

**Emissões de poluentes e geração de resíduos no Amapá: Análise dos dados do VIGIAR, SEEG e de coleta de resíduos**

*Pollutant emissions and waste generation in Amapá: Analysis of VIGIAR, SEEG and waste collection data*

*Emisiones contaminantes y generación de residuos en Amapá: Análisis de datos de VIGIAR, SEEG y recolección de residuos*

**Karina da Silva Lopes Costa**

Graduanda em Licenciatura em Biologia, Claretiano, Amapá, Brasil  
karinalopesfarm@gmail.com

**Josivan da Silva Costa**

Professor Doutor, SEED, Amapá, Brasil  
josivan.chemistry@gmail.com

**RESUMO**

A Revolução industrial trouxe consigo uma série de transformações que alteraram o relacionamento do homem com a natureza. Relação esta que passou a ser de forma predatória dos recursos naturais. Aliado a isso, ainda existe a geração de resíduos atmosféricos, líquidos e sólidos, que impactam ainda mais o meio ambiente. No entanto, ainda existem no mundo regiões com altos níveis de conservação ambiental, como é o caso dos estados que fazem parte da Amazonia brasileira, em especial, como relatado nesta pesquisa, o estado do Amapá. Neste estudo, buscou-se discutir a atual situação do Amapá em relação às quantidades de emissões de gases e a geração de resíduos sólidos. Para tanto, utilizou-se de pesquisa bibliográfica e aquisição de dados em sítios eletrônicos de instituições relacionadas a legislação e a fiscalização ambiental. Foi possível constatar que o crescimento populacional é o principal fator que contribui para o aumento tanto das emissões quanto da geração de resíduos sólidos urbanos, haja vista que a atividade industrial é praticamente inexistente no Amapá e as emissões de poluentes observadas são ocasionadas pela queima de combustíveis fósseis dos veículos e por queimadas relacionadas ao uso da terra para a agricultura. A geração de resíduos sólidos urbanos também tem aumentado com o aumento da população. A coleta de resíduos sólidos é efetiva, mas não ocorre de forma seletiva e a destinação ainda é feita de forma incorreta (aterro semicontrolado).

**PALAVRAS-CHAVE:** Crescimento populacional. Emissões de poluentes. Resíduos sólidos urbanos.

**SUMMARY**

The Industrial Revolution brought with it a series of transformations that altered man's relationship with nature. This relationship became predatory of natural resources. In addition to this, there is still the generation of atmospheric, liquid, and solid waste, which further impacts the environment. However, there are still regions in the world with high levels of environmental conservation, as is the case of the states that are part of the Brazilian Amazon, especially, as reported in this research, the state of Amapá. In this study, we sought to discuss the current situation in Amapá in relation to the amounts of gas emissions and the generation of solid waste. To this end, bibliographical research and data acquisition were used on websites of institutions related to legislation and environmental inspection. It was possible to verify that population growth is the main factor that contributes to the increase in both emissions and the generation of urban solid waste, given that industrial activity is practically non-existent in Amapá, and the pollutant emissions observed are caused by the burning of fossil fuels in vehicles and by fires related to the use of land for agriculture. The generation of urban solid waste has also increased with the increase in population. The collection of solid waste is effective, but it does not occur selectively, and the disposal is still carried out incorrectly (semi-controlled landfill).

**KEYWORDS:** *Population growth. Pollutant emissions. Urban solid waste.*

**RESUMEN**

La Revolución Industrial trajo consigo una serie de transformaciones que alteraron la relación del hombre con la naturaleza. Esta relación se volvió depredadora de los recursos naturales. A esto se suma la generación de residuos atmosféricos, líquidos y sólidos, que impactan aún más al medio ambiente. Sin embargo, todavía existen regiones en el mundo con altos niveles de conservación ambiental, como es el caso de los estados que forman parte de la Amazonía brasileña, especialmente, como se reporta en esta investigación, el estado de Amapá. En este estudio buscamos discutir la situación actual de Amapá en relación con los montos de emisión de gases y la generación de residuos sólidos. Para ello se utilizó la investigación bibliográfica y la adquisición de datos en sitios web de instituciones relacionadas con la legislación y la inspección ambiental. Se pudo comprobar que el crecimiento poblacional es el principal factor que contribuye al aumento tanto de las emisiones como de la generación de residuos sólidos urbanos, dado que la actividad industrial es prácticamente inexistente en Amapá y las emisiones contaminantes observadas son causadas por la quema de combustibles fósiles en vehículos y por incendios relacionados con el uso de la tierra para la agricultura. La generación de residuos sólidos urbanos también ha aumentado con el aumento de la población. La recogida de residuos sólidos es eficaz, pero no se produce de forma selectiva y la eliminación todavía se realiza de forma incorrecta (vertedero semicontrolado).

**PALABRAS CLAVE:** *Crecimiento de la población. Emisiones contaminantes. Residuos sólidos urbanos.*

## 1 INTRODUÇÃO

O ser humano passou boa parte da sua evolução como espécie vivendo de forma harmoniosa com o meio ambiente, caçando e utilizando recursos apenas para sua sobrevivência. Com o passar dos anos, o mundo foi passando por diversas mudanças, o que inclui a forma como o homem se relacionava com a natureza. Essa relação aos poucos não seria mais a mesma. As civilizações foram se desenvolvendo e uso dos recursos naturais se tornou demasiado. Com a revolução no campo tecnológico, político e econômico o homem passou a não só explorar a natureza para sua subsistência, mas também para seus interesses econômicos (MOORE, 2022).

Um desses adventos veio com a revolução industrial ocorrida no século XVIII. Desde esse marco histórico o homem modificou significativamente seu relacionamento com a natureza, passou a explorá-la além da sua sobrevivência e começou a capitalizar os recursos naturais, em busca de poder econômico. A revolução industrial, desde seu surgimento, modificou completamente o cenário mundial, e com a ela ocorreu uma exploração predatória dos recursos naturais (MELO, et al., 2020).

