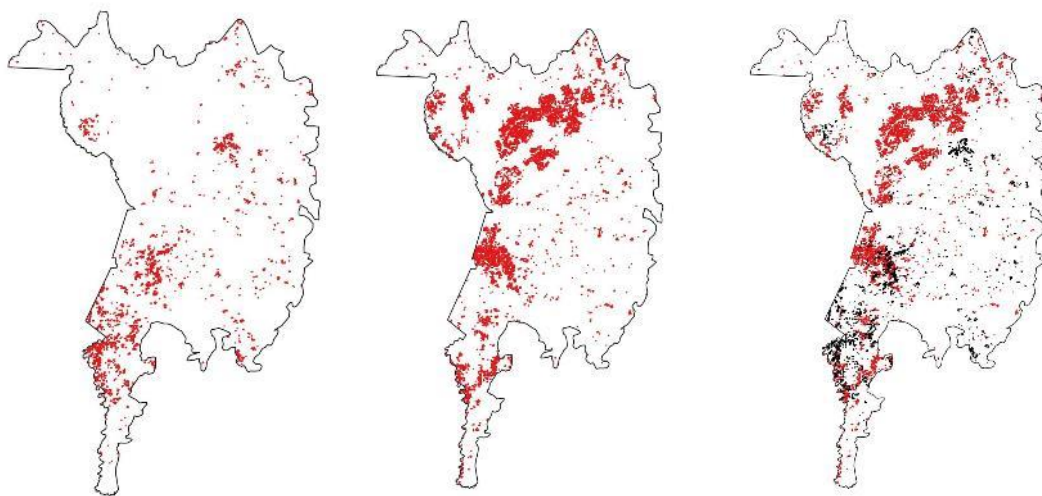


Figura 3. Focos de queimadas na Amazônia Legal e no Pantanal entre 01 de janeiro e 31 de agosto de 2019, 2020 e o ano de 2020 sobreposto ao ano de 2019, onde os focos de 2019 estão em preto e de 2020 estão em vermelho. Fonte: Programas Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE (<http://queimadas.dgi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/#>).

É importante observar que os focos de queimadas atingem grande parte dos estados do Mato Grosso, Rondônia, Maranhão, leste de Roraima e leste do Pará. Fora dessas áreas, o padrão de queimadas é bastante diverso e segue as principais estradas da região: BR-163 no oeste do Pará, BR-230 (Transamazônica) no Amazonas, e a BR-364 no Acre. Esse padrão demonstra a relação intrínseca entre as frentes de ocupação da Amazônia, o desmatamento e os incêndios florestais.

Além dos focos de queimadas é importante observar a distribuição de outras variáveis ambientais diretamente relacionada às queimadas na Amazônia Legal e no Pantanal, tais quais: i. material particulado ($PM_{2.5}$), ii. concentração de monóxido de carbono (CO); iii. aerossol e iv. direção dos ventos. A figura 4 mostra a ocorrência destas variáveis no Brasil na primeira semana de setembro de 2020. Como pode ser observado, a maior ocorrência de material particulado ($PM_{2.5}$), CO e aerossol no Brasil foi registrada em áreas que correspondem aos biomas Amazônia e Pantanal. Além dessas áreas, como pode ser verificado com a direção dos ventos, as queimadas nessas regiões tendem a impactar populações residentes em outras regiões além do Norte e Centro-Oeste, chegando a ser registrado aumento de material particulado em estados das regiões Sudeste e Sul, como verificado em 2019 (INPE/DETER, 2020).

