



Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq

QUEIMADAS, QUALIDADE DO AR E SUA RELAÇÃO COM CASOS DE PROBLEMAS DE SAÚDE RESPIRATÓRIA EM RIO BRANCO, ACRE

RELATÓRIO FINAL

Bolsista

Gabriel Souza de Araújo Brito

Orientadores

Liana Oighenstein Anderson

Alejandro Fonseca Duarte

Rio Branco – AC
2020

Índice

| | |
|---|-----------|
| RESUMO | 3 |
| INTRODUÇÃO | 4 |
| METODOLOGIA | 7 |
| Sensores da qualidade do ar | 7 |
| Área de estudo, medições e interdisciplinaridade | 7 |
| RESULTADOS | 9 |
| O mapa como eixo interdisciplinar | 9 |
| Medições de PM2.5 | 13 |
| DISCUSSÃO | 15 |
| CONCLUSÃO | 17 |
| REFERÊNCIAS | 17 |

RELATÓRIO FINAL

Projeto: Queimadas, Qualidade do ar e sua relação com casos de problemas de saúde respiratória em Rio Branco, Acre

Orientadora: Liana Oighenstein Anderson

Coorientador: Alejandro Fonseca Duarte

Bolsista: Gabriel Souza de Araújo Brito

Período do relatório: agosto/2019 a julho/2020

RESUMO

A partir do último quarto do século XX se intensificaram as ações de desmatamento na Amazônia, incentivadas por projetos de ocupação da área, que não tiveram em consideração aspectos relacionados com a preservação ambiental. Após quase cinquenta anos de destruição do bioma amazônico, se faz evidente a fragilidade da floresta e de suas populações tradicionais, perante os poderes governamentais e econômicos, mesmo considerando o trabalho de Organizações Não Governamentais (ONG), instituições e poderes públicos como organizações indígenas e entidades nacionais e internacionais ligadas à proteção ambiental tais como: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), e outros. A componente antropogênica, nos desastres que acontecem na natureza, aumenta sua incidência e como consequência resultam maiores as taxas de desmatamento, queimadas e áreas destruídas. Assim também aumenta a concentração de fumaça na atmosfera, as doenças respiratórias e outras cuja causa provém da poluição do ar. Nesta situação os anos 2019 e até o momento de 2020 têm sido caracterizados por recordes de queimadas e áreas desmatadas na Amazônia. O objetivo do presente relatório visa mostrar como as queimadas na Amazônia se traduzem em altas concentrações de poluição do ar que afetam a saúde da população. Significa que além da destruição da floresta se danifica a saúde humana na região. A saúde ambiental e humana demonstra uma estreita relação e sua deterioração se evidencia na ocorrência de eventos extremos do clima em mutação global. No trabalho foram monitoradas as concentrações de material particulado atmosférico mediante uma rede de sensores de baixo custo, foi iniciada a participação massiva de estudantes de escolas públicas através da sua percepção do risco à saúde da poluição do ar e de ações educacionais na prevenção e oposição a tais ocorrências. Praticamente o ano de 2020, não só até o mês de julho, tem sido marcado pela pandemia da covid-19, que, como doença respiratória e pulmonar, pode ser agravada pela poluição do ar e pelo acumulado de afecções à saúde devido ao histórico de padecimentos motivados pela exposição de longo prazo da população à baixa qualidade do ar.

Palavras-chave: Queimadas, Poluição Atmosférica, Saúde, Educação.

INTRODUÇÃO

Os relatórios parciais da execução do projeto de referência foram dedicados à observação e monitoramento da qualidade do ar nas partes leste e sul do Estado do Acre¹, e ao trabalho com alunos de escolas de Ensino Médio em busca de respostas sobre as condições sociais e ambientais que os envolvem e influenciam sua apreciação sobre a qualidade do ar nos marcos da educação e da saúde².

A partir desses antecedentes o presente relatório final apresenta as experiências pelas quais transitou a execução do projeto, as circunstâncias ambientais da Amazônia antes e durante 2019 e as condições impostas pela pandemia da covid-19 ao longo de 2020, no contexto das altas concentrações de poluição do ar que afetam a saúde da população regional e o clima global.

Os números da Tabela 1, a imagem da Figura 1 e as taxas da Figura 2, são representativas do acompanhamento da destruição da Amazônia ao longo de décadas (INPE, 2020).

Tabela 1. Variação relativa de áreas desmatadas na Amazônia entre 2018 e 2019.

| Estado | A ₂₀₁₈ (km ²) | A ₂₀₁₉ (km ²) | ΔA (%) |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| Acre | 444 | 682 | 53,60 |
| Amazonas | 1.045 | 1.434 | 37,22 |
| Amapá | 24 | 32 | 33,33 |
| Maranhão | 253 | 237 | -6,32 |
| Mato Grosso | 1.490 | 1.702 | 14,23 |
| Pará | 2.744 | 4.172 | 52,04 |
| Rondônia | 1.316 | 1.257 | -4,48 |
| Roraima | 195 | 590 | 202,56 |
| Tocantins | 25 | 23 | -8,00 |
| Amazônia | 7.536 | 10.129 | 34,41 |

Fonte: PRODES, INPE.

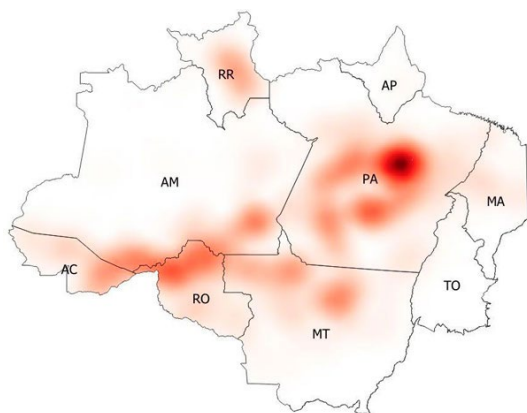


Figura 1. Ocorrência do desmatamento em 2019.

Fonte PRODES, INPE.

¹ [http://acreibioclimate.net/abcpublications/Society/Qualidade do ar e Saude AC \(CNPq-PIBIC_Relatorio_1\)_18Nov2019.pdf](http://acreibioclimate.net/abcpublications/Society/Qualidade%20do%20ar%20e%20Saude%20AC%20(CNPq-PIBIC_Relatorio_1)_18Nov2019.pdf)

² [http://acreibioclimate.net/abcpublications/Society/Qualidade do ar e Saude AC \(CNPq-PIBIC_Relatorio_2\)_15Mar2020.pdf](http://acreibioclimate.net/abcpublications/Society/Qualidade%20do%20ar%20e%20Saude%20AC%20(CNPq-PIBIC_Relatorio_2)_15Mar2020.pdf)

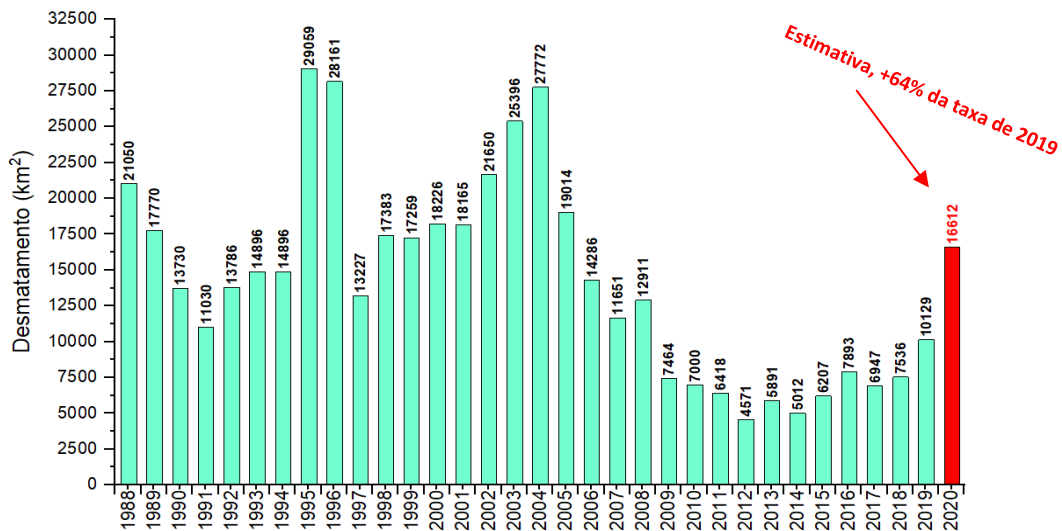


Figura 2. Taxa anual de áreas (km²) de desmatamento da Amazônia.
 Fonte: PRODES, INPE. Gráfico modificado pelos autores