As mudanças foram visíveis, houve crescimento populacional, os espaços urbanos deram lugar para as populações rurais que migraram para as cidades, a produção artesanal, passou a ser substituída pela produção utilizando maquinários, com o objetivo de produção em massa, e aos poucos, o consumismo foi instaurado e incentivado. Tudo estava em pleno desenvolvimento industrial, o que foi muito importante para a época, e que permitiu que as sociedades chegassem ao perfil atual. A evolução se fez necessária e acarretou diversos benefícios, com desenvolvimento no setor tecnológico, a inserção de máquinas no setor produtivo, a evolução da própria medicina, entre outros (GIACOMETT; DOMINSCHER, 2018).

Em paralelo, a esse desenvolvimento, estava o meio ambiente, que também sofria uma série de modificações, os resíduos gerados por essas indústrias eram descartados de modo inadequado no meio ambiente, pois as exigências e legislações ambientais, no passado, eram menores e menos sistemáticas que as atuais. Como resultado veio a contaminação do ar, do solo, rios e lagos, que até então não eram motivos de preocupação das nações, pois o objetivo principal era o desenvolvimento industrial em razão do acúmulo de capital. Esse acúmulo viabilizou o crescimento urbano, e como consequência, a aquisição de mão de obra barata. As atenções eram voltadas para a comercialização de tudo que era produzido. Economicamente falando, foram significativas as transformações para os espaços urbanos, a economia evoluiu, pois era baseada na manufatura e passou a ser baseada na produção mecânica em série (CAMELO, 2015).

Quando as primeiras consequências da industrialização surgiram, tais problemas não foram levados em consideração porque os centros urbanos ainda eram pequenos, com pouca concentração de pessoas, muita floresta preservada e baixa escala de produção. Somente nos anos seguintes foi possível observar a grande quantidade de fumaça nessas cidades, uma consequência de seu desenvolvimento e crescimento. Foi somente nas décadas seguintes que começaram a ser percebidas e discutidas as consequências ambientais que tais mudanças provocaram no meio ambiente. Surgiram instituições, com o tempo, entidades governamentais e não governamentais (ONGS) com o objetivo de alertar as autoridades sobre os ricos para o meio ambiente devido a poluição gerada nas cidades.

Posteriormente, estudos de cunho ambiental estabeleceram sistemáticas e modelos para explicação e previsão das consequências ao meio ambiente ocasionadas pela poluição

descontrolada. Esses estudos permitiram apontar a degradação ambiental como causa de mudanças climáticas e fenômenos atípicos que ocorrem na Terra. Como, por exemplo, nos eventos de 1930 no Vale do Meuse, Bélgica, em que uma névoa de partículas e gases poluentes (smog) cobriu a cidade, resultando na morte de 60 pessoas. Em 1952, ocorreu em Londres um fenômeno com smog, conhecido como "Névoa matadora". A névoa perdurou por dias e matou cerca de 4 mil pessoas, devido a problemas respiratórios decorrentes da poluição no ar (POTT; ESTRELA, 2017).

Já em 1954, em uma região conhecida como Minamata, no Japão, uma indústria local, despejava grande quantidade de rejeitos químicos no oceano, o que veio a contaminar a principal fonte de alimentação da população local, que foi contaminada com mercúrio e outros metais. As pessoas contaminadas apresentaram sintomas de contaminação, como convulsões, irritabilidade, dores de cabeça, problemas neurológicos, entre outros, algumas pessoas morreram devido a sintomas mais graves descobertos tardiamente (SILVA, et al., 2017).

Nos anos seguintes, desastres como os citados continuaram sendo vistos, como o de 1986, conhecido como o desastre de Chernobyl, na Ucrânia, quando o reator de energia nuclear explodiu, liberando grande quantidade de material radioativo na atmosfera. As nuvens radioativas viajaram grandes extensões da Europa o que afetou milhares de pessoas e causou um desastre ambiental em grande escala.

No que diz respeito às questões ambientais que se apresentaram ao longo dos anos, surgiu a necessidade de criação de leis ambientais para restringir e/ou diminuir a emissão de poluentes e o despejo de resíduos, provenientes de atividades urbanas e industriais, no meio ambiente. Atualmente em uma visão pós-moderna (após a revolução industrial), pode-se dizer que com o desenvolvimento de muitas pesquisas, que demonstraram os impactos de anos de desenvolvimento, foi possível verificar o que a poluição causou ao meio ambiente. Houve o surgimento de grupos ambientalistas, estes realizaram movimentos pró-meio ambiente e a conscientização da própria população tem resultado em apoio a causas ambientais (TEIXEIRA; ZHOURI; MOTTA, 2021).

Em uma abordagem regional, o processo de industrialização pelo qual passou o Brasil, aumentou a quantidade de resíduos liberados no ambiente. Esses resíduos podem estar presentes na forma de gases atmosféricos, efluentes urbanos (esgoto doméstico, comercial e industrial) e resíduos sólidos (domésticos, comerciais e industriais). O órgão brasileiro responsável por regulamentar o tratamento, o acondicionamento e as quantidades de poluentes que podem ser descartados no ambiente é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), criado no início da década de 1980.

Em relação ao problema da poluição atmosférica, o Brasil apresentou, no ano de 2021, o maior pico de emissões de gases de efeito estufa dos últimos 20 anos. Foram cerca de 2,4 bilhões de toneladas brutas de gases poluentes, com destaque para a emissão de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), que chegou a 1,19 bilhões de toneladas. O perigo dessas altas quantidades está na possibilidade de destruição das camadas atmosféricas protetoras da Terra contra a radiação solar. Também existem consequências para os seres vivos, como por exemplo, a respiração de gases poluentes pode provocar graves doenças, como doenças respiratórias (a exemplo da asma brônquica), outras doenças alérgicas, além de doenças cardiovasculares (SILVA; VIEIRA, 2017; SEEG, 2023).

O Brasil produziu em 2022 cerca de 81,8 milhões de toneladas de resíduos urbanos, uma quantidade que representa 224 mil toneladas por dia. Isso equivale, em média, para cada

peessoa, a 381 kg por ano. Uma única pessoa produz mais de um quilo de lixo por dia. A região sudeste foi a que mais produziu resíduos com 49,7% do total, seguida da região nordeste que produziu 24,7%, com as regiões sul, centro-oeste e norte produzindo 10,6%, 7,5% e 7,5%, respectivamente (Revista Exame, 2023).