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

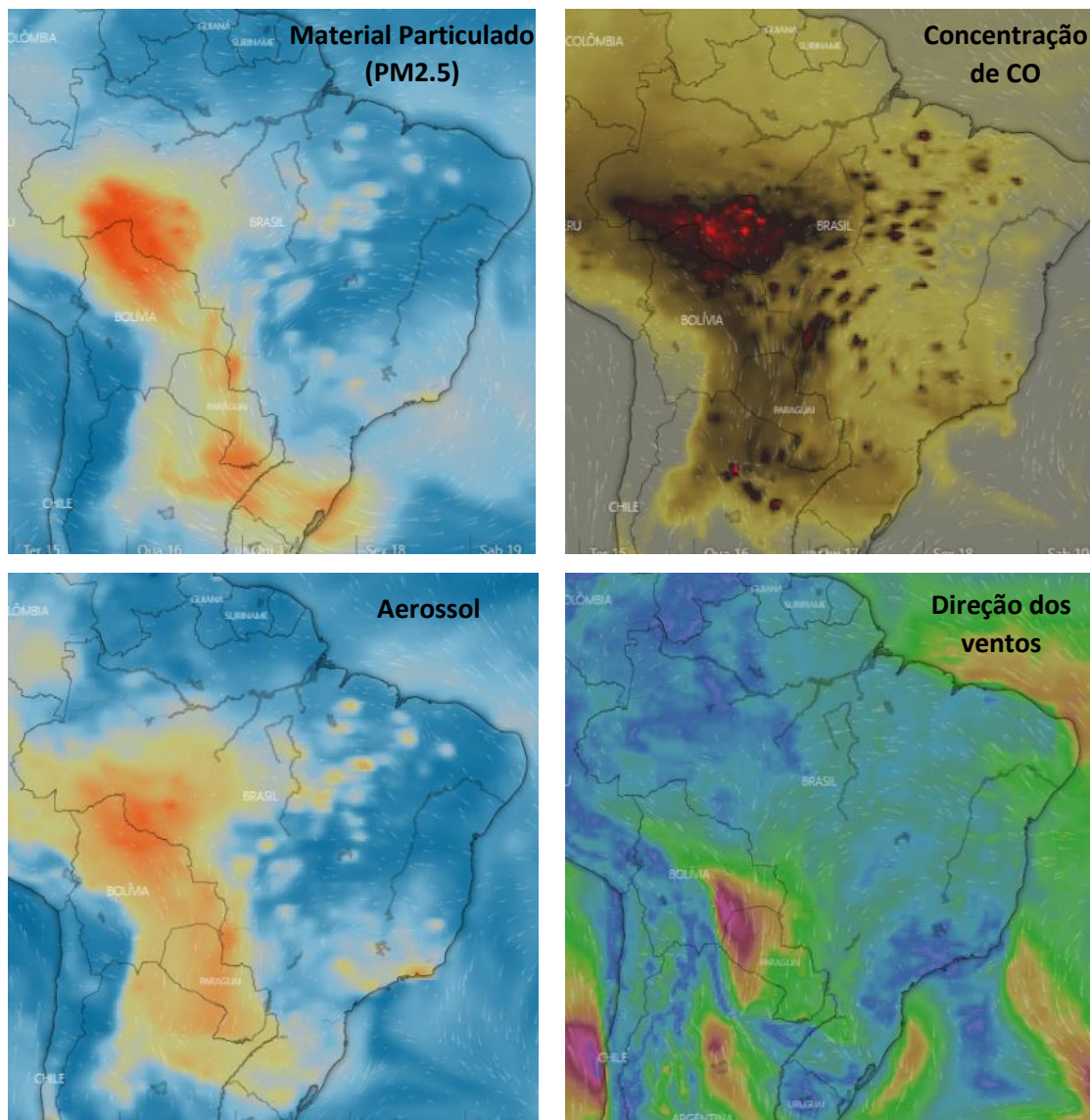


Figura 4. Distribuição de material particulado ($PM_{2.5}$), monóxido de carbono (CO), e aerossol e a direção dos ventos no Brasil no dia 10 de setembro de 2020. Fonte: <https://www.windy.com/>

Queimadas Florestais, Infecções Respiratórias Agudas e Covid-19

Queimadas florestais podem emitir uma ampla gama de poluentes do ar e gases de efeito estufa, como CO_2 (dióxido de carbono), CH_4 (metano) e N_2O (óxido nitroso). Entretanto, as queimadas são comumente relacionadas à elevada emissão e concentração de material particulado fino ($PM_{2.5}$). A associação entre $PM_{2.5}$ e o surgimento ou agravamento de infecções respiratórias são claras na literatura científica (Qiu et al, 2012), havendo evidências dessa associação também em cenários de

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

queimadas de florestas brasileiras (Oliveira et al, 2019). Além do material particulado, são liberados para a atmosfera grandes quantidades de compostos orgânicos voláteis (VOCs), com potencial tóxico e carcinogênico.

De modo simples, é possível afirmar que a exposição humana à poluição atmosférica, expressada por elevada emissão de material particulado, por exemplo, pode resultar em inflamações não somente no sistema respiratório, mas com potencial de causar danos sistêmicos, incluindo o aparelho circulatório (Arbex et al, 2012).

Essas alterações apresentam maior preocupação no cenário atual da pandemia de Covid-19. As alterações provocadas pelo $PM_{2.5}$ no sistema respiratório de pessoas expostas às queimadas pode resultar no aumento da população suscetível ao vírus e da gravidade dos casos da doença (Henderson, 2020). Embora ainda não tenhamos estudos referentes ao impacto cumulativo da exposição de queimadas e infecções por Sars-CoV-2, uma metanálise realizada na China analisando a exposição ao material particulado oriundo de queimadas florestais identificou um aumento de 6% nas internações por asma a cada 10 mg/m^3 de $PM_{2.5}$ devido às queimadas florestais, sendo este valor superior ao esperado no caso de exposições à $PM_{2.5}$ típico (Arriagada et al, 2019). Também foi identificado um aumento de 6% no risco relativo na mortalidade por SARS em Pequim, China, em cenários com exposição a 10 mg/m^3 de PM_{10} , que são partículas mais espessas de material particulado e, portanto, incluem o $PM_{2.5}$, durante cinco dias (Ciencewicky & Jaspers, 2007).

Considerando a emissão de poluentes por queimadas ocorridas no ano de 2019 na Amazônia Legal, já acima dos valores obtidos anos anteriores (figura 2), Barcellos et al (2019) identificaram uma elevação de risco de 30% na internação por doenças respiratórias de crianças moradoras de áreas próximas a queimadas, comparadas às crianças residentes em outras áreas.

Desse modo, em virtude da conhecida associação entre material particulado oriundo de queimadas e aumento na suscetibilidade e gravidade de doenças infecciosas agudas do sistema respiratório e do histórico de aumento de internações durante os períodos de queimadas na Amazônia, é possível inferir o aumento na demanda por serviços de saúde, principalmente, internações, durante o período de intensas queimadas que têm ocorrido na Amazônia Legal e no Pantanal, além do potencial aumento de casos graves de Covid-19 devido à suscetibilidade causada pela exposição prévia às fumaças.

