



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO RECIFE

LARYSSA GABRYELLE DE LIMA SOUZA

**INFLUÊNCIA DO TRÁFEGO VEICULAR NAS ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS
DO MUSGO *CALYMPERES PALISOTII* SCHWÄGR. EM AMBIENTES URBANOS**

RECIFE

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO ACADÊMICO DO RECIFE

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

LARYSSA GABRYELLE DE LIMA SOUZA

**INFLUÊNCIA DO TRÁFEGO VEICULAR NAS ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS
DO MUSGO *CALYMPERES PALISOTII* SCHWÄGR. EM AMBIENTES URBANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do curso de
Bacharelado em Ciências Biológicas
bacharelado da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito para a
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Mércia Patrícia
Pereira Silva.

RECIFE

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Souza, Laryssa Gabryelle de lima.

Influência do tráfego veicular nas estratégias reprodutivas do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em ambientes urbanos / Laryssa Gabryelle de lima Souza. - Recife, 2023.

45 p : il., tab.

Orientador(a): Mércia Patrícia Pereira Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2023.

8,77.

Inclui referências, apêndices.

1. Briófitas . 2. Poluição atmosférica . 3. Fluxo veicular . 4. Gema . 5. Esporófito. I. Silva, Mércia Patrícia Pereira . (Orientação).
II. Título.

580 CDD (22.ed.)

Laryssa Gabryelle de Lima Souza

**INFLUÊNCIA DO TRÁFEGO VEICULAR NAS ESTRATÉGIAS REPRODUTIVAS
DO MUSGO *CALYMPERES PALISOTII* SCHWÄGR. EM AMBIENTES URBANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à coordenação do curso de
Bacharelado em Ciências Biológicas
bacharelado da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito para a
obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Aprovado em: 30/08/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Mércia Patrícia Pereira Silva
Universidade Federal de Pernambuco

Me. Yeison Jaroc Lombo Sanchez
Universidade Federal de Pernambuco

Me. Wagner Luiz Santos
Universidade Estadual de Campinas

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a realização deste trabalho e tornaram este momento possível.

Agradeço ao Sr. Nilton Prazeres, gerente de operação e fiscalização da CTTU que gentilmente disponibilizou os dados de tráfego, possibilitando uma parte crucial desta pesquisa.

Aos meus amigos de laboratório, cujo apoio e colaboração foram fundamentais para a condução deste estudo. Suas ideias e discussões enriqueceram minha compreensão e me ajudaram a entender o mundo das briófitas.

À minha orientadora, que desempenhou um papel fundamental, não apenas na orientação deste trabalho, mas também na coleta de materiais e direcionamento ao longo do processo. Sua paciência, conhecimento e orientação foram inestimáveis.

À minha família, por seu amor, incentivo e apoio inabaláveis ao longo dessa jornada. Seus encorajamentos foram um pilar essencial para mim.

Não posso deixar de expressar minha gratidão a Deus, cuja graça e providência tornaram possível cada etapa deste caminho. Sem Ele, nada disso seria possível.

À minha mãe, que sempre acreditou em mim, mesmo quando as dificuldades pareciam insuperáveis. Seu apoio constante e amor incondicional foram a força motriz por trás de cada conquista.

A todos vocês, meu mais sincero obrigada por fazerem parte desta jornada e por tornarem este trabalho uma realidade. Cada contribuição e apoio foram essenciais para este momento de realização.

“Não é o mais forte da espécie que sobrevive, nem a mais inteligente. É aquela capaz de se adaptar às mudanças”