Na região Norte e nordeste do Brasil, existem territórios com alta extensão de florestas nativas, como é o caso da região amazônica. O estado do Amapá, que pertence a Amazônia, é um dos estados com maior área florestal preservada do País. Aliado a isso, devido a sua população relativamente baixa (em relação a outros estados da federação) ainda sofre pouco com a influência da poluição atmosférica (pouquíssimas indústrias e frota de veículos baixa) e da geração de resíduos sólidos.

Como mostrado, a região norte é uma das regiões menos poluidoras. Localizado nessa região, o Amapá possui baixos índices de geração de resíduos sólidos e atmosféricos. De acordo com dados do Censo Demográfico realizado em 2022 (IBGE, 2023), possui uma população de cerca de 733.508 habitantes em uma área de aproximadamente 142 mil km<sup>2</sup>, o que resulta em uma densidade demográfica de 5,15 habitante/km<sup>2</sup>. Assim, neste trabalho de revisão, serão expostos e discutidos dados sobre o estado do Amapá, a respeito dos índices de emissões de gases na atmosfera e a geração de resíduos sólidos urbanos.

## **2 METODOLOGIA**

Para a realização desta pesquisa, foi utilizada a revisão bibliográfica, a partir de levantamentos em publicações oficiais de instituições relacionadas a emissão de poluentes, gerenciamento de resíduos sólidos e análise de conteúdos apresentados e discutidos em eventos, sites e periódicos científicos que abordam a temática. Foi possível discutir e destacar os principais pontos relevantes que tratam do tema em questão em relação aos índices apresentados pelo estado do Amapá.

## **3 ÍNDICES DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO AMAPÁ**

### **3.1 Poluição atmosférica**

A poluição atmosférica urbana vem aumentando gradativamente a cada ano e as consequências dessas ações podem ser refletidas na ocorrência de chuvas ácidas, destruição da camada de ozônio, aquecimento global e mudanças climáticas. O aumento da emissão de poluentes atmosféricos têm sido uma das principais causas descritas para esses fenômenos. Esse fato tem se tornado uma das maiores preocupações mundiais nas últimas décadas no que se refere a projeções futuras do planeta, pois os recursos naturais estão cada vez mais escassos e a própria atmosfera vêm sofrendo importantes alterações que estão influenciando diretamente no ecossistema do planeta e comprometendo processos fotossintéticos, sendo estes essenciais para existência de vida no planeta (CETESB, 2017).

Conforme descrito no material da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), um poluente atmosférico é definido como qualquer forma de substância ou matéria nociva presente na atmosfera, que em quantidade suficiente é capaz de afetar e prejudicar o equilíbrio natural do ar atmosférico, tornando o ar impróprio, de forma que possa afetar a saúde dos seres humanos, outras formas de vida ou até mesmo imóveis ou objetos considerados patrimônio histórico-cultural.

Desde meados do século XX, a comunidade científica vem apresentando de forma mais enfática, as consequências causadas pela poluição atmosférica ao meio ambiente. Modificações dos ecossistemas afetam a biodiversidade e até mesmo à saúde humana. As discussões científicas foram destacadas pela publicação do relatório “Os limites do crescimento”, onde foi demonstrado ao mundo as consequências da revolução industrial, do crescimento populacional, da exploração dos recursos naturais e da produção agrícola. Esse relatório proporcionou a abertura de discussões ambientais com questionamentos a respeito do modelo de exploração do meio ambiente e de seus recursos. Deste modo, as nações começaram a dedicar atenção para as questões ambientais, antes deixadas de lado (OLIVEIRA, 2012).

Apesar do impacto do relatório citado, foi somente em 1997 que os países fecharam o primeiro tratado ambiental, durante a 3ª Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada em Kyoto no Japão. Este tratado ficou conhecido como protocolo de Quioto, nele foram estabelecidas metas para a redução da emissão de poluentes em um período compreendido entre 2008 e 2012, com redução de 5,2% de poluentes em relação ao que foi produzido em 1990 (DUBOIS; MOROSINI, 2016).

O Brasil, assim como outros países, tem buscado formas de minimizar a emissão desses poluentes na atmosfera. Em virtude disso, passou a monitorar essas emissões com intuito de identificar a concentração de gases, para o direcionamento na elaboração de métodos e estratégias para minimizar a liberação desses gases na atmosfera, uma vez que, a alta concentração destes afetam e potencializam o efeito estufa. Como consequência disso, há um aumento no aquecimento global, que segundo os cientistas ambientais, pode ocasionar e acelerar o derretimento de boa parte do gelo nas regiões polares, resultando em mudanças climáticas e consequentes eventos climáticos extremos (MARQUES, et al., 2022).

A nível regional no Brasil, as primeiras medidas adotadas para intensificar os padrões de qualidade do ar surgiu em São Paulo em 1976, com o decreto estadual nº 8468/76, que dispunha sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente. Anos depois, foram estabelecidos os padrões nacionais pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e aprovados pelo CONAMA, com a resolução nº 03/90, que dispõe sobre a ampliação dos poluentes atmosféricos passíveis de controle atmosférico. O IBAMA por sua vez, é o órgão responsável por fiscalizar essas questões ambientais no âmbito nacional, previstos na legislação ambiental, como exemplo, pode-se citar fontes emissoras de gases que são potenciais poluidoras e podem infringir as leis ambientais que visam a preservação do meio ambiente (SILVA KHALIL; SANTOS, 2020).

### **3.2 Principais poluentes atmosféricos**

#### **3.2.1 Monóxido de carbono (CO)**

É um gás, que em temperatura ambiente, tem características incolor, inodoro e é altamente venenoso. É resultado da combustão incompleta de hidrocarbonetos presentes nos combustíveis fósseis, assim como sistemas de aquecimento, usinas termelétricas a carvão, queima de biomassa, tabaco, entre outros. Em escala industrial, ele é utilizado na produção de metais, como o ferro e o níquel, através da oxirredução. Além de constituir a estrutura básica que forma moléculas orgânicas mais complexas. Em relação aos gases de efeito estufa, sua emissão tem sido intensificada principalmente devido à queima de combustíveis fósseis, e

tornou-se um problema que contribui para o aquecimento global (ALONSO, et al., 2020; CETESB, 2017).