As derrubadas e queimadas na Amazônia mantiveram taxas de desmatamento acima de 10 mil km² desde o início da série, mostrada acima, até o ano de 2008, e voltaram a sobrepasar esse patamar em 2019. O esforço da década anterior foi descontinuado não somente do ponto de vista físico, mas também, aparentemente, do ponto de vista logístico. Antes entidades de pesquisa, ONGs, povos indígenas da Amazônia e comunidade internacional, reconheciam o esforço, atualmente não é mais assim.

No verão amazônico de 2019 o governo do Acre, decretou estado de emergência devido às queimadas e à fumaça que prejudicou a qualidade do ar e consequentemente a saúde da população (GADELHA; MUNIZ, 2019). Em 2020, os registros de desmatamento que devem fechar no final de julho, já entre janeiro e junho apontavam ser de 3.069,57 km², refletindo um aumento de 25% em relação ao mesmo período em 2019; e nos últimos 11 meses o desmatamento aumentou em 64% (OLIVEIRA, 2020).

O panorama de desmatamento, queimadas e poluição do ar visto em 2019 e 2020, piora ainda mais a situação de precariedade em saúde da população devido à pandemia da covid-19. Uma Nota Técnica (ARAGÃO *et al.*, 2020) emitida pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN, INPE) esclarece que: (1) “as ações de contenção dos crimes ambientais e da manutenção da saúde pública” devem acontecer de forma integrada; (2) “A falha em gerenciar conjuntamente os bens naturais e a saúde pública acarretaria um desastre sem precedentes”.

O desenvolvimento da execução do projeto que aqui se relata aconteceu em meio a essa situação de degradação social e ambiental amazônica gerada por uma nova visão política brasileira iniciada em 1º de janeiro de 2019, que abrange todo o Brasil do ponto de vista da sustentabilidade e da saúde humana.

O objetivo do presente relatório visa mostrar como as queimadas na Amazônia se traduzem em altas concentrações de poluição do ar que afetam a saúde da população. O problema relacionado a esse assunto é recorrente, pois embora estabelecido e esclarecido a partir de vários pontos de vista, está longe de ser solucionado. Alguns antecedentes importantes nesta área de pesquisa são: (1) a campanha de medições Smoke, Clouds and Radiation-Brazil (SCAR-B), de abrangência internacional e uso de equipamentos

disponibilizados em terra, em aviões e em satélites para estudar a queima de biomassa florestal, emissão para a atmosfera de particulado e gases oriundos das queimadas, propriedades e composição da atmosfera, transporte da fumaça e seus efeitos climáticos (ARTAXO *et al.*, 1999; KAUFMAN *et al.*, 1998); (2) o Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia inicialmente coordenado pelo INPE e atualmente pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) procura o entendimento das mudanças climáticas e ambientais no sentido de favorecer o desenvolvimento sustentável na Amazônia; na página deste Programa existem informações resultantes dos trabalhos de pesquisa e formação pós-graduada nas áreas da Ciência da Terra e da Vida (LBA, 2020); (3) as medições e estudos de água precipitável e particulado atmosférico mediante estações terrestres permanentes de radiometria solar (AERONET, 2020), que, entre outros resultados, mostraram a recorrência e sazonalidade da poluição do ar, observada

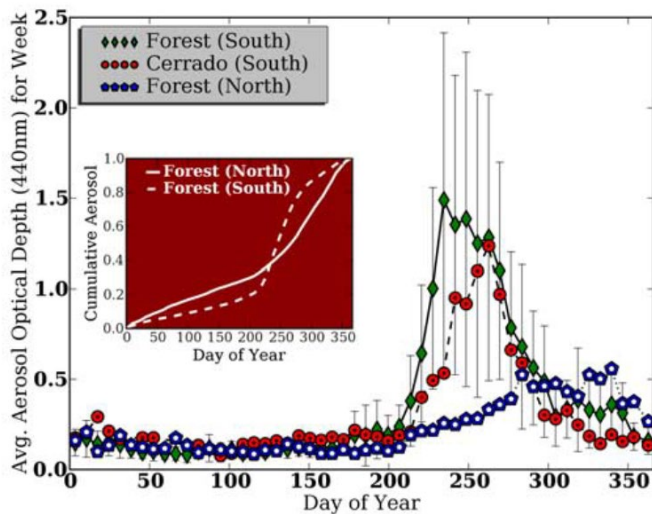


Figura 3. Sazonalidade anual da concentração de fumaça (particulado atmosférico) devido às queimadas florestais na Amazônia (SCHAFER *et al.*, 2008).

na Figura 3, nas partes norte, entre as coordenadas (70°W, 0°; 48°W, 8°S) na abrangência das estações localizadas em Balbina, Santarém, Belterra e Tukurui; e Sul, entre as coordenadas (70°W, 8°S; 55°W, 15°S) na abrangência das estações localizadas em Rio Branco, Jamari, Abracos Hill, Ji Paraná, Alta Floresta e El Refugio. As queimadas e fumaça são abundantes durante a seca; no Sul, o pico de concentração de material particulado acontece em setembro, e na parte norte da Amazônia ocorre em outubro (SCHAFER *et al.*, 2008).

A sazonalidade anual das chuvas e seca no Acre está demonstrada na Figura 4. A estação seca se estende entre junho e agosto e a estação chuvosa, chamada de inverno amazônico, entre outubro e abril, maio e setembro são meses de transição entre as estações (DUARTE, 2006).

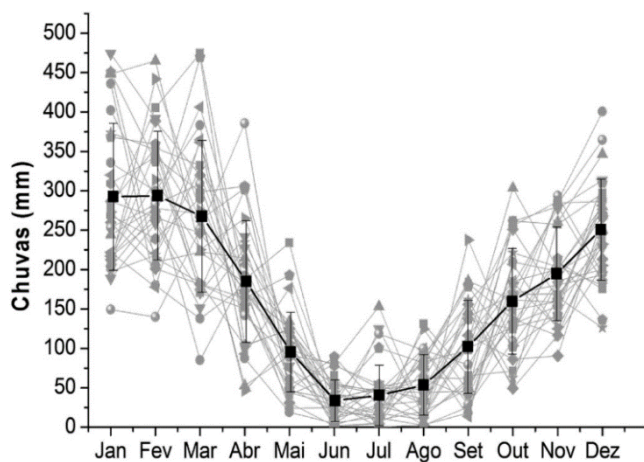


Figura 4. Variabilidade anual das chuvas no Acre, sul da Amazônia (DUARTE, 2006).

entre outubro e abril, maio e setembro são meses de transição entre as estações (DUARTE, 2006).

A climatologia das chuvas explica, em parte, a ocorrência das queimadas durante a estação seca, onde aumenta grandemente a concentração de fumaça, e como consequência é afetada a saúde da população por doenças de caráter respiratório e ocular, mas também por outras doenças devido à exposição durante anos

a esse ciclo de poluição do ar. Nas manifestações de doenças, se observa também, aquilo que se evidencia frequentemente, a vulnerabilidade da classe social em condição de pobreza (DUARTE *et al.*, 2007).