Charles Darwin

RESUMO

O tráfego veicular é um dos principais responsáveis pela dispersão de dióxido de carbono (CO₂) e aumento da temperatura nos centros urbanos. Na Região Metropolitana do Recife, o quantitativo de veículos é de 713.930, o que significa cerca de 3 veículos por pessoa. O musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. é amplamente distribuído por toda a cidade, de fácil identificação taxonômica, e é um eficiente bioindicador e biomonitor de qualidade ambiental. Neste trabalho, o tráfego veicular foi utilizado como um *proxy* de emissões de CO₂ para avaliar a sua influência nas estratégias reprodutivas sexuada e assexuada do musgo *C. palisotii* em diferentes localidades da Região Metropolitana do Recife. Foram inventariadas sete avenidas e uma praça, para as quais foram obtidas informações de tráfego veicular no período de 2016 a 2020 (através da Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife - CTTU), além de três Unidades de Conservação, como áreas de controle, com tráfego veicular insignificante em seu interior. Em cada localidade, foram selecionadas três árvores distanciadas ca. 100m entre si e, em cada uma, coletada uma amostra (população) de 25 cm² do musgo. Foram escolhidos aleatoriamente 200 indivíduos em cada amostra para observação da presença ou ausência de estruturas reprodutivas sexuadas (esporófito) e assexuadas (gema). Posteriormente, 30 indivíduos aleatórios de cada população foram observados para anotação da presença de gametângios masculino e feminino. A frequência das estratégias de reprodução foi relacionada com a média do tráfego veicular no período considerado, através de GLM, e comparada entre as localidades com Kruskal- Wallis. A localidade com maior frequência dos atributos reprodutivos foi a RVS Matas do Sistema Gurjaú, enquanto a Av. Mascarenhas de Moraes, que apresenta maior tráfego, foi a mais afetada negativamente. O tráfego veicular influenciou negativamente a frequência de reprodução sexuada, assexuada e de gametângios femininos. Em contraste, a frequência de indivíduos sem reprodução e com ausência de gametângios aumentou significativamente com o tráfego. Este estudo evidencia como as mudanças no ambiente, induzidas pelo aumento do tráfego veicular e, conseqüentemente, das emissões de CO₂ e temperatura, enquanto a umidade diminui, afetam as estratégias de reprodução do musgo *C. palisotii*, resultando em uma diminuição da frequência das estruturas reprodutivas e um aumento da frequência de indivíduos sem reprodução.

Palavras-chave: briófitas; poluição atmosférica; fluxo veicular; gema; esporófito.

ABSTRACT

Vehicular traffic is one of the main contributors to the dispersion of carbon dioxide (CO₂) and the rise in temperature in urban centers. In the Metropolitan Region of Recife, the number of vehicles is 713,930, which equates to about 3 (three) vehicles per person. The moss *Calymperes palisotii* Schwägr is widely distributed throughout the city, easily identifiable taxonomically, and is an efficient bioindicator and biomonitor of environmental quality. In this study, vehicular traffic was used as a proxy for CO₂ emissions to assess its influence on the sexual and asexual reproductive strategies of the moss *C. palisotii* in different locations within the Metropolitan Region of Recife. Within the timeframe spanning from 2016 to 2020, vehicular traffic data regarding the seven avenues, one square, and three Conservation Units inventoried in this study were acquired through the Urban Traffic and Transportation Authority of Recife (CTTU), regarding the seven avenues, one square, and three Conservation Units inventoried. In each designated location, a sample area of 25 cm² was meticulously collected from three trees strategically spaced approximately 100 meters apart. Within each sample a total of 200 individual specimens were selected through a random process to observe and record the occurrence or absence of sexual reproductive structures (sporophytes) and asexual reproductive structures (gemmae) within these chosen representatives. Subsequently, a subset of 30 randomly chosen individuals from each population underwent observation to discern the presence of male and female gametangia. The analysis delved into the occurrence of reproductive strategies concerning the average vehicular traffic over the designated timeframe. The analysis delved into the occurrence of reproductive strategies concerning the average vehicular traffic over the designated timeframe, employing a straightforward GLM (Generalized Linear Model) method. Among the locations studied, "RVS Matas do Sistema Gurjaú" exhibited the highest frequency of reproductive attributes, while "Av. Mascarenhas de Moraes," characterized by higher traffic volumes, displayed a notably adverse impact on reproductive characteristics. Vehicular traffic exerted a detrimental influence on the occurrence of sexual reproduction, asexual reproduction, and the presence of female gametangia. Conversely, it was associated with a notable increase in the prevalence of non-reproductive individuals and individuals devoid of gametangia. This study underscores the profound influence of environmental shifts triggered by heightened vehicular traffic, leading to increased emissions of CO₂ and temperature, and a concurrent decline in humidity. These environmental alterations have a discernible impact on the reproductive strategies of bryophytes, ultimately culminating in a reduced occurrence of reproductive structures and a concurrent rise in the prevalence of non-reproductive individuals.