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
 Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Mesmo que não haja a infecção pelo vírus Sars-CoV-2, as pessoas afetadas pela fumaça derivada de queimadas poderão enfrentar sérios problemas de atendimento na rede de saúde, que já se encontra comprometida com a atenção aos doentes graves de Covid-19, principalmente em leitos hospitalares. A figura 5 mostra a ocupação de leitos na região Norte devido a doenças respiratórias, doenças infecciosas e outras causas.

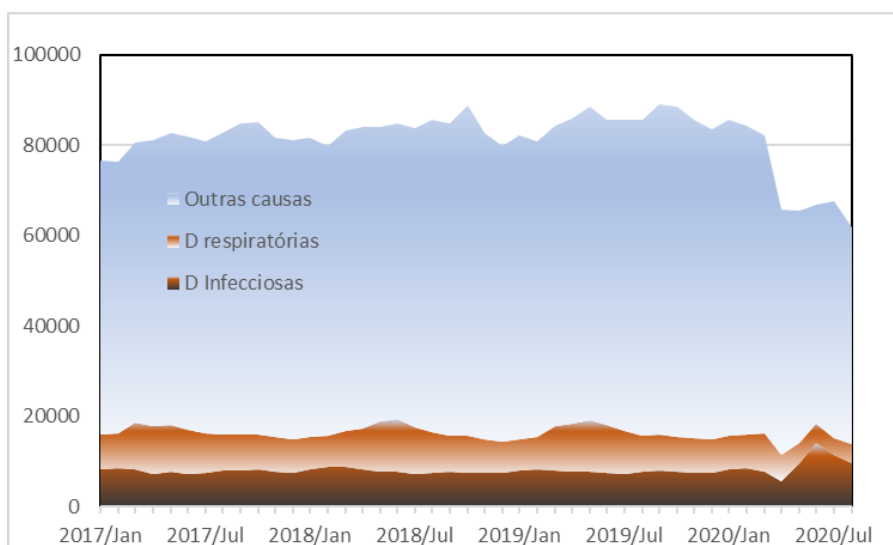


Figura 5. Número de internações hospitalares na região Norte devido a doenças respiratórias, doenças infecciosas e demais causas. Fonte: SIH/Datasus, acessado em 25 de outubro de 2020.

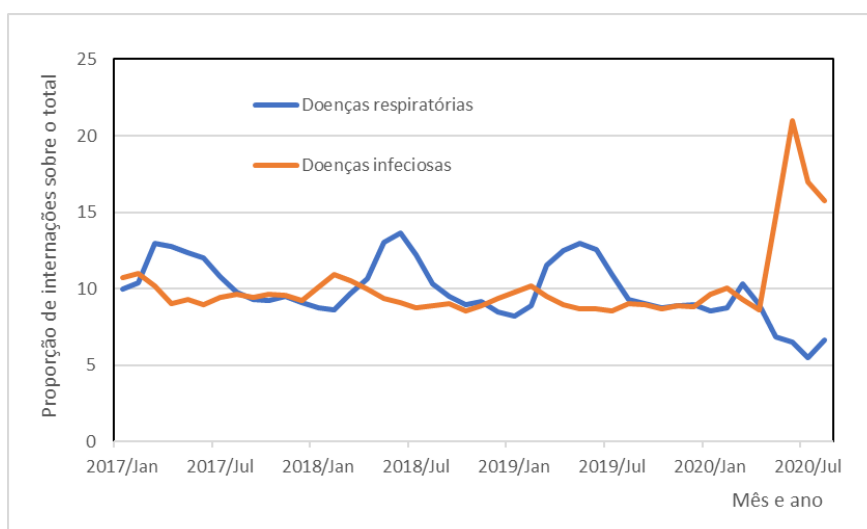


Figura 6. Proporção (em %) de internações hospitalares na região Norte devido a doenças respiratórias e doenças infecciosas. Fonte: SIH/Datasus, acessado em 25 de outubro de 2020.

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Observa-se pela figura 5 que, nos anos anteriores a 2020, são realizadas cerca de 8.000 internações por mês na Região Norte. Cerca de 9% dessas internações têm sido devidas a doenças infecciosas, conforme observado na figura 6. Já as internações por doenças respiratórias representam de 8% a 13% do total de internações, com forte variação sazonal e picos no inverno, período de maior frequência de seca e queimadas. Nos últimos meses da série (a partir de abril), houve uma queda no número total de internações na região – parcialmente explicado pelo atraso no envio de dados do SIH - e um aumento proporcional do número de internações por doenças infecciosas, entre as quais se destaca a Covid-19 (código B34.2 do capítulo I da CID10). Simultaneamente, se observa a queda no número de internações por doenças respiratórias, no período em que, ao contrário, se esperaria seu aumento, como ocorrido nos anos anteriores. Este padrão demonstra a incapacidade de atender a demandas além da epidemia de Covid-19 devido à sobrecarga do sistema hospitalar da região.