Na pesquisa teve-se em consideração tais antecedentes de informações e conhecimentos, os contextos social, político e econômico dos anos 2019 e 2020, as novas tecnologias de monitoramento da concentração de material particulado atmosférico, bem como da divulgação de dados do monitoramento e da participação popular em rede de instituições e pesquisadores em torno das ações de estudos para a tomada de decisões imediatas e os fins de alcançar a sustentabilidade ambiental da Amazônia. A colaboração com os setores de justiça e direito ambiental, de educação e saúde são destaque na mencionada participação.

METODOLOGIA

Sensores da qualidade do ar

O monitoramento da qualidade do ar por sensores de baixo custo da firma PurpleAir foi incorporado às demais instrumentações de monitoramento feito através de métodos tradicionais. Estes sensores operam em todos os continentes e os dados das medições podem ser acessados, em um [mapa](#), disponibilizado em uma página da internet³. A descrição desse tipo de sensor e a conformação da rede de 34 sensores instalados no Acre, deles 1 em Peru e 1 na Bolívia, foi feita por BROWN *et al.* (2019) e o resultado do monitoramento da rede durante o ano de 2019 foi divulgado por MELO *et al.* (2020). Essa é a primeira rede de monitoramento da qualidade do ar por sensores de baixo custo em operação na Amazônia, e na América do Sul.

Área de estudo, medições e interdisciplinaridade

A área de estudo compreendeu a cidade de Rio Branco, capital do Estado do Acre, no seu contexto estadual e amazônico. Foram utilizados dados monitorados pelos sensores da rede PurpleAir localizados no leste do Acre, em particular Rio Branco, como referência para o trabalho de inserção interdisciplinar de temas sobre meio ambiente e saúde, em escolas de Ensino Médio da capital, definindo como eixo de abordagem o [mapa](#).

Os gráficos correspondentes às medições de concentração de material particulado em função do tempo entre julho e setembro de 2019, foram coletados pelos sensores localizados na Universidade Federal do Acre (UFAC), no prédio do grupo AcreBioClima, nas coordenadas (67,86865°W; 9, 95735°S) e na sede do Ministério Público do Estado do Acre (MPAC), nas coordenadas (67,80798°W; 9,97276°S). Para este relatório foram apresentados os gráficos correspondentes à concentração de material particulado PM2.5, quer dizer, a concentração de aerossóis de até o tamanho médio de 2,5 µm, expressada em µg/m³. Tais gráficos aparecem no [Relatório 1](#) da pesquisa e de forma atualizada são apresentados na seção dos resultados deste relatório. Este aspecto não só considera a visualização do comportamento da poluição do ar e sua classificação em diferentes categorias entre ar puro e aquele que quanto maior é a sua concentração de material particulado, tanto maior resulta o risco de deterioração da saúde da população exposta, bem como agravam as consequências imediatas e mediatas à saúde coletiva, e claro mais prejudicial ainda para as parcelas da população em situação de risco como crianças,

³ <https://www.purpleair.com/map>

idosos e os que sofrem de acometimentos de asma, bronquite, e outras doenças respiratórias. Além da mencionada visualização da concentração de PM2.5 se persegue que tanto alunos, como professores e outras pessoas, se aproximem do [mapa](#) como elemento de integração que procura “[...] formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem” (MEC, 2017).

A integração e organização interdisciplinar acontece da Amazônia para o mundo, o sistema solar e o Universo, e destes para a Amazônia: em termos **geográficos** (de localização, do equador, dos trópicos, do clima, de outros continentes, da Terra que é redonda -mas não como uma bola-, dos hemisférios, das águas, dos mares, das montanhas, das calotas polares, da atmosfera, da astronomia, do Sol, das estações do ano, do clima em outros planetas, da gravitação ...); em termos **biológicos** (a vida e suas manifestações, a interação de ambientes bióticos e abióticos, a energia solar, a biodiversidade da floresta amazônica, de outros biomas e ambientes terrestres e aquáticos, estrutura do átomo, das moléculas, química orgânica, biomoléculas, células, tecidos, órgãos e sistemas, a complexidade da estrutura das biomoléculas e dos organismos simples, a extraordinária complexidade dos animais e das plantas, a reprodução, a evolução -críticas ao criacionismo-, energia, cadeia alimentar, o equilíbrio da vida, as doenças, a higiene, o saneamento básico, as vacinas, preservação da floresta, a poluição ...); em termos da **Física** (o movimento, a energia, a massa, a matéria como tudo que existe, a substância, os campos, o movimento mecânico, tipos de movimento, grandezas físicas, aceleração, gravitação, o sistema solar, radiação solar, calor, transformações de fase da água, movimento das massas de ar, pressão, temperatura, constantes da natureza, expressões, modelos matemáticos, leis, espectro da radiação solar, as plantas, a fotossíntese, as cores, a visão, as forças da natureza, a Terra e seus movimentos, eixo de rotação própria, plano da elipse de rotação em torno do Sol, as estações do ano, os hemisférios, ...); em termos da **Química** (átomos, núcleos, partículas elementares, tabela periódica, reações, forças elétricas, interações nucleares, transições eletrônicas, radiação eletromagnética, fótons, fotossíntese, radiação solar, energia, o discreto e o contínuo, moléculas, química inorgânica, química orgânica, macromoléculas, células, a vida, soluções, misturas, grandezas físicas, medições, massa, volume, quantidade de partículas, concentração, ...); em termos da **Matemática** (geometria, o ponto, coordenadas, localização, referência, a reta, movimento linear, o plano, o espaço, figuras geométricas, a esfera, a Terra, dimensões, grandezas físicas, expressões, equações e gráficos, leis, modelos, códigos, o discreto e o contínuo, curvas, sistemas de equações, números, sistemas numéricos, vetores, forças, aceleração, gravitação, movimento circular, parábola, hipérbole, elipse, plano da elipse, focos, o Sol, o sistema solar, ...); em termos da **Linguagem** (as comunidades indígenas, idiomas, códigos, regras gramaticais, lendas, literaturas amazônica, brasileira e universal, outros países, localização, clima, história, comunicação textual nas mídias sociais, a origem e transformação do Universo, da Terra, da vida, das espécies, os números, as palavras, representações e significados, as artes, poesia, biografia de cientistas, artistas, figuras destacadas na luta pela preservação ambiental, ...)

...

A integração anterior não se consegue fora do trabalho dos coletivos pedagógicos juntos no planejamento das áreas de conhecimento e na conexão entre essas áreas. Há

dificuldades de organização e execução desta abordagem. É reconhecida a necessidade de obrar para superá-las, assim:

[..] a BNCC do Ensino Médio está organizada por áreas de conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas), conforme estabelecido no artigo 35-A da LDB. Desde que foram introduzidas nas DCN do Ensino Médio de 1998 (Parecer CNE/CEB nº 15/199857), as áreas do conhecimento têm por finalidade integrar dois ou mais componentes do currículo, para melhor compreender e transformar uma realidade complexa. Essa organização não exclui necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implica o fortalecimento das relações entre elas e a sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade, requerendo trabalho conjugado e cooperativo dos seus professores no planejamento e na execução dos planos de ensino (Parecer CNE/CP nº 11/2009).

Tal organização, portanto, deve contribuir para a integração dos conhecimentos, entendida como condição para a atribuição de sentidos aos conceitos e conteúdos estudados nas escolas. (MEC, 2017).

As escolas de Ensino Médio escolhidas para iniciar o trabalho interdisciplinar foram a “Armando Nogueira” localizada nas coordenadas (67,85527°W, 9,96047°S) e a escola “Alcimar Nunes Leitão” localizada nas coordenadas (67,88367°W, 9,94451°S). Uma reunião com professores e a direção dessas escolas, marcou o começo das atividades, que se seguiram com a aplicação de um questionário a 25 alunos de 2º e 3º anos da escola “Armando Nogueira” e a 28 alunos de 1º ano da escola “Alcimar Nunes Leitão”. O questionário tinha como propósito conhecer sobre a percepção de risco à saúde, envolvido na exposição à poluição do ar, no contexto das queimadas urbanas e florestais que acontecem durante o verão amazônico. Estas atividades e outras previstas foram postas ao conhecimento da Secretaria Estadual de Educação do Acre.