### 3.2.2 Materiais Particulados (MP)

Pode ser definido como partículas sólidas ou líquidas, que ficam em suspensão no ar. Elas podem ser de origem natural ou antropogênicas e classificadas como fontes primárias e secundárias. As partículas atmosféricas ou aerossóis apresentam um formato esférico, com um diâmetro aerodinâmico e são classificadas de acordo com o tamanho da partícula, que são inferiores a 100µm. Podem ainda ser descritas como partículas finas ou grossas dependendo da fonte de origem. As grossas são resultados de processos mecânicos, como a ressuspensão de poeiras, cinzas de combustão, por exemplo, e as finas são provenientes da formação de partículas na atmosfera, estas sendo as mais comuns principalmente nos centros urbanos (AZEVEDO, 2014; CETESB, 2017).

### 3.2.3 Dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>)

Esse gás possui coloração castanha, odorante, solúvel em água e altamente tóxico ao ser humano. É potencialmente irritante e interfere nas defesas do sistema imune, causando inflamação. Se caracteriza como um dos principais precursores para a formação das chuvas ácidas, devido a produção de HNO<sub>3</sub>. Esse fenômeno é altamente prejudicial à flora, à fauna e aos monumentos e estruturas arquitetônicas (RODRIGUES, et al., 2020).

### 3.2.4 Ozônio (O<sub>3</sub>)

O ozônio é um gás, que na troposfera, se torna fundamental para a absorção da radiação ultravioleta proveniente do sol. Já nas camadas inferiores, devido sua característica de reatividade, pode se tornar um problema ambiental significativo. Ele, por sua vez, não é um poluente emitido diretamente da fonte, pois é formado a partir da reação com outros compostos orgânicos presentes na atmosfera, ativados com a radiação solar, o que o torna nocivo ao meio ambiente e contribui para o aquecimento global (LIMA; FELIX; CARDOSO, 2021).

## 3.3 Impactos da poluição atmosférica no Amapá

Em escala global e regional, as diferentes nações sofrem com as consequências das transformações do meio ambiente devido a poluição desenfreada. Os resultados disso são impactantes: deterioração de sistemas ecológicos, que continuam se intensificando com as atividades antrópicas.

### 3.3.2 A situação da Amazônia e do Amapá

A Amazônia é o maior bioma do planeta, sendo que 58,9% pertencem ao território brasileiro, correspondendo a 5.015.068,18 km<sup>2</sup> de extensão. É uma floresta rica em biodiversidade, sendo o habitat das mais diversas espécies de plantas e animais. A Amazônia brasileira é constituída por territórios nos estados do Acre, Amazonas, Amapá, Pará, Roraima,

parte do território do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins. Hoje a Amazônia está no centro das discussões mundiais como meio de preservação ambiental, pois tem sido constantemente devastada. Cita-se ações como o desmatamento, as queimadas, a extração de minérios e a biopirataria. Estes representam os principais problemas enfrentados por este bioma (IBGE, 2023; MARENGO; SOUZA JUNIOR, 2018).

Sobre o Amapá, expõe-se que é um dos estados brasileiros mais ao norte do país, é cortado pela linha imaginária que divide os hemisférios norte e no sul do Planeta (a linha do Equador). Está cercado pela Guiana Francesa e o Suriname, e faz fronteira com o estado do Pará. É composto por 16 municípios, sendo Macapá sua capital. O clima amapaense é equatorial úmido, com duas estações definidas, inverno e verão (PORTO, 2022).

O Amapá destaca-se por ter grande parte da floresta protegida e conservada, com característica densa e de terra firme. Historicamente, em comparação com outras cidades, é relativamente nova e com uma menor população, quando comparada com as outras cidades do norte do Brasil. No que se refere à exploração dos recursos naturais, o estado já desenvolveu atividades de mineração, com extração de manganês no município de Serra do Navio. No entanto essas atividades foram suspensas, recentemente, a atividade de mineração é menos intensa. Alterações ambientais significativas ocorreram no Amapá devido a implantação de três hidrelétricas: Hidrelétrica da Cachoeira Caldeirão no rio Araguari (entre os municípios de Porto Grande e Ferreira Gomes), Hidrelétrica Ferreira Gomes, também no rio Araguari (no município de Ferreira Gomes) e a Usina Hidrelétrica Santo Antônio no rio Jari (no município de Laranjal do Jari) (CORRÊA; RABELO, 2020).

Assim como em qualquer cidade em desenvolvimento, o Amapá obteve um crescimento populacional significativo. No censo populacional realizado em 2010, a população chegava a 669.526 pessoas. No último censo, realizado em 2022, essa estimativa aumentou, chegando a 733.508 pessoas, um aumento de 9,55% em 12 anos (IBGE, 2023).

A esse respeito, Edler e Rodrigues (2013), expõem que com o crescimento populacional, os centros urbanos também acompanham a expansão, avançando sobre as florestas nativas que darão lugar às cidades, o que influencia os efeitos negativos no meio ambiente. Isso afeta o equilíbrio natural do meio, como por exemplo, desmatamentos para a comercialização de madeira e para urbanização, com consequente aumento da concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> que poderia ser capturado na respiração das árvores removidas.

Os autores Silva e Vieira (2017), destacam que a poluição gerada nas cidades já atingiu um estágio crítico resultante da utilização de combustíveis fósseis que são não renováveis. As sociedades atuais já se adaptaram a utilização de carvão mineral e derivados de petróleo. A queima desses derivados gera o lançamento de gases de efeito estufa que tem intensificado o aquecimento global. Principalmente em cidades que têm alta taxa de frota de veículos, que queimam dos combustíveis fósseis, contribuindo para dispersão da fuligem que sai dos motores, assim como a emissão de gases que causam a chuva ácida. As fontes de emissões podem ser classificadas de fontes fixas (geralmente as indústrias) e fontes móveis (veículos automotores).