Keywords: bryophytes; atmospheric pollution; vehicular flux; gemma; sporophyte.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Mapa 1 - Distribuição geográfica da espécie do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. no mundo. 16
- Imagem 1 – Visão geral do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. in-situ. 16
- Imagem 2 – Esquema geral do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. 18
- Mapa 2 – Posição geográfica das localidades inventariadas na Região Metropolitana do Recife. 22
- Gráfico 1 – Frequência relativa das estruturas reprodutivas do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante. 27
- Imagem 3 - Exemplificação de coleta do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. Localidade “L5”, Praça do Derby, Região Metropolitana do Recife. 24
- Imagem 4 - Material utilizado na coleta do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em todas as localidades inventariadas da Região Metropolitana do Recife. 24
- Imagem 5 - Duzentos indivíduos do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. selecionados aleatoriamente em laboratório para observação de presença /ausência de gema e esporófito. 25
- Imagem 6 - 30 indivíduos do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. selecionados aleatoriamente, acondicionados em sacos de papel após identificação de gametângio. 26
- Gráfico 2 – Frequência relativa da presença de gametângios em indivíduos do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante. 28
- Gráfico 3 – Frequência relativa da presença de gametângios em indivíduos do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do

Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante. 27

Gráfico 4 - Boxplot da relação entre a frequência das estruturas de reprodução assexuada (gema, A), sexuada (esporófito, B), ambas as estruturas (C) e nenhuma delas (D) do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante. 29

Gráfico 5 - Boxplot da relação entre a frequência da presença de gametângios femininos (A) e ausência de gametângios (B) do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante. 30

Gráfico 6 - Scatterplot da relação entre a frequência das estruturas de reprodução assexuada (gema, A), sexuada (esporófito, B), nenhuma das estruturas (C), ambas (D), Fêmea E) e Ausentes (F) do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. e o tráfego veicular em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. 32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Localização geográfica das localidades inventariadas.	20
Tabela 2 - Média de fluxo veicular nas localidades inventariadas na Região Metropolitana do Recife, considerando o período de 2016 a 2020. As informações foram disponibilizadas pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife (CTTU).	23
Tabela 3 – Valores do GLM entre a frequência das estruturas reprodutivas (Gemas, Esporófito, S. Reprodução, Ambas, Macho, Fêmea e Ausente) do musgo <i>Calymperes palisotii</i> Schwägr. e o tráfego veicular em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife.	31

LISTA DE ABREVIATÖES

Av.	Avenida
CO2	Dióxido de Carbono
CTTU	Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PEDI	Parque Estadual Dois Irmãos
RMR	Região Metropolitana do Recife
RVS	Refúgio de Vida Silvestre
UC	Unidade de Conservação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Áreas urbanas e Tráfego veicular	14
2.2 Briófitas como bioindicadores e espécie-alvo	15
3 OBJETIVOS	19
3.1 Objetivo Geral	19
3.2 Objetivos Específicos	19
4 METODOLOGIA	20
5 RESULTADOS	27
6 DISCUSSÃO	33
7 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	34
APÊNDICE A – Resultado da relação entre a frequência das estruturas de reprodução assexuada (gema), sexuada (esporófito), sem reprodução, ambas as estruturas, reprodução sexuada (Fêmea) e ausente do musgo <i>Calymperes palisotii</i> Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle.	39

1 INTRODUÇÃO

As altas emissões de gases de efeito estufa, especialmente o dióxido de carbono (CO₂), têm se tornado uma grande ameaça para a biodiversidade e o equilíbrio ambiental global (ROSA, 2009). A relação entre as emissões de gases de efeito estufa e as mudanças climáticas desperta uma crescente preocupação por parte das nações ao redor do mundo (BIATO, 2004). Enquanto os centros urbanos são os principais emissores de gases de efeito estufa (GEE), responsáveis por cerca de 40% das emissões de efeito estufa (ROSENZWEIG et al., 2011), o tráfego de veículos é uma das principais fontes de emissão de GEE nas áreas urbanas, aumentando significativamente a concentração de CO₂ na atmosfera (IEA, 2021).