Dessa maneira, em paralelo aos fatores ambientais, é fundamental observar a extensão e intensidade da pandemia Covid-19 na Amazônia Legal e no Pantanal desde março de 2020, quando foram registrados os primeiros casos nestes biomas. Comparando com outros estados brasileiros, os estados que integram a Amazônia Legal (Acre, Amazônia, Amapá, Pará, Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Roraima) e o Pantanal (Mato Grosso e Mato Grosso do Sul), destacados em vermelho na Figura 6, apresentam elevadas taxas de casos e óbitos de Covid-19, principalmente os estados de Roraima, Amapá, Mato Grosso, Amazonas, Rondônia e Acre e Pará. A fim de ilustrar a distribuição dos casos e óbitos por Covid-19 nestes dois biomas, a figura 7 mostra a taxa de casos e óbitos por 100 mil habitantes nos municípios da Amazônia Legal e do Pantanal até 30 de setembro de 2020. A letalidade da doença é expressa pela proporção de óbitos ocorridos para cada caso. No gráfico, portanto, os estados com maior letalidade são aqueles que se afastam em direção ao extremo inferior direita da reta de interpolação (tracejada), isto é, o Mato Grosso e Amazonas, dentre os estados da Amazônia Legal.

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
 Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

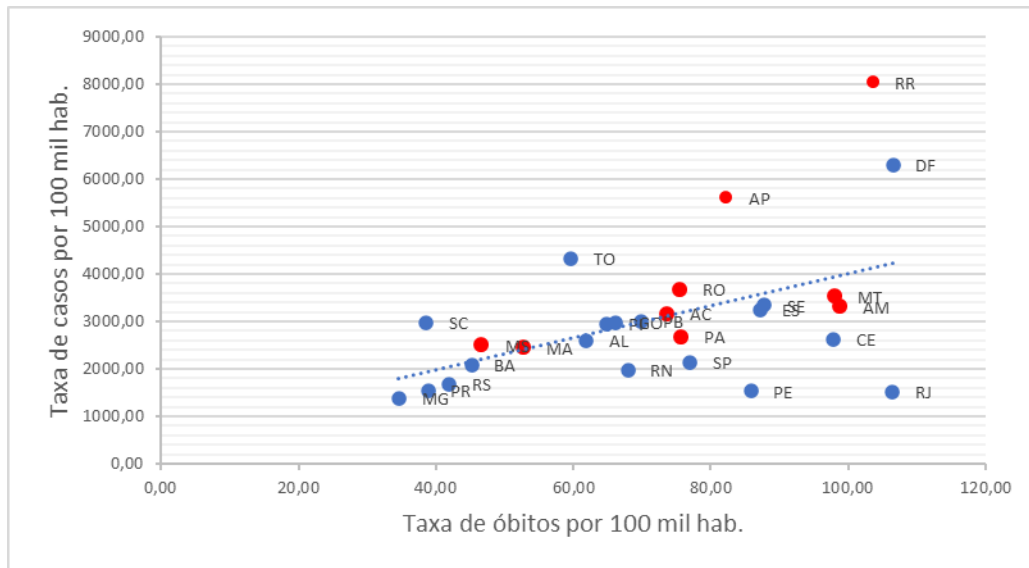
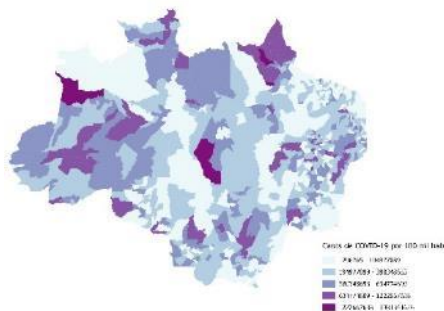


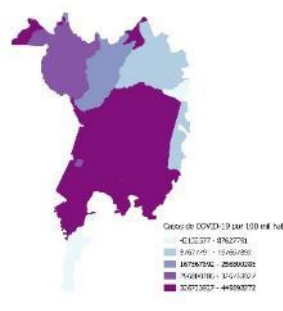
Figura 7. Casos e óbitos (por 100 mil habitantes) de Covid-19 nos estados brasileiros em 30 de setembro de 2020 (em vermelho os estados onde se localizam os biomas Amazônia e Pantanal).

Casos de Covid-19 por 100 mil habitantes

Amazônia Legal



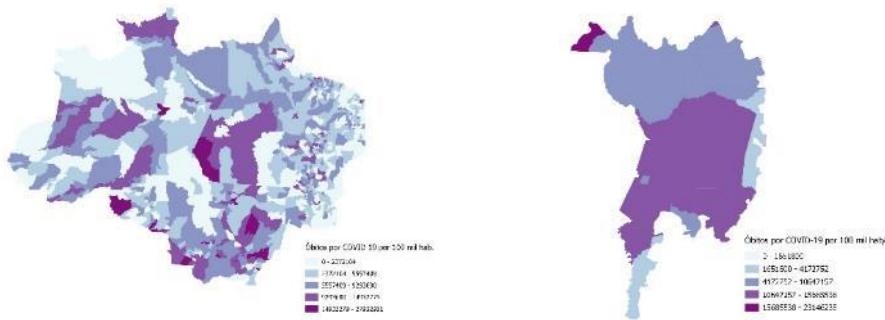
Pantanal



Óbitos Covid-19 por 100 mil habitantes

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
 Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)