Devido aos impactos que a poluição atmosférica submete o meio ambiente e aos riscos à saúde humana, foi criado em 2001 uma ferramenta chamada VIGIAR, que em âmbito nacional tem o intuito de apontar os indicadores ambientais das fontes fixas e móveis de poluição e queima de biomassa. Deste modo, os estados podem caracterizar os poluentes atmosféricos presentes em cada região de forma individual. Os dados obtidos são utilizados para auxiliar a

criação de projetos para a minimização desses poluentes e para o atendimento a demanda das emissões para manutenção da saúde da população (PRESENTE; AGIR, 2018; CUNHA, 2018).

No estado do Amapá essas atividades só começaram a ser realizadas anos depois do lançamento desta ferramenta. Foi somente em 2013, que a coleta dos dados se intensificaram e contribuíram para as estratégias traçadas em 2014. Os dados obtidos, permite classificar os municípios em cinco classes de risco à saúde humana: risco zero, baixo risco, médio risco, alto risco e crítico. Deste modo, é possível a elaboração de um plano de intervenção para minimizar os efeitos da poluição sobre a saúde da população, melhorando sua qualidade de vida e evitando problemas futuros, como a sobrecarga do sistema público de saúde.

Os últimos dados sobre o Instrumento de Identificação de Município de Risco (IIMR) para o Amapá, disponibilizados pelo VIGIAR, foram divulgados no ano de 2015. Nesse ano a frota veicular estadual era de 164.945 veículos e 2936 focos de queimadas foram identificados pelo Programa Queimadas Monitoramento por Satélites do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Os municípios em risco crítico são Oiapoque, Laranjal do Jari, Macapá e Santana. Os municípios de alto risco são Porto Grande, Pedra Branca do Amapari, Mazagão e Calçoene. Os focos de calor (queima de biomassa) distribuem-se de forma variada entre os municípios, uns com maior risco que outros. Após os resultados, os governantes estabeleceram métodos e planos para o ano de 2016, focando principalmente nos municípios de maior risco à saúde humana (VIGIAR, 2018; INPE, 2023).

Quando comparados os dados de 2015 aos dados de 2022, em que a frota de veículos apresentou 232.691 unidades e 990 focos de queimadas foram registrados pelo INPE (uma redução no número de focos), é de se esperar que tenha ocorrido uma diminuição do índice de risco para a maioria dos municípios. Para a capital Macapá, é possível que o índice de risco tenha aumentado em razão do aumento da população e da frota de veículos (IBGE, 2023; INPE, 2023).

### 3.3.3 Fontes emissoras de poluentes atmosféricos no Amapá

Os principais poluentes **atmosféricos** emitidos pelo estado do Amapá encontram-se descritos na tabela 1, que indica os setores que contribuem para essas emissões. O último boletim de dados divulgados pelo Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, SEEG, é relativo ao ano de 2021.

Tabela 1 - Gases emitidos pelo estado do Amapá (em toneladas) e setores responsáveis.

Setor	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
Processos Industriais	0	0	0	0
Resíduos	2.572	0	35	11.733
Agropecuária	5.019	0	665	21.897
Energia	609.408	2.323	56	64
Mudança de Uso da Terra e Florestas	2.598.208	0	210	4.667
<b>Total</b>	<b>3.215.207</b>	<b>2.323</b>	<b>966</b>	<b>38.361</b>

Fonte: SEEG, 2023.

A emissão de poluentes referentes ao processo industrial é nula no estado do Amapá, pois a atividade industrial é praticamente inexistente. No que se refere ao uso do solo, o Amapá, por ter uma terra firme e rica, com uma diversidade de vegetação, além de uma rede hidrográfica típica da região amazônica, possui terras propícias para a exploração agropecuária.

Principalmente as culturas de arroz, feijão-caupi, milho e soja e a criação de búfalos. Estas atividades correspondem a uma parte significativa das atividades praticadas neste estado. Segundo o censo agropecuário realizado pelo IBGE em 2017, a área usada para a prática desta atividade chegou a 1.506.294 hectares, o que representou um aumento de 72% em relação ao censo de 2006, que correspondia a 632.506 hectares (IBGE, 2023). No que se refere aos poluentes emitidos pela prática dessa atividade no ano de 2021, o SEEG aponta que o principal agente emitido foi o metano, CH<sub>4</sub>, cerca de 21.897 toneladas (ton). Essa maior quantidade se deve a criação extensiva de bubalinos na região, com 312.355 Cabeças de búfalos contra 53.691 Cabeças de bovinos.

A tabela 1 também mostra que os resíduos emitiram CH<sub>4</sub> (11.733 ton) e CO<sub>2</sub> (2572 ton) em maior quantidade em relação aos outros gases. Isso pode ser explicado pelo processo de degradação pelo qual os resíduos passam, com reações químicas (como as de degradação da matéria orgânica por bactérias e outros microrganismos), que resultam na liberação de metano e certas quantidades de gás carbônico. Essas emissões foram agravadas com o tempo, devido ao aumento populacional no estado, o que contribui para produção de maiores quantidades de resíduos, e consequente aumento das emissões, causando um impacto significativo ao meio ambiente, principalmente quando os resíduos não recebem a destinação correta.

As emissões pela queima de combustíveis fósseis são as principais emissões relacionadas ao setor energético. Em maior quantidade está a emissão de CO<sub>2</sub> com 609.408 ton. A alta taxa de liberação de CO<sub>2</sub> pode ser explicada pela grande quantidade de veículos (mais de 230 mil) existente no Amapá.

Os dados sobre a mudança de uso da terra e florestas, são relativos a emissões de poluentes provenientes das mudanças antrópicas do uso da terra, queima de resíduos florestais e do desmatamento. As emissões de CO<sub>2</sub> foram mais significativas com 2.598.208 ton. Essa alta quantidade pode ser explicada pelo uso das queimadas para limpeza da vegetação ou preparo do solo, para a agricultura e/ou pecuária, com liberação de altas quantidades de CO<sub>2</sub> na fumaça. Indiretamente, o desmatamento também contribui para a elevação dos dados, pois as árvores desmatadas não podem mais capturar CO<sub>2</sub>.