O questionário tem o formato de formulário, está contido em 3 páginas, possui 34 perguntas com subitens, foi respondido em papel, e processado digitalmente com a criação de um banco de dados em **LibreOffice**, que formou parte dos anexos do [Relatório 2](#) desta pesquisa, junto com a simplificada análise quantitativa, quantitativa e gráfica das respostas às perguntas.

O fato anteriormente mencionado [vale para dizer acerca da intenção de disponibilizar o formulário em formato digital na internet para facilitar o acesso ao seu preenchimento e a elaboração das informações e dados](#), sem perder os contatos com os alunos na discussão dos resultados e propostas de diferentes caminhos de comportamento e soluções para a preservação da saúde e do ambiente.

RESULTADOS

O [mapa](#) como eixo interdisciplinar

É importante salientar a ideia de fazer acontecer como resultado. Fazer acontecer a interdisciplinaridade é um exercício dos coletivos pedagógicos, para o qual é possível contribuir, mas impossível substituir na atuação. Há de se passar pelas etapas de criação e consolidação dos coletivos, geração da sua funcionalidade para a elaboração do Projeto Político Pedagógico, dos Planos de Curso, dos Planos de Aula e da execução da interdisciplinaridade aplicando a pesquisa-ação (BARROS; DUARTE, 2016).



Hoje se faz necessário sublinhar que a geometria da Terra é redonda, embora não uma esfera. É necessário mostrar que a distância entre seu centro e cada polo é menor que a distância entre o centro e a linha do equador. Existem diferentes representações cartográficas ou projeções da Terra, como o globo terráqueo da Figura 5 de 6.371 km de raio médio e o mapa-múndi das Figuras 6 - 10.

Figura 5. Globo terráqueo. No Google Earth basta assegurar o botão direito do mouse e arrastar o mouse para fazê-lo rotar em qualquer direção. Oferece muita interatividade.

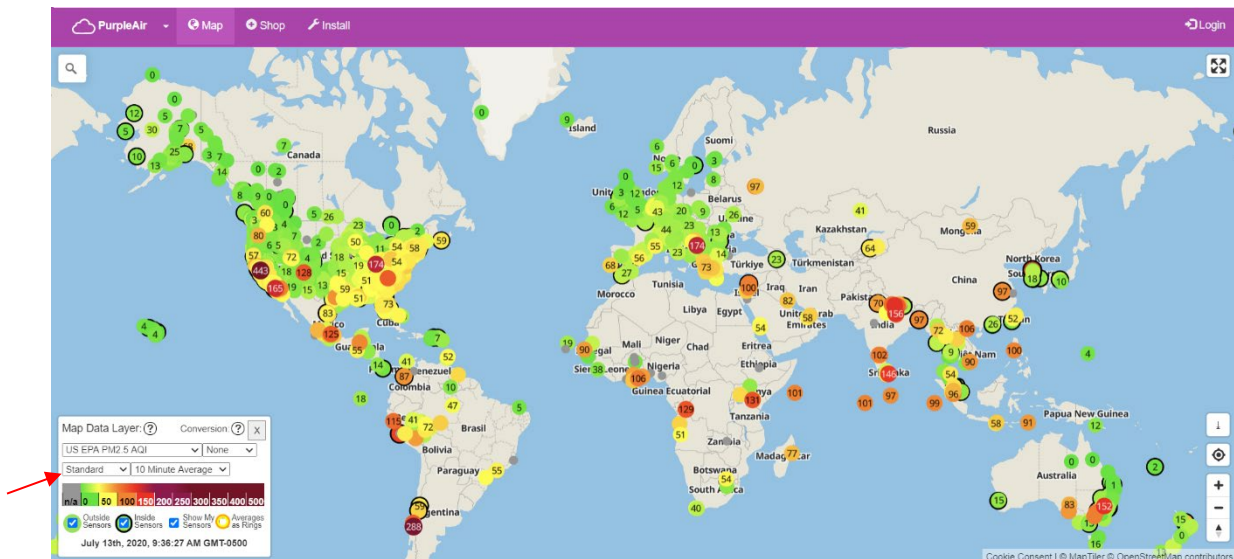


Figura 6. Mapa-múndi Estânder dos sensores PurpleAir de monitoramento da qualidade do ar.

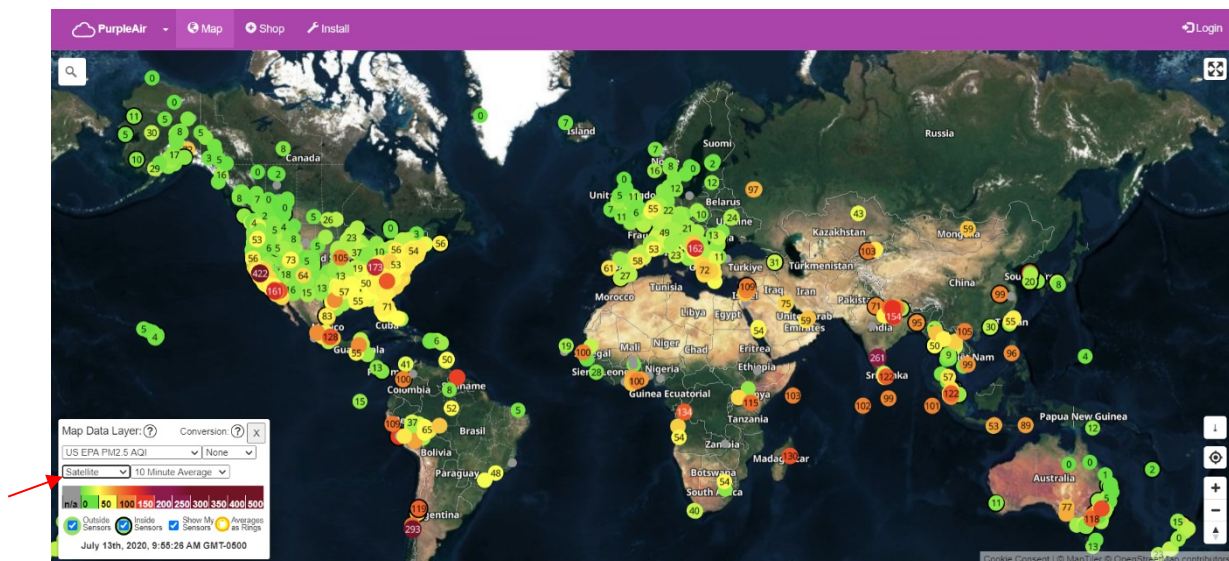


Figura 7. Mapa-múndi Satélite dos sensores PurpleAir de monitoramento da qualidade do ar.