Letalidade por Covid-19 (%)

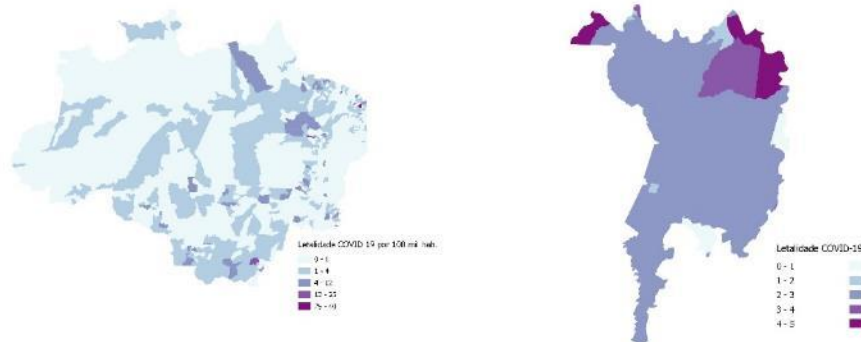


Figura 8. Distribuição de casos, óbitos e letalidade por Covid-19 até 30 de setembro de 2020 na Amazônia Legal e no Pantanal. Fonte: Secretarias de Saúde Estaduais, compilado por [Brasil.io](https://brasil.io) e disponibilizado pelo sistema MonitoraCovid-19.

A figura 9 ilustra a sobreposição de focos de queimadas em 2020 com os casos de Covid-19 registrados até o dia 31 de agosto. Ao sobrepor os focos de queimadas aos casos de Covid-19 por 100 mil habitantes registrados na Amazônia Legal e no Pantanal até 31 de agosto observa-se a ocorrência de queimadas em áreas onde tem sido registrado um grande número de casos de Covid-19.

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

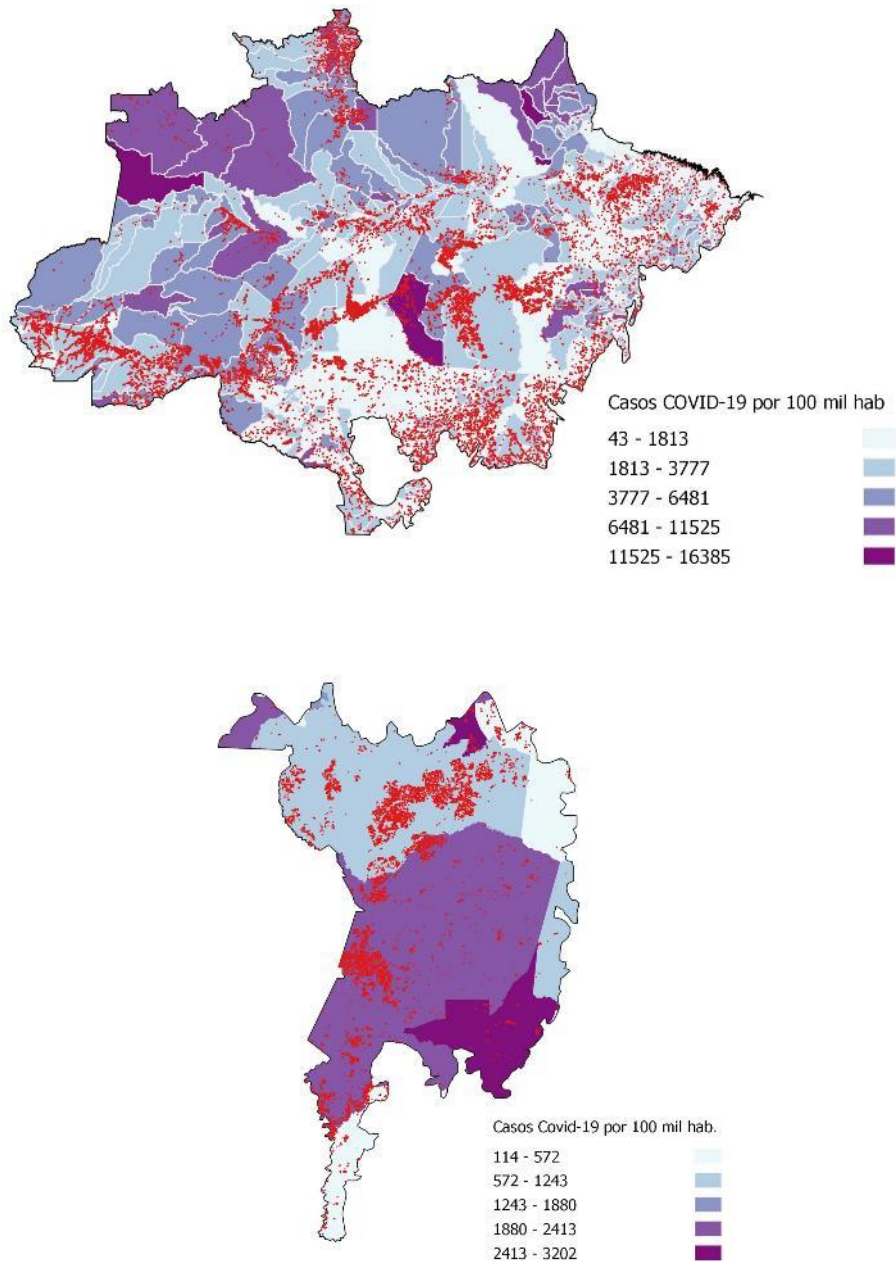


Figura 9. Focos de queimadas e casos de Covid-19 por 100 mil habitantes na Amazônia Legal e no Pantanal até 31 de agosto de 2020.