Os focos de queimadas, que ocorrem de forma indiscriminada, são importantes problemas nessa região, principalmente no período mais seco do ano, entre julho e dezembro. Os incêndios florestais, além de serem responsáveis pela emissão de toneladas de CO<sub>2</sub> na atmosfera, ainda provocam a morte de diversas espécies animais e vegetais do bioma amazônico.

### **3.4 Resíduos sólidos**

Nos últimos anos muito tem se falado sobre o volume gigantesco de resíduos produzidos ao redor do mundo, o que é preocupante quando se busca preservar o meio ambiente e em relação as consequências a longo prazo que isso trará para as gerações seguintes. A produção em larga escala e a aquisição desenfreada desses produtos, tendem a desenvolver uma sociedade altamente consumista, e despreocupada com o descarte dos resíduos resultante desse consumo (COSTA; DIZ; OLIVEIRA, 2018).

No que tange às questões ambientais, o processo de globalização fez com que os impactos ambientais se tornassem substanciais, pois a sociedade aumentou consideravelmente o hábito consumista, em virtude disso a demanda por recursos naturais para as produções

industriais aumentaram progressivamente. Conseqüentemente, houve maior descarte de resíduos no meio ambiente. Em face disso, a sociedade vem encontrando dificuldade para dar uma destinação adequada para os resíduos sólidos, sendo essa, uma problemática a ser solucionada (POZZETTI; CALDAS, 2019).

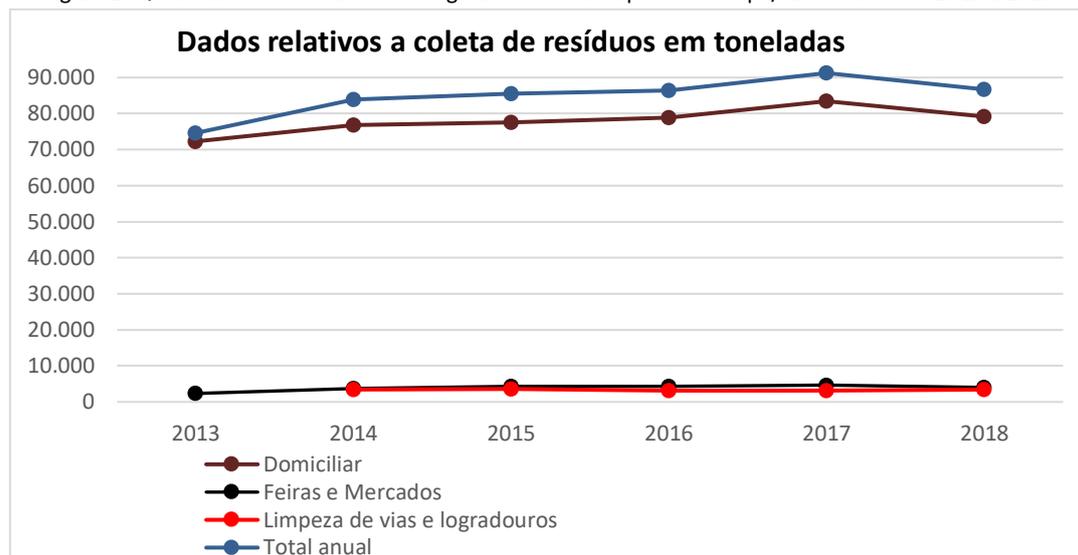
#### 3.4.1 Resíduos sólidos produzidos no Amapá: Destinação e armazenamento

Considerado um dos estados que possui o bioma amazônico mais conservado do Brasil, o Amapá ainda possui dificuldade para dar a destinação adequada aos resíduos sólidos produzidos pelos 16 municípios que o compõem. Possui um aterro sanitário, que atende a demanda dos municípios de Macapá e Santana, desde 2013. A coleta no município de Macapá/AP, é realizada por uma empresa terceirizada, contratada pela prefeitura. A gestão desse resíduo sólido é feita pela Secretaria Municipal de Manutenção Urbanística, SEMUR. Os demais 14 municípios possuem lixão a céu aberto, não atendendo aos itens previstos na lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS) (NERY, et al., 2016).

A assessoria técnica ambiental do Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Proteção ao Patrimônio Público do Ministério Público do Amapá (CAOP/AMB/MP-AP) tem feito um rastreamento e visitado esses 14 municípios, com o intuito de fazer um diagnóstico da situação socioambiental do local de despejo desses lixões, para identificar o impacto ambiental resultante dessa ação. Após o diagnóstico, o MP recomendou às prefeituras desses municípios a buscarem soluções para a situação. Conseqüentemente, esses municípios contribuem para diversos impactos ambientais como contaminação do lençol freático, poluição do ar atmosférico com a liberação de gases como o metano, proliferação de pragas, entre outros (MINISTÉRIO PÚBLICO, 2023).

A capital Macapá, possui a maior carga de geração de resíduos do estado devido a sua maior população. Acerca da gestão de resíduos sólidos, a Figura 1 apresenta informações obtidas no sítio eletrônico da Prefeitura de Macapá (PREFEITURA DE MACAPÁ, 2023), equivalentes aos anos de 2013 a 2018, referentes à quantidade de resíduos sólidos em toneladas gerados pelo município. Os dados atualizados apresentam resultados completos até o ano de 2018, não estando disponíveis dados completos relativos aos anos de 2019 em diante.

Figura 1: Quantidade de resíduos sólidos gerados no município de Macapá/AP nos anos de 2013 a 2018.



Fonte: Adaptado de PREFEITURA DE MACAPÁ (2023).

Segundo os dados apresentados, a maior parte dos resíduos sólidos gerados no município de Macapá foi de origem domiciliar, com valores acima de 70 mil ton anuais de resíduos sólidos, isso corresponde a quase a totalidade dos resíduos gerados pela população. A curva de crescimento de geração de resíduos sólidos pode ser explicada pelo aumento da população, que mantém taxa positiva de crescimento médio. A partir de dados do Censo Demográfico de 2010 e de 2022, pode-se observar que a taxa de crescimento populacional média anual do Amapá foi de 0,76% – a oitava maior taxa entre as Unidades da Federação e acima da média brasileira (0,52%).