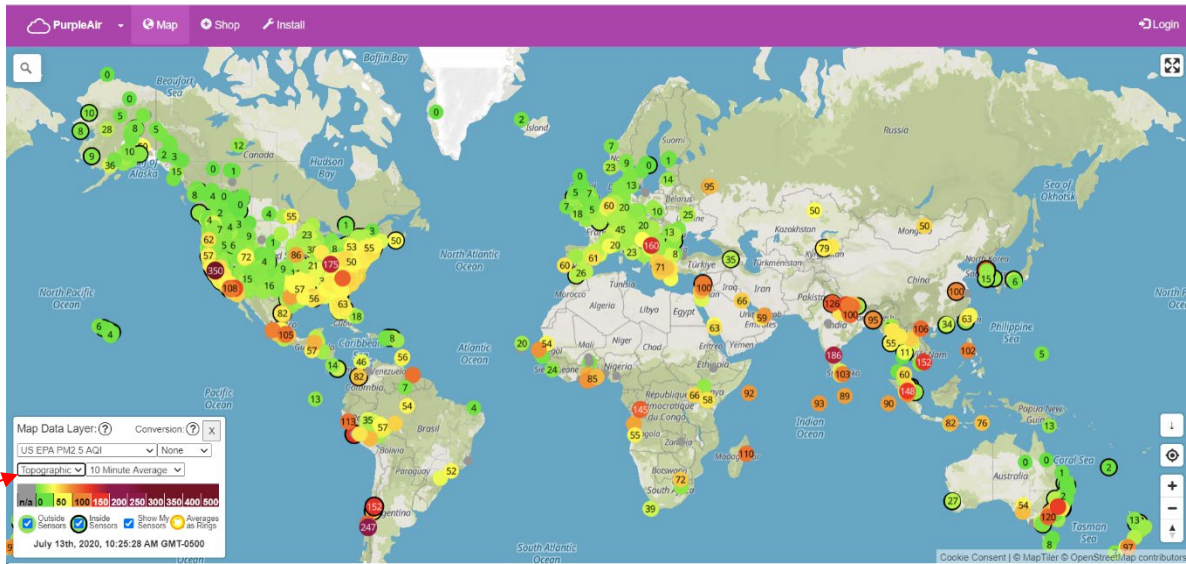


Figura 8. Mapa-múndi Topográfico dos sensores PurpleAir de monitoramento da qualidade do ar.

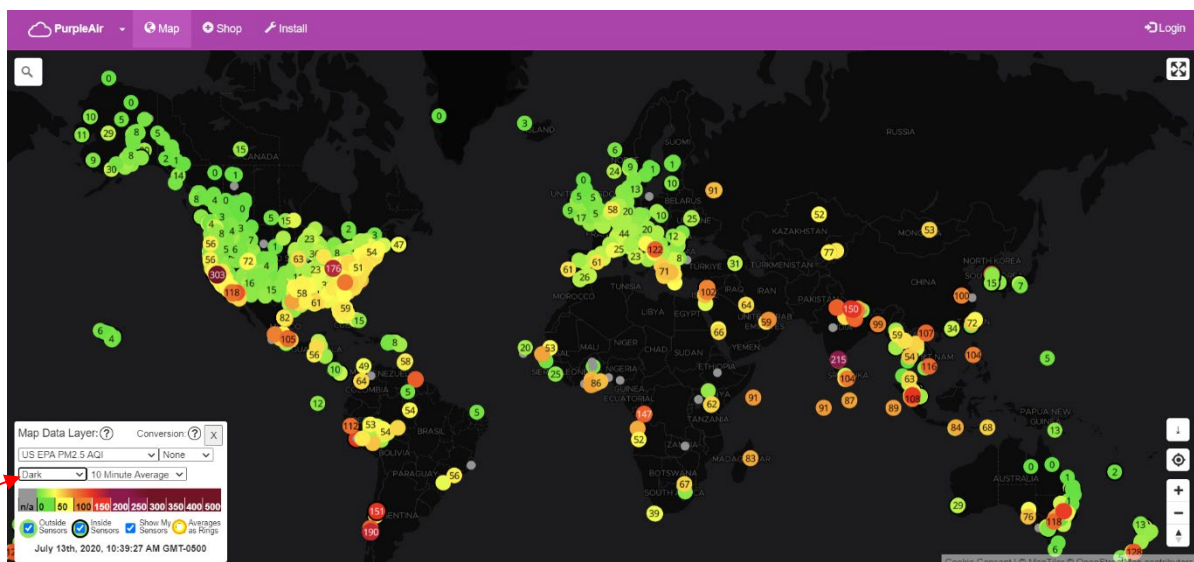


Figura 9. Mapa-múndi Escuro dos sensores PurpleAir de monitoramento da qualidade do ar.

0-50: Air quality is considered satisfactory, and air pollution poses little or no risk.

Map Data Layer: ? Conversion: ? X

US EPA PM2.5 AQI ▼ None ▼

Dark ▼ 10 Minute Average ▼

Outside Sensors
 Inside Sensors
 Show My Sensors
 Averages as Rings

July 13th, 2020, 10:39:27 AM GMT-0500

The following data layers are available to view on the PurpleAir map:

US EPA PM2.5 AQI
An air quality index (AQI) is a number used by government agencies to communicate to the public how polluted the air currently is or how polluted it is forecast to become.

US EPA PM10 AQI
AQI based on PM10 particulate matter.

US EPA Village Green
The Village Green Project is a community-based activity to demonstrate the capabilities of new real-time monitoring technology for residents and citizen scientists to learn about local air quality.

Canadian AQHI
The Air Quality Health Index or (AQHI) is a scale designed in Canada to help understand the impact of air quality on health.

Mexican PM2.5 IMECA
An air quality index used by Mexican government agencies to communicate to the public how polluted the air currently is or how polluted it is forecast to become.

Índice de Aire y Salud PM2.5
El nuevo Índice de Aire y Salud relaciona la concentración de cada contaminante con una categoría de calidad del aire, asignando un nivel de riesgo y las recomendaciones para la protección de los grupos sensibles y la población en general.

Figura 10. Apontando o cursor do mouse nos destaques da legenda ou clicando nas setas das abas se obtém informações sobre o mapa e as medições.

Nos mapas há muita informação implícita a explorar. Os textos em inglês e espanhol podem ser traduzidos com a participação do professor de línguas, faz parte da interdisciplinaridade. Esses textos se vinculam e se integram, junto com o mapa, em uma área de conhecimento e entre as várias áreas.

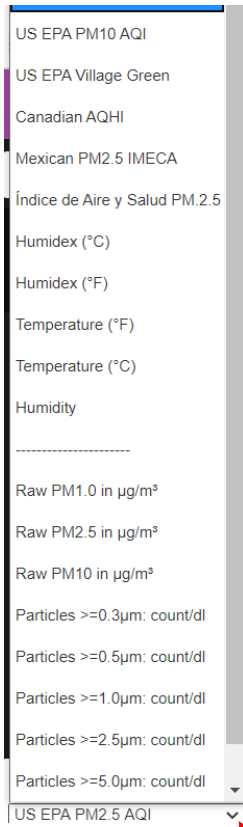


Figura 11. Ao se clicar na seta da aba aparece uma lista de itens para selecionar.

Na lista de itens a selecionar, da Figura 11, aparece já uma seleção anterior, neste caso é **US EPA PM2.5 AQI**, que pode ser mudada por uma nova seleção a escolher da lista.

O índice de qualidade do ar (AQI) é definido em função da preponderância de um tipo ou outro de particulado, por exemplo, poeira fina levantada pela circulação dos carros em determinados lugares, ou fumaça da combustão de diferentes substâncias etc. A Agência de Proteção Ambiental (EPA) dos Estados Unidos (US) determinou o índice citado. Na lista estão outras definições atribuídas a entidades de Canadá e México, por exemplo.

As demais grandezas identificadas mediante Raw e Particles, serão tratadas mais na frente.

Na Figura 12, Humidex é um índice relacionado com o conforto térmico. A seleção desses índices muda a informação do mapa e da escala de cores que representa; Humidity é a umidade relativa e Temperature, a temperatura. O mapa oferece os valores dessas grandezas físicas válidos para o interior do sensor.

Dá para selecionar as escalas Fahrenheit e Celsius, observar os valores de temperatura no mapa e realizar os cálculos de transformação entre essas escalas para comprovação!!!