Acesso a serviços de saúde na Amazônia Legal e no Pantanal

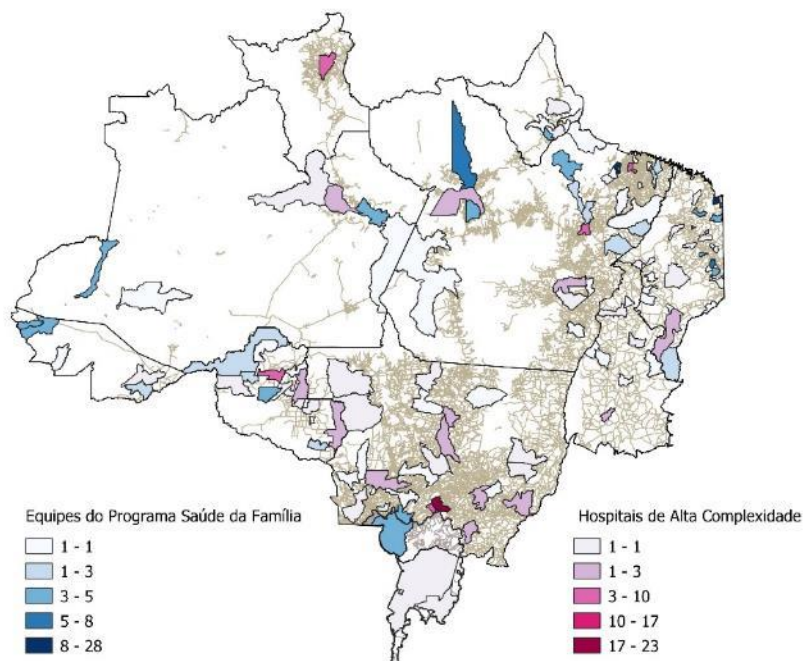
O esperado aumento na incidência de doenças cardiovasculares e respiratórias, principalmente em grupos mais vulneráveis como crianças e idosos, em virtude das queimadas, tende

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

a intensificar o esforço sobre os serviços de saúde dessas regiões. Entretanto, essas regiões estão entre aquelas com menores coberturas do sistema de saúde no país.

A fim de ilustrar o acesso a serviços de saúde, a figura 9 apresenta a distribuição de equipes do Programa Saúde da Família, um dos indicadores comumente utilizados para avaliar acesso à atenção básica de saúde, e a distribuição de hospitais classificados como de alta complexidade, ou seja, capazes de habilitar Unidades de Tratamento Intensivo (UTI). Tanto a atenção básica como as UTI são fundamentais no controle da epidemia, como no cuidado e tratamento de pessoas infectadas pelo Sars-CoV-2. Como é possível observar, os locais onde ocorrem as queimadas (figura 10) apresentam menor disponibilidade de serviços de saúde de maior complexidade, assim como apresentam menor acesso à atenção primária, visto que a distribuição de equipes do Programa Saúde da Família não ocorre de modo uniforme, como mostra em azul a Figura 10. Soma-se à escassez de serviços de saúde de atenção primária e alta complexidade e o difícil acesso através de rodovias em grande parte da Amazônia Legal e do Pantanal, como mostra em cinza a Figura 10. Ainda, a maior concentração de estradas encontra-se em áreas onde já estão presentes os serviços de saúde mencionados.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)

Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Figura 10. Distribuição de equipes do Programa Saúde da Família, hospitais de alta complexidade e estradas na Amazônia Legal e no Pantanal em junho de 2020. Fonte: Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2020).

Terras Indígenas e Unidades de Conservação na Amazônia Legal e no Pantanal

Outro aspecto de vulnerabilidade importante nesta avaliação se refere à presença de áreas ambientalmente protegidas, chamadas de Unidades de Conservação, e Terras Indígenas. A figura 11 apresenta as unidades de conservação e as terras indígenas identificadas na Amazônia Legal e no Pantanal. Destaca-se que a manutenção dessas áreas, além de elevada relevância na conservação destes biomas, é fundamental para assegurar a saúde ecossistêmica e, por consequência, a saúde da população indígena e ribeirinha residente nestas áreas.