Na Região Metropolitana do Recife (RMR), a frota de veículos registrada é de 713.930, o que equivale a cerca de três veículos por pessoa (IBGE, 2021). Neste contexto, inserem-se as briófitas como bioindicadoras e biomonitoras eficientes da qualidade ambiental (SOARES, 2011). Trabalhos anteriores realizados na cidade de Ambato, capital de Tungurahua, Equador, empregaram briófitas como indicadores biológicos de GEE (JUAN, et al., 2021). Esses estudos demonstraram a eficácia das briófitas como bioindicadores de GEE, o que justifica sua utilização no presente trabalho. Este grupo de plantas terrestres têm o gametófito como a fase dominante do ciclo de vida e são fortemente dependentes da presença de água para a reprodução sexuada, tendo em vista que o gameta masculino é biflagelado e precisa nadar para ocorrer a singamia (RENZAGLIA et al., 2000). Além disso, não possuem estruturas especializadas para a regulação hídrica, o que as tornam dependentes do teor hídrico externo para manter o turgor de suas células (NABORS, 2012). Nas briófitas, a reprodução assexuada também pode ocorrer por intermédio de diásporos como as gemas, estruturas encontradas nas extremidades dos filídios que se destacam para germinação. Esse processo é responsável pela criação de clones, desempenhando papel fundamental, permitindo o estabelecimento e persistência das briófitas em ambientes desfavoráveis à reprodução sexuada (HEINKEN; ZIPPEL, 2004).

Com base nisso, este estudo tem como objetivo avaliar se o tráfego veicular (e seus fatores associados) em diferentes localidades da RMR influencia as estratégias reprodutivas sexuais e assexuais do musgo *Calymperes palisotii*

Schwägr., espécie facilmente encontrada e reconhecida na região. A hipótese inicial é que localidades com alto tráfego veicular, e consequentemente altas emissões de CO₂, apresentam menor frequência de reprodução sexuada devido ao aumento da temperatura causada pelo efeito estufa, o que resulta em menor umidade. Por outro lado, nas áreas com menor tráfego veicular, a reprodução sexual seria mais frequente. Isso porque o aumento das emissões de CO₂ está diretamente relacionado a uma maior temperatura e menor umidade (RAMANATHAN et al., 1985), condições que podem desfavorecer a reprodução sexuada do musgo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Áreas urbanas e Tráfego Veicular

De acordo com os relatórios da Embrapa Gestão Territorial (FARIAS et al., 2017), uma empresa pública brasileira vinculada ao Ministério de Agricultura e Pecuária, as áreas urbanas no Brasil representam cerca de 0,63% do território nacional, mas concentram 160 milhões de pessoas, que somam 74,7% de toda população brasileira. Com grande parte da população vivendo em centros urbanos, nessas localidades a fauna e a flora são prejudicadas por conta das atividades antrópicas, dentre elas, a poluição atmosférica que, em grande parte, vem de veículos automotores (DRUMM et al., 2014). A frota veicular no Brasil vem crescendo exponencialmente ao longo dos anos, por exemplo, entre os anos de 2021 e 2022, houve um acréscimo de mais de 3 milhões de veículos (IBGE, 2022). Diversos estudos apontam grande impacto na qualidade do ar devido ao aumento de circulação de veículos e emissões de GEE nos centros urbanos (QUINTANILHA et al., 2021; VIEIRA, 2009; COBO et al., 2022), sendo que o dióxido de carbono desponta como um dos principais gases emitidos (CUNHA, 2022).

As atividades antrópicas têm acelerado a emissão de gases como CO₂, CH₄ E N₂O, sendo os veículos automotores os principais emissores. Como consequência, o efeito estufa, que é um processo natural e fundamental para a sustentação da vida na terra, tem aumentado exponencialmente (BORSARI; ASSUNÇÃO, 2010). Em escala geológica, segundo Houghton (2001), o início da