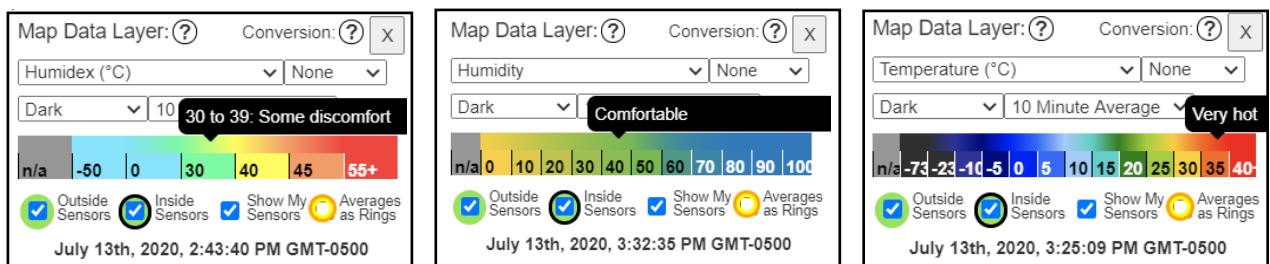
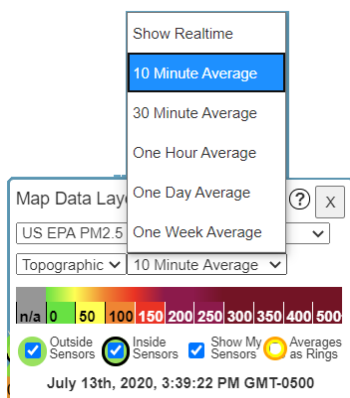


Figura 12. Humidex, Humidity e Temperature.



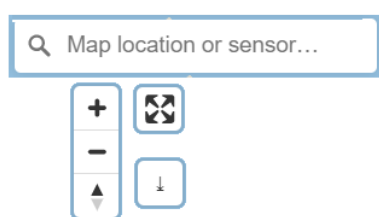
Na Figura 13 observa-se a lista de seleção do intervalo de tempo do cálculo dos valores médios das grandezas que são disponibilizadas no mapa. Inicialmente, antes de clicar na seta da aba, estava selecionado um intervalo de 10 min, mas podem ser selecionados outros: em tempo real, 30 min, 1 h, 1 dia, 1 semana.

Figura 13. Seleção do intervalo de tempo para o cálculo das médias.

É hora de voltar para aqueles itens da lista que ficaram sem ser considerados na Figura 11. Eles se referem ao material particulado na poluição do ar. Partículas (Particles) em suspensão no ar, de diâmetro médio até 1 μm (PM1.0), até 2,5 μm (PM2.5) e até 10 μm (PM10)⁴, que o sensor pode medir e oferecer a correspondente concentração, expressada em $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Raw significa que os valores medidos pelo sensor e disponibilizados no mapa não tem nenhum tratamento adicional para desconsiderar a especificidade da procedência do material particulado, ou para desconsiderar o efeito da umidade sobre o tamanho das partículas, ... São dados brutos.

Também podem ser selecionados intervalos de tamanhos de partículas para conhecer sua concentração na poluição do ar, em termos de sua quantidade por unidade de volume. Antes se tratava da concentração em massa, agora da concentração de partículas expressada em quantidade de partículas por decilitro (count/dl).

Outros símbolos de comandos estão dados na Figura 14. Simbolizam **Buscar um sensor** pelo nome ou localização; **Zoom in/out**; **Tela cheia**; **Rotar o mapa** ou devolvê-lo a sua



posição normal; e **Baixar dados de sensores**. Nota: Dois cliques seguidos no mapa dão Zoom in, e dois cliques seguidos mantendo Shift apertado dão Zoom out; dois cliques e arrastar o mouse movimentam o mapa em qualquer direção.

Figura 14. Outros comandos de interesse.

Medições de PM2.5

A Organização Mundial da Saúde (OMS) há estabelecido normas com a finalidade de estabelecer limites à poluição do ar, pelo risco de efeitos deletérios sobre a saúde humana. No caso de material particulado atmosférico as normas estabelecem como recomendação, não se expor a concentrações de PM2.5 acima de um valor médio de 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24 h, nem acima de um valor médio de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em um ano; nem a concentrações de PM10 acima de um valor médio de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24 h, nem acima de um valor médio de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em um ano (WHO, 2005). Na Figura 15 se destaca o Acre e os sensores da rede. Podem-se obter os valores médios de concentrações para um certo intervalo de tempo.

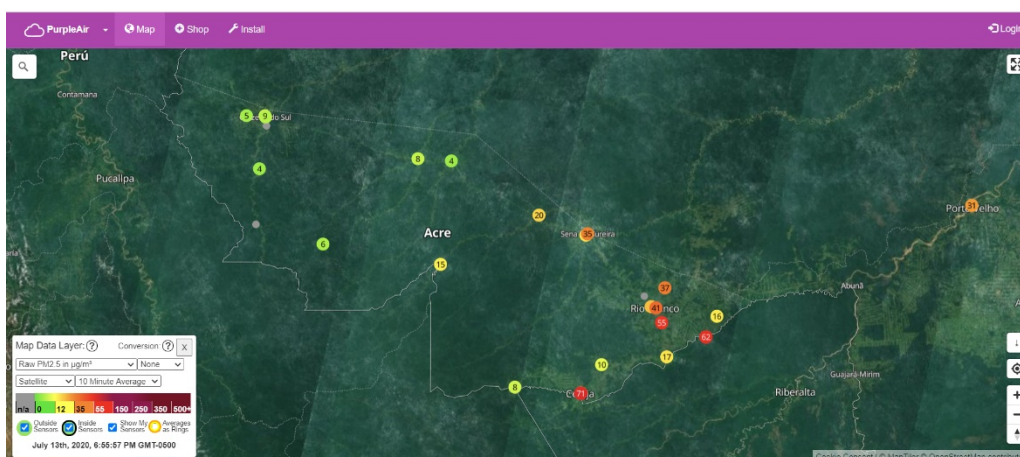


Figura 15. Clicar aqui.

⁴ Unidades de medida, sistema internacional, prefixos.

Ao clicar no ícone assinalado aparece uma lista para baixar os dados de todos os sensores mostrados na figura anterior. Na Figura 16 está apresentada apenas a parte superior da lista, que somente mostra as facilidades para baixar os dados disponíveis dos sensores instalados em Rio Branco.

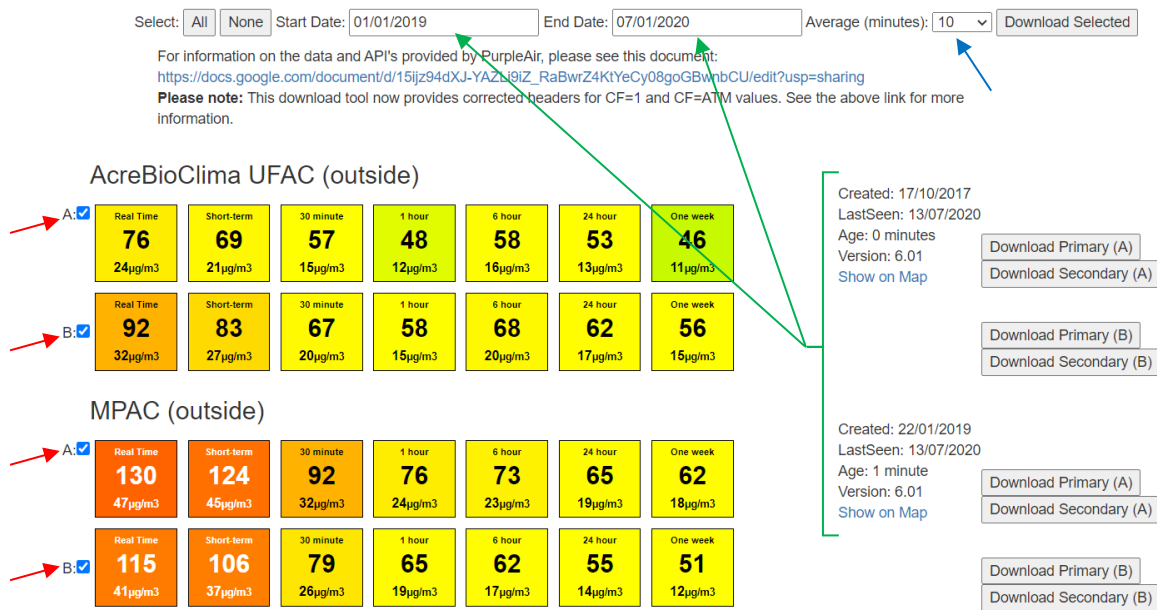


Figura 16. As setas vermelhas indicam a seleção dos canais A e B dos sensores instalados na UFAC e no MPAC; com setas verdes estão indicadas as datas entre as quais serão baixados os dados (elas se correspondem a um intervalo disponível); a seta azul indica o intervalo de tempo selecionado para o cálculo da média dos valores de concentração. Ao clicar em os dados são baixados.