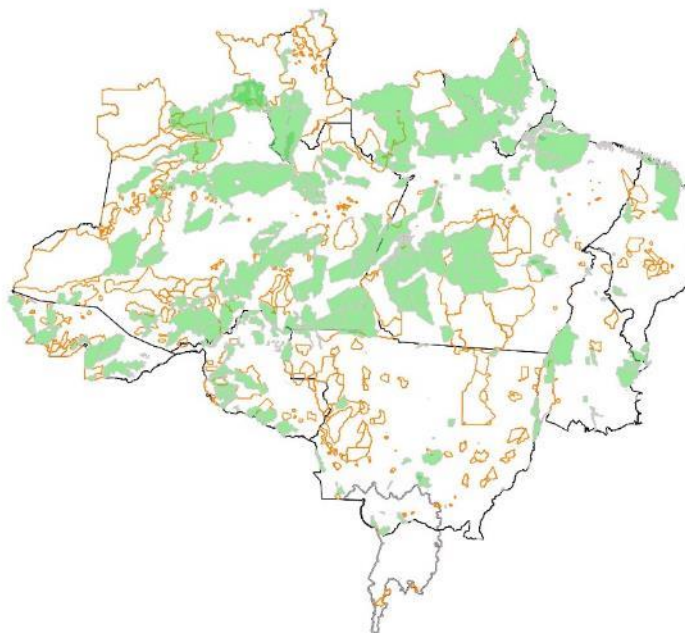


Figura 11. Unidades de Conservação (em verde) e Terras Indígenas (linhas amarelas) localizadas na Amazônia Legal e no Pantanal. Fonte: Ministério do Meio Ambiente (MMA) e Fundação Nacional do Índio (FUNAI).

Síntese Analítica: Áreas de Maior Vulnerabilidade aos Impactos Cumulativos das Queimadas e da Pandemia Covid-19

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
 Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Considerando todas as variáveis apresentadas anteriormente, é possível identificar 3 grandes áreas vulneráveis aos impactos cumulativos da epidemia de Covid-19 e da intensificação das queimadas na Amazônia Legal e no Pantanal. Essas áreas são descritas brevemente a seguir e são indicadas nas figuras 12, 13 e 14.

Porção Ocidental da Amazônia Legal – Em virtude da elevada incidência de casos e, principalmente, óbitos por Covid-19 aliada à escassez de serviços de saúde e estradas. Adiciona-se a isso o registro da elevada concentração de material particulado 2.5 nesta região. Esta área corresponde ao extremo oeste do estado do Amazonas e ao estado do Acre.

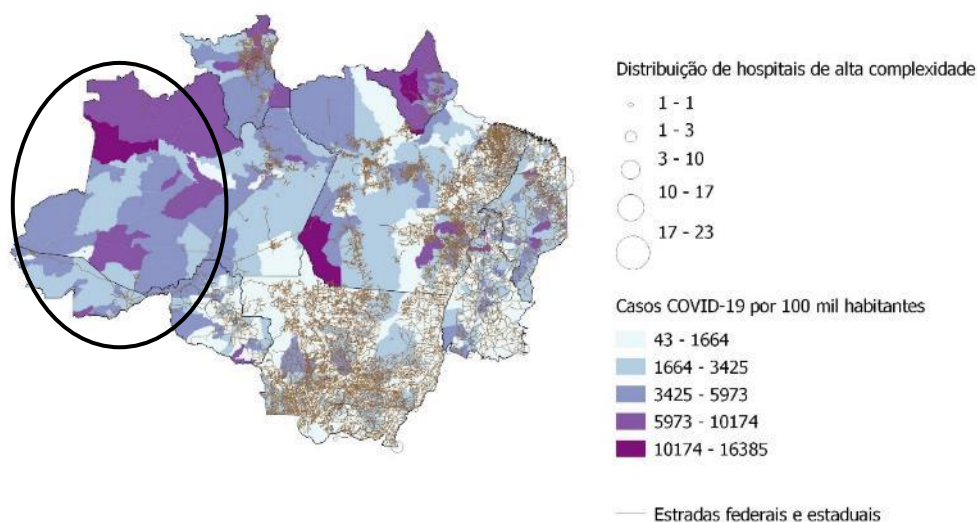


Figura 12. Número de casos de Covid-19 até 31 de agosto de 2020 e distribuição de estradas e hospitais de alta complexidade na Amazônia Legal, em destaque circular para a porção ocidental da Amazônia Legal.

Arco do Desmatamento no sudeste do Pará e norte do Mato Grosso – Em virtude do elevado número de desmatamentos, seguido por queimadas nesta porção territorial que engloba unidades de conservação e terras indígenas, como o Parque do Xingu, que têm sido diretamente impactados pelas queimadas recentes.

Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
 Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