Ao se realizar a análise dos dados da tabela 1, pode-se obter a taxa média anual da geração de resíduos de 2013 a 2018. Como os dados para resíduos oriundos da limpeza de ruas e logradouros estavam indisponíveis no ano de 2013, atribuiu-se a esse quesito, a média dos dados de resíduos de limpeza de ruas e logradouros dos anos 2014 a 2018, já que esses valores são muito próximos (ver linha vermelha na tabela 1). A taxa obtida para o crescimento médio anual da geração de resíduos foi de 2,22%.

A ausência de dados de 2019 a 2022 pode ser explicada pela ausência de quantificação de resíduos ou alimentação do sistema de dados durante o período correspondente a Pandemia de Covid-19 e o período pós-pandemia estar pendente de atualização. Assim, se a taxa de crescimento obtida (2,22%) for aplicada aos dados anuais de 2018, pôde-se obter estimativas para o ano de 2019 e para os anos subsequentes, progressivamente. Logo, os valores calculados são mostrados na Tabela 2:

Tabela 2 – Estimativa da quantidade total de resíduos sólidos gerados no município de Macapá/AP nos anos de 2019 a 2022.

Ano	Resíduos gerados (Ton)
2019	88.584,97
2020	90.551,56
2021	92.561,80
2022	94.616,67

Fonte: SEEG, 2023.

Pode-se observar que o crescimento anual de 2013 a 2018 é relativamente estável (tabela 1) e que se obtém o mesmo perfil para os dados estimados, o que é justificado pela taxa de crescimento médio anual de 2,22%, ser relativamente baixa (pequena diferença em relação ao valor total). A taxa de crescimento médio anual na geração de resíduos pode ser relacionada a taxa de crescimento médio anual da população (0,76%), o que mostra que o perfil de crescimento da geração de resíduos é proporcional ao crescimento médio anual da população.

Macapá possui uma efetiva política de coleta de resíduos sólidos urbanos, possuindo uma cobertura de cerca de 99% de residências e outros geradores. No entanto a destinação destes resíduos ainda é ineficiente. Em pesquisa realizada em 2017, Conceição e Teixeira (2021), já apontavam incompatibilidades na destinação do lixo urbano de Macapá, descrevendo a área reservada para este fim como um “aterro semicontrolado”. Os resíduos sólidos ainda são dispostos inadequadamente no solo. Há também, a presença constante de aves, roedores e outros animais que podem provocar doenças. Em geral, essa situação acarreta significativos problemas socioambientais. Outro fator comum é a presença de catadores de papelão e garrafas PET em meio aos resíduos sólidos inorgânicos e orgânicos, representando um sério perigo à saúde pública devido ao risco de contágio por doenças passíveis de transmissão, como febre amarela, hepatite B, peste bubônica, entre outras. A coleta seletiva ainda é insipiente e a reciclagem de resíduos segue a mesma dinâmica insuficiente.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho foi discutido, a partir de revisão da literatura, como a Revolução industrial modificou profundamente a relação do homem com a natureza, principalmente no que diz respeito a utilização dos recursos naturais. Foram apresentadas as características dos principais gases que podem resultar em emissões nocivas a atmosfera e ao meio ambiente. E apresentados e discutidos dados, para o estado do Amapá, sobre a situação das emissões de gases de efeito estufa. Além disso, foi abordada a questão da coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos gerados no estado.

Os dados sobre emissões de gases no Amapá apontaram que o gás liberado em maior quantidade é o CO<sub>2</sub>. Os principais setores responsáveis por essa liberação foram o energético (queima de combustíveis fósseis) e o setor agrícola devido a mudança de uso da terra e florestas. Neste setor, a modificação antrópica ocorre através de queimadas para limpeza e preparo do solo para o plantio. Devido a criação de gado bovino e bubalino ocorrem emissões de quantidades significativas de metano. Essas emissões fizeram com que alguns municípios, incluindo a capital Macapá, fossem classificados como de risco crítico pelo VIGIAR, órgão de monitoramento que identifica fontes fixas e móveis de poluição e queima de biomassa, que podem gerar riscos à saúde pública.

Além das discussões sobre as emissões de poluentes, discutiu-se a questão da geração de resíduos sólidos no Amapá, em especial para a cidade de Macapá que possui a maior população dentre os municípios do estado. Foi observado que os resíduos sólidos urbanos correspondem a quase toda a quantidade de resíduos gerados em Macapá. Em uma análise temporal (2013 a 2018), foi possível perceber que a geração de resíduos aumenta numa taxa média anual de 2,22%, e que esse crescimento está proporcionalmente relacionado ao crescimento populacional.

Por fim destaca-se que a coleta domiciliar de lixo, na Cidade de Macapá, compreende praticamente 100% da população. Mas ainda existem alguns problemas a serem resolvidos,

como realização de coleta seletiva, até então não praticada, a redução de catadores de lixo nas dependências do local de destino dos resíduos devido ao risco de contágio por doenças e destinação correta dos resíduos, que ainda são depositados em aterro semicontrolado.

Com a realização deste estudo, foi possível verificar, que mesmo sendo um dos estados com maiores índices de preservação ambiental, o Amapá precisa de políticas públicas que aumentem a eficiência do sistema de gerenciamento de resíduos, sejam gases poluentes ou sólidos. Ações efetivas neste sentido podem ajudar no desenvolvimento sustentável da região e na manutenção das áreas preservadas.

## 5 REFERÊNCIAS

AZEVEDO, J. A. H. **Monitoramento atmosférico de material particulado, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos e metais em um trecho urbano da cidade de Fortaleza**, em Fortaleza – CE, 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, 2014.

BRASIL. A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: 03/08/2010, pág. nº 3. 2010. CETESB. **Poluição do Ar: Gerenciamento e Controle de Fontes**. São Paulo: SMA - Secretaria do Meio Ambiente, 2017 Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/posgraduacao/wp-content/uploads/sites/33/2017/11/Apostila-Polui%C3%A7%C3%A3o-do-Ar-Gerenciamento-e-Controle-de-Fontes.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2023.

CORRÊA, K. M. A.; PORTO, J. L. R. Integração energética e desenvolvimento regional no Amapá. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 7, n. 2, p. 5-22, 2020.