Os arquivos de dados de extensão .csv podem ser carregados e transformados ao formato padrão de Excel, por exemplo, .xls ou .xlsx, e fazer gráficos como os apresentados nas Figuras 17 e 18.

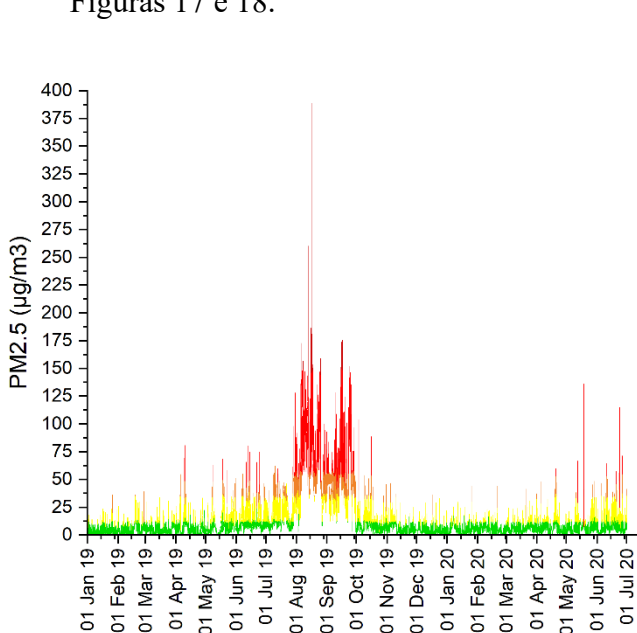


Figura 17. Concentração de PM2.5, Rio Branco – AC. AcreBioClima, UFAC.

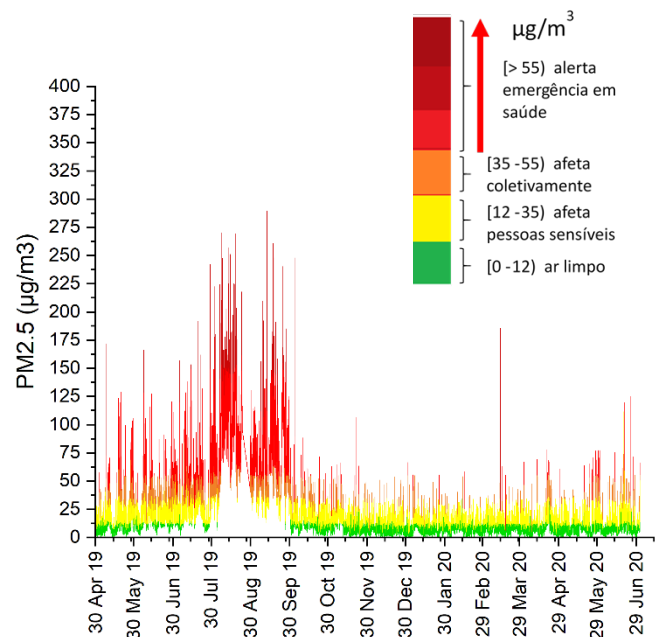


Figura 18. Concentração de PM2.5, Rio Branco – AC. MPAC.

As cores utilizadas nos gráficos acima correspondem à escala de níveis de risco à saúde vindos do aumento da concentração de material particulado.

Para tentar entender a influência da poluição do ar sobre a saúde, foram recebidos dados de atendimento por doenças respiratórias em postos de saúde de Rio Branco. Os dados foram fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde do município e estão apresentados na Tabela 2, organizados por semana epidemiológica.

Tabela 2. atendimentos de doenças respiratórias por semana epidemiológica, em Rio Branco – AC, Ano 2019.

| | Semana | Atendimentos | | Semana | atendimentos |
|--------------------|-----------------|--------------|------------|-----------------|--------------|
| Jan | 1 ^a | 603 | Jul | 27 ^a | 801 |
| | 2 ^a | 677 | | 28 ^a | 956 |
| | 3 ^a | 635 | | 29 ^a | 933 |
| | 4 ^a | 619 | | 30 ^a | 824 |
| | 5 ^a | 615 | | 31 ^a | 858 |
| Fev | 6 ^a | 678 | Ago | 32 ^a | 1048 |
| | 7 ^a | 708 | | 33 ^a | 988 |
| | 8 ^a | 850 | | 34 ^a | 1116 |
| | 9 ^a | 895 | | 35 ^a | 1089 |
| Mar | 10 ^a | 823 | Set | 36 ^a | 781 |
| | 11 ^a | 1162 | | 37 ^a | 747 |
| | 12 ^a | 1214 | | 38 ^a | 954 |
| | 13 ^a | 1383 | | 39 ^a | 884 |
| Abr | 14 ^a | 1056 | Out | 40 ^a | 933 |
| | 15 ^a | 1396 | | 41 ^a | 933 |
| | 16 ^a | 1177 | | 42 ^o | 1113 |
| | 17 ^a | 1012 | | 43 ^a | 1122 |
| Mai | 18 ^a | 898 | | 44 ^a | 950 |
| | 19 ^a | 1168 | Nov | 45 ^a | 946 |
| | 20 ^a | 1034 | | 46 ^a | 715 |
| | 21 ^a | 1116 | | 47 ^a | 945 |
| | 22 ^a | 1034 | | 48 ^a | 948 |
| Jun | 23 ^a | 1017 | Dez | 49 ^a | 901 |
| | 24 ^a | 971 | | 50 ^a | 860 |
| | 25 ^a | 999 | | 51 ^a | 937 |
| | 26 ^a | 1036 | | 52 ^a | 809 |
| Total 48867 | | | | | |

DISCUSSÃO

O planejamento da pesquisa foi executado conforme as etapas previstas, que incluíam os momentos de recesso escolar e os inconvenientes lógicos que o inverno amazônico traz, como alagações, que mudam completamente o curso dos acontecimentos em várias cidades do Estado do Acre, e muito especialmente em Rio Branco. Não podia ser prevista a pandemia de covid-19, que paralisou escolas e universidades, encontros e discussões

com alunos, professores e dirigentes para avançar nas aplicações e experiências pelas quais iria-se transitar.

A aplicação metodológica tinha sido concebida para passar da transversalidade com que se abordam os problemas associados ao meio ambiente, para a interdisciplinaridade em todas as áreas de conhecimento presentes no Ensino Médio: Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Sua concepção está formulada, mas faltam as contribuições vindas dos coletivos pedagógicos das escolas e a elaboração dos instrumentos formais que possibilitem a execução e avaliação do ensino-aprendizagem a partir da formulação.

O manuseio da instrumentação para monitoramento da qualidade do ar não pode ser realizado. As habilidades de acompanhamento de informações precisam da utilização de dados mediante o acesso à internet, precisariam da participação coletiva, intercâmbio de experiências e superação continuada de professores; para tanto este relatório pode contribuir.