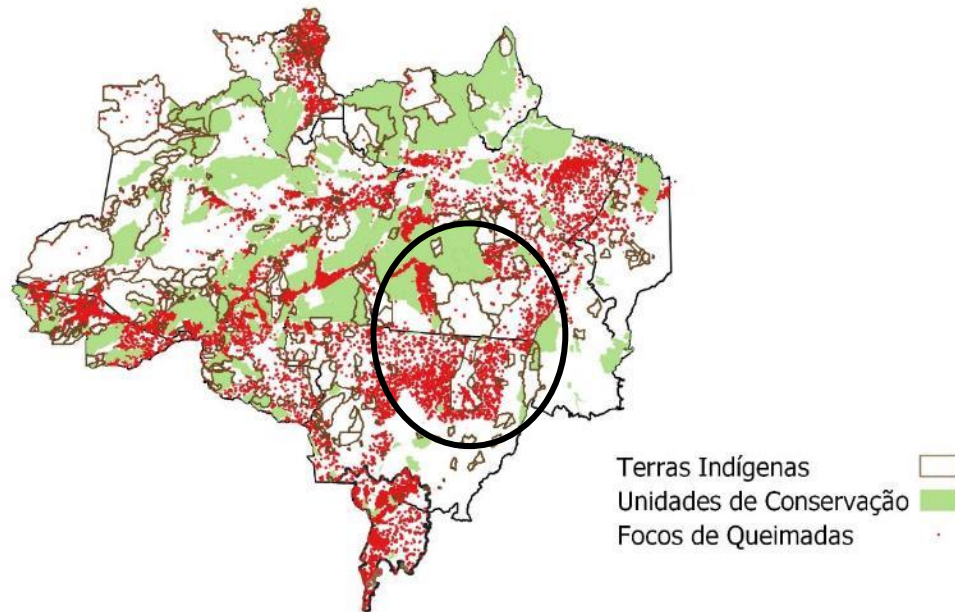
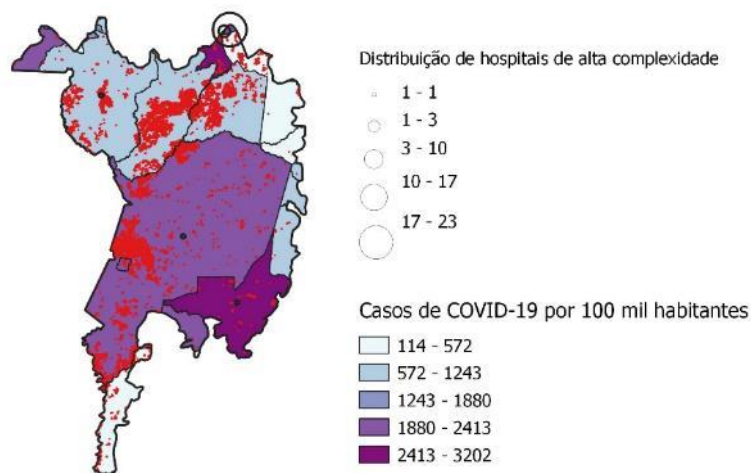


Figura 13. Terras Indígenas, unidades de conservação e focos de queimadas na Amazônia Legal e do Pantanal, com destaque circular à área de vulnerabilidade inserida no Arco do Desmatamento, na porção sul do estado do Pará e norte do Mato Grosso do Sul.

Bioma Pantanal – O bioma pantanal é composto por somente 11 municípios, todos com escassez de serviços de saúde e com elevada taxa de casos e óbitos por Covid-19. Adiciona-se a este cenário de vulnerabilidade prévia o fato do estado do Mato Grosso do Sul, onde se localiza o bioma, ser um dos epicentros da pandemia desde junho de 2020.



Observatório de Clima e Saúde

Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT)
Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)

Figura 14. Bioma do Pantanal com indicação dos focos de queimadas, casos de Covid-19 por 100 mil habitantes e localização de hospitais de alta complexidade no bioma.

Referências

- Arriagada et al. (2019) Association between fire smoke fine particulate matter and asthma-related outcomes: systematic review and meta-analysis. *Environmental Research*. Vol. 179.
- Arbex, MA, Santos, UP, Martins, LC. Saldiva, PHN, Pereira, LAA, Braga, ALF. (2012) A poluição do ar e o sistema respiratório. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 38(5): 643-655.
- Barcellos, C, Xavier D, Hacon S, Artaxo P, Gracie R, Magalhães M, Matos V, Monteiro AM & Feitosa P. (2019). Queimadas na Amazônia e seus impactos na saúde: A incidência de doenças respiratórias no sul da Amazônia aumentou significativamente nos últimos meses. 3º Informe técnico do Observatório de Clima e Saúde. *Observatório de Clima e Saúde*. Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde (ICICT), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). Disponível em : https://climaesaude.icict.fiocruz.br/sites/climaesaude.icict.fiocruz.br/files/informe_observatorio_queimadas.pdf
- Ciencewicky J, Jaspers I. (2007) Air pollution and respiratory viral infection. *Inhal Toxicol*;19(14):1135–1146
- Fearnside PM (2016) Brazil's Amazonian forest carbon: the key to Southern Amazonia's significance for global climate. *Reg Environ Change*. doi:10.1007/s10113-016-1007-2
- Henderson, S.B. (2020) The Covid-19 Pandemic and Wildfire Smoke: Potentially Concomitant Disasters. *Am. J. Public Health*, e1–e3.
- Oliveira, BFA, Ignotti, E, Hacon, S. (2011) A systematic review of the physical and chemical characteristics of pollutants from biomass burning and combustion of fossil fuels and health effects in Brazil, *Cad Saúde Pública*, 27 (9).
- Qiu et al. (2012) Effects of Coarse Particulate Matter on Emergency Hospital Admissions for Respiratory Diseases: a time-series analysis in Hong Kong. *Environmental Health Perspectives*, 4(120).
- Ribeiro H, Assunção JV (2002) Efeitos das queimadas na saúde humana. *Estudos Avançados*. 16(44): 125-148. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142002000100008&lng=en&nrm=iso.
- Silvério D, Silva S, Alencar A, Moutinho P (2019) Amazônia em chamas. Nota técnica do *Instituto De Pesquisa Ambiental da Amazônia* (IPAM). Agosto de 2019. Disponível em https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2019/08/NT-Fogo-Amazo%CC%82nia-2019-1_2.pdf