OLIVEIRA, L. D. Os " Limites do Crescimento" 40 Anos Depois. **Revista Continentes (UFRRJ)**, n. 1, 2012.

EDLER, G. O. B.; RODRIGUES, D. B. Meio ambiente urbano: principais problemas e instrumentos para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, p. 399-412, 2013.

GIACOMETTI, K.; DOMINSCHKE, D. L. Ações antrópicas e impactos ambientais: industrialização e globalização. **Caderno Intersaberes**, v. 7, n. 10, 2018.

NERY, I. C. et al. Um panorama do estado do Amapá no que tange a disposição de resíduos sólidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. V SINGEP, 2016, São Paulo. **Anais**. São Paulo: UNINOVE, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Cidade e Estados. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ap.html>. Acesso em: 15 nov. 2021.

MELO, L. M. R. et al. Os impactos ambientais em decorrência da interferência negativa humana arraçoada pelo progresso econômico. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 74935-74952, 2020.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO AMAPÁ- MP. Meio ambiente: Após dez anos, prefeituras continuam a jogar lixo em área imprópria e gestores podem ser responsabilizados por improbidade administrativa. Disponível em: <http://mpap.mp.br/tac/modelos-tacs-ambiental?view=article&id=7305:meio-ambiente-apos-dez-anos-prefeituras-continuam-a-jogar-lixo-em-area-impropria-e-gestores-podem-sem-responsabilizados-por-improbidade-administrativa-2&catid=142>. Acesso em: 19 de set. 2023.

PREFEITURA DE MACAPÁ-AP. **Relatório de resíduos sólidos**. <https://macapa.ap.gov.br/dados-abertos/>. Acesso em: 19 set. 2023.

MOORE, J. W. **Antropoceno ou capitaloceno. Natureza, história e a crise do capitalismo, organizado**. São Paulo: Elefante, 2022.

CAMELO, M. M. Sociedade de consumo e produção industrial em massa: influências na sustentabilidade ambiental. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, v. 1, n. 01, p. 42-49, 2015.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 271–283, 2017.

SILVA, R. R. et al. Convenção de Minamata: análise dos impactos socioambientais de uma solução em longo prazo. **Saúde em Debate**, v. 41, p. 50-62, 2017.

TEIXEIRA, R. O. S.; ZHOURI, A.; MOTTA, L. D. Os estudos de impacto ambiental e a economia de visibilidades do desenvolvimento. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 36, 2020.

SILVA, A. F.; VIEIRA, C. A. Aspectos da poluição atmosférica: uma reflexão sobre a qualidade do ar nas cidades brasileiras. **Ciência e Sustentabilidade**, v. 3, n. 1, p. 166-189, 2017.

Revista Exame. Online. **Lixo de brasileiros em 2022 equivale a 85 milhões de carros populares**. Ciência, 2023. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/lixo-de-brasileiros-em-2022-equivale-a-85-milhoes-de-carros-populares/>. Acesso em: 05 out. 2023.

DUBOIS, S. M.; MOROSINI, F. C. Mudanças climáticas: os desafios do controle do direito internacional ambiental e do Protocolo de Kyoto em particular. **Revista Veredas do Direito**, v. 13, n. 26, p. 195-210, 2016).

MARQUES, L. et al. O Antropoceno como aceleração do aquecimento global. **Liinc em Revista**, v. 18, n. 1, p. e5968-e5968, 2022.

SILVA KHALIL, L. A.; SANTOS, D. M. C. LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO BRASIL: UM BREVE PANORAMA PÓS POLÍTICA NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Ciência Atual-Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário São José**, v. 15, n. 1, 2020.

ALONSO, M. F. et al. Estudo da Dispersão do Monóxido de Carbono Associado a Emissão Veicular na Região Metropolitana de Porto Alegre com o Sistema de Modelagem Numérica CCATT-BRAMS. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, p. 49-62, 2020.

RODRIGUES, J. B. et al. Dispersão do dióxido de nitrogênio: um estudo de caso em Belém/PA. **Nature and Conservation**, v. 13, n. 1, p. 22-31, 2020.

LIMA, M. J. A.; FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Aplicações e implicações do ozônio na indústria, ambiente e saúde. **Química Nova**, v. 44, p. 1151-1158, 2021.

MARENGO, J. A.; SOUZA JUNIOR, C. **Mudanças Climáticas: impactos e cenários para a Amazônia**. São Paulo: ALANA, 2018.

PORTO, J. Repensando o Estado do Amapá (Brasil): entre (re) formatações e (re) configurações espaciais. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia**, n. 55, 2022.

PRESENTE, O; AGIR, N. O. Mensagem da Equipe VIGIAR/RS. **Boletim Informativo do VIGIAR RS**, v. 10, n. 43, p. 1, 2018.

CUNHA, L. C. **Vigilância em Saúde Ambiental na cidade de São Paulo: necessidades e desafios na capacitação de suas equipes técnicas**, em São Paulo – SP, 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde). Universidade de São Paulo, 2018.

VIGIAR – Vigilância em saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos. **Boletim informativo**. Vol.2. 2ª Ed. Amapá, 2015. Disponível em: <<http://portalquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2017/agosto/30/Amap--.pdf>> acesso em: 13 dez. 2018.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Programa Queimadas Monitoramento por Satélites**. Dados de 2022. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/#exportar-dados>. Acesso em: 04 out. 2023.

COSTA, B. S.; DIZ, J. B. M.; OLIVEIRA, M. L. Cultura de consumismo e geração de resíduos. **Revista Brasileira de Estudos Políticos**, v. 1, n. 16, p. 159-183, 2018.

POZZETTI, V. C.; CALDAS, J. N. O descarte de resíduos sólidos no âmbito da sustentabilidade. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 10, n. 1, p. 183-205, 2019.

CONCEIÇÃO, M. M. M.; TEIXEIRA, L. C. G. M. RELAÇÃO ENTRE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E CRESCIMENTO POPULACIONAL NA REGIÃO NORTE. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. Investigación, desarrollo y práctica**, v. 14, n. 3, p. 1383-1396, 2021.