A acolhida nas escolas e na Secretaria de Educação do Estado do Acre e o questionário respondido pelos alunos mostraram um alto grau de motivação, inclusive para achar respostas a alguns dos problemas que levantou o [formulário](#), como por exemplo, há alunos que moram em casas que têm abastecimento público de água, encanamento de esgoto e coleta de lixo, mas há outros que em suas casas não estão disponíveis esses serviços. Também existe um quadro preocupante de incidência de doenças respiratórias entre os alunos, que padecem de asma, sinusite, rinite alérgica, tosse, olhos secos ou lacrimejantes, falta de ar, dor de cabeça, nariz entupido, coriza, garganta seca, crise de espirros. Possivelmente tais padecimentos possam se correlacionar com os altos valores de concentração de material particulado atmosférico, que se apresentam na poluição do ar, não só típica do período seco, mas que se mostra notável em todos os meses do ano como apresentado na Figura 18 (faixa vermelha: valores de poluição acima do limite aceitável segundo os padrões da OMS). Esse fato pode estar associado à incidência da poluição do ar nas áreas urbanas, captada pelos sensores de medição da qualidade do ar localizados em regiões da cidade com características bem diferentes quanto ao volume de trânsito veicular (o MPAC está no centro da cidade e a UFAC em área mais afastada).

A enquete se mostrou uma excelente introdução e diagnóstico sobre assuntos de interesse ambiental. Por esse motivo se trabalha para aperfeiçoá-la ainda mais e disponibilizá-la em internet para acesso mediante identificação, com o qual: estará disponível para a continuação do estudo sobre percepção de risco à saúde que os alunos demonstram; poderá atender a uma massa maior de alunos; o banco de dados gerado, dessa forma, possibilitará tratar os registros computacionalmente, se eliminará o esforço de construir os registros em um banco de dados a partir dos formulários em papel, como foi feito; e poderão ser compartilhados os processos de análises com muitos participantes de maneira cooperativa.

Notou-se a necessidade de revisar os dados de atendimento por doenças respiratórias, que aparentam estar subnotificados, considerando que o município de Rio Branco tem uma população de 410 mil habitantes e somente 48.867 atendimentos em postos de saúde por doenças respiratórias em 2019. Isso representa algo menos de 12 % da população. Por

outro lado, não foi possível encontrar dados sobre internações hospitalares e mortalidade por problemas respiratórios de anos recentes.

CONCLUSÃO

O ensino, a pesquisa e a extensão universitária oferecem a oportunidade de estar próximos de uma realidade social, econômica e ambiental, que precisa da participação coletiva para seu entendimento e transformação positiva. Isso permite um enriquecimento considerável de todas as partes. A Amazônia é importante para o mundo. Preocupam a devastação ambiental, as queimadas, as derrubadas, a poluição do ar, dos rios, dos solos. As contribuições para o ensino contextualizado, sem perder o nexo planetário podem estimular e motivar jovens alunos das escolas da Região Norte a observar as riquezas daqui e transformá-las em maiores riquezas sustentáveis através da educação e da ciência.

REFERÊNCIAS

- AERONET. **Aerosol Robotic Network** Washington D.C., 2020. Disponível em: <https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>. Acesso em: 01Jul.2020.
- ARAGÃO, L. E. O. C.; JUNIOR, C. H. L. S.; ANDERSON, L. O. Brazil's challenge to restrain deforestation and fires in the Amazon during covid-19 pandemic in 2020. Environmental, social implications and their governance. São Paulo: INPE 2020.
- ARTAXO, P.; HOBBS, P. V.; KAUFMAN, Y. J.; KIRCHHOFF, V. W. J. H. (ed.). **Smoke, Clouds, and Radiation-Brazil**. Washington, DC: American Geophysical Union, 1999.
- BARROS, F. M. F.; DUARTE, A. F. **Primeira aproximação ao planejamento em Educação como Sistema Complexo**. Orientador: DUARTE, A. F. 2016. (Mestrado) -, UFAC, Rio Branco. Disponível em: http://acrebioclima.net/dissertacao_UFAC_fmfb_&_afd.pdf.
- BROWN, I. F.; DUARTE, A. F.; TORRES, M.; ASCORRA, C. *et al.* Monitoramento de fumaça em tempo real mediante sensores de baixo custo instalados na Amazônia Sul-ocidental. *In: XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019, Santos, SP. SBSR*, Disponível em: http://www.acrebioclima.pro.br/abcpublications/Environment_and_Health/SBSR-Sensores%20PurpleAir-15out18_final5-ref.pdf.
- DUARTE, A. F. Aspectos da climatologia do Acre, Brasil, com base no intervalo 1971 - 2000. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 21, n. 3b, p. 308-317, 2006. Journal Article.
- DUARTE, A. F.; JÚNIOR, J. R.; SANTOS, G. M. Influencia de la polución del aire sobre la salud en Rio Branco-AC, Brasil. **Revista Cubana de Salud Pública**, 33, n. 4, p. 9, 2007. Journal Article.
- GADELHA, A.; MUNIZ, T. **Governo do Acre decreta estado de emergência devido à estiagem e queimadas**. 2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/ac/acre/noticia/2019/08/23/governo-do-acre-decreta-estado-de-emergencia-devido-a-estiagem-e-queimadas.ghtml>. Acesso em: 10Nov.2019.

INPE. **A taxa consolidada de desmatamento por corte raso para os nove estados da Amazônia Legal (AC, AM, AP, MA, MT, PA, RO, RR e TO) em 2019 é de 10.129 km².** São Paulo, 2020. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/noticias-obt-inpe/a-taxa-consolidada-de-desmatamento-por-corte-raso-para-os-nove-estados-da-amazonia-legal-ac-am-ap-ma-mt-pa-ro-rr-e-to-em-2019-e-de-10-129-km2>. Acesso em: 09Jul.2020.

KAUFMAN, Y. J.; HOBBS, P. V.; KIRCHHOFF, V. W. J. H.; ARTAXO, P. *et al.* Smoke, Clouds, and Radiation-Brazil (SCAR-B) experiment. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, 103, n. D24, p. 31783-31808, 1998.

LBA. **Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia.** Manaus, 2020. Disponível em: <http://lba2.inpa.gov.br/>. Acesso em: 05Jul.2020.

MEC. **Base nacional comum curricular.** Brasília: Ministério da Educação, 2017. 154 p. (Ensino Médio).

MELO, A. W. F. d.; SILVA, S. S. d.; ANDERSON, L. O.; NASCIMENTO, V. M. L. d. *et al.* **Monitoramento da qualidade do ar no Estado do Acre - 2019.** Ufac. Cruzeiro do Sul, p. 36. 2020.

OLIVEIRA, E. **Amazônia bate novo recorde nos alertas de desmatamento em junho; sinais de devastação atingem mais de 3 mil km² no semestre, aumento de 25%.** Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/07/10/amazonia-bate-novo-recorde-nos-alertas-de-desmatamento-em-junho-aumento-dos-ultimos-11-meses-foi-de-64percent-aponta-inpe.ghtml>. Acesso em: 09Jul.2020.

SCHAFFER, J. S.; ECK, T. F.; HOLBEN, B. N.; ARTAXO, P. *et al.* Characterization of the optical properties of atmospheric aerosols in Amazônia from long-term AERONET monitoring (1993–1995 and 1999–2006). **Journal of Geophysical Research**, 113, n. D4, 2008.

WHO. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Geneva: World Health Organization: 22 p. 2005.
https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69477/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf?sequence=1

In Brazil, from Feb 26 to 6:35am UTC-3, 30 July 2020, there have been 2.552.265 confirmed cases of COVID-19 with 90.134 deaths, reported to JHU.

Globally, as of 12:09pm CEST, 30 July 2020, there have been 16.775.633 confirmed cases of COVID-19, including 661.244 deaths, reported to WHO.