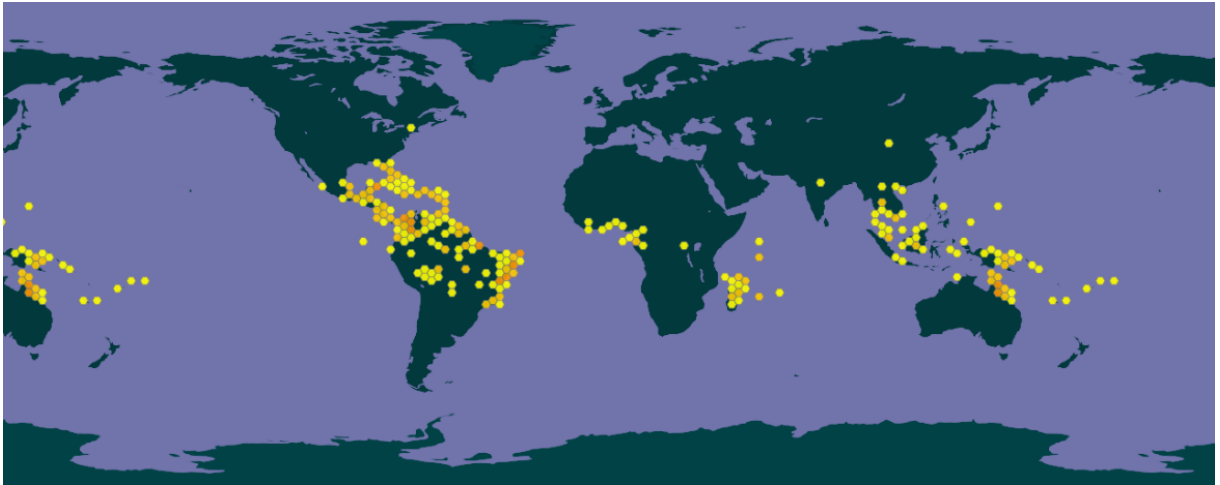
problemática do efeito estufa se deu por volta de 1750 quando se iniciou a revolução industrial. A demanda por energia barata se acentuou com o crescimento populacional mundial de 700 milhões, no meio do século XVIII para os atuais 8 bilhões de pessoas (ALVES et al., 2012). À medida que as atividades humanas se tornam mais intensas, aumenta o aquecimento global, resultando em menor disponibilidade de água na atmosfera, afetando a biogeocenose em diferentes graus (GHINI, 2008).

2.2 Briófitas como bioindicadores e espécie-alvo

As briófitas (hepáticas, musgos e antóceros) são ótimas bioindicadoras da qualidade do ar, pois respondem de forma específica aos distúrbios ocorridos em seu ambiente (CÂMARA et al., 2003). São capazes de absorver água e nutrientes por todo o gametófito, por meio de seus tecidos, o que as torna altamente sensíveis à influência de mudanças ao seu redor (PAVIN, 2001). Em altas temperaturas e baixa umidade podem dissecar seus filídios e subsistir com pequena fração de água tomada da atmosfera, quando chove, saturando-se prosseguem em suas atividades vitais, sendo assim poiquilohídricas (SANTOS et al., 2015). Por conta de sua fisiologia, são as primeiras plantas a serem afetadas pelas alterações climáticas e alta concentração de GEE. Essas desordens ambientais podem afetar sua reprodução e crescimento, indicando portanto mudanças na qualidade do ambiente (COSTA, 2016).

Particularmente, os musgos são considerados eficientes bioindicadores porque são sensíveis a mudanças nas condições ambientais, uma vez que seu crescimento e distribuição podem ser afetados pelas variações de temperatura e umidade (LIMA, 2019). O musgo *C. palisotii*, pertencente à família Calymperaceae e ocorre principalmente na zona tropical (REESE; STONE, 1995) (Mapa 1). Tem ampla distribuição no Brasil (FARIAS, 2017; PERALTA, 2020), podendo ser encontrado em localidades urbanas ou naturais, nos biomas Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica em troncos de árvores, cercas, paredes e rochas (COSTA; PERALTA, 2015). No Brasil, são registradas 58 espécies de Calymperaceae, cerca de 38,66% do total mundial (GRADSTEIN et al., 2001), sendo de fácil identificação, por suas características morfológicas e hábitos de vida (Imagem 1), podem ser encontrados em diferentes substratos, sendo epífitas, rupícolas, saxícola, terrícola e corticícola.

Mapa 1 - Distribuição geográfica da espécie do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. no mundo.



Fonte: © OpenStreetMap contribuidores, © OpenMapTiles, GBIF

Imagem 1 – Visão geral do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. *in-situ*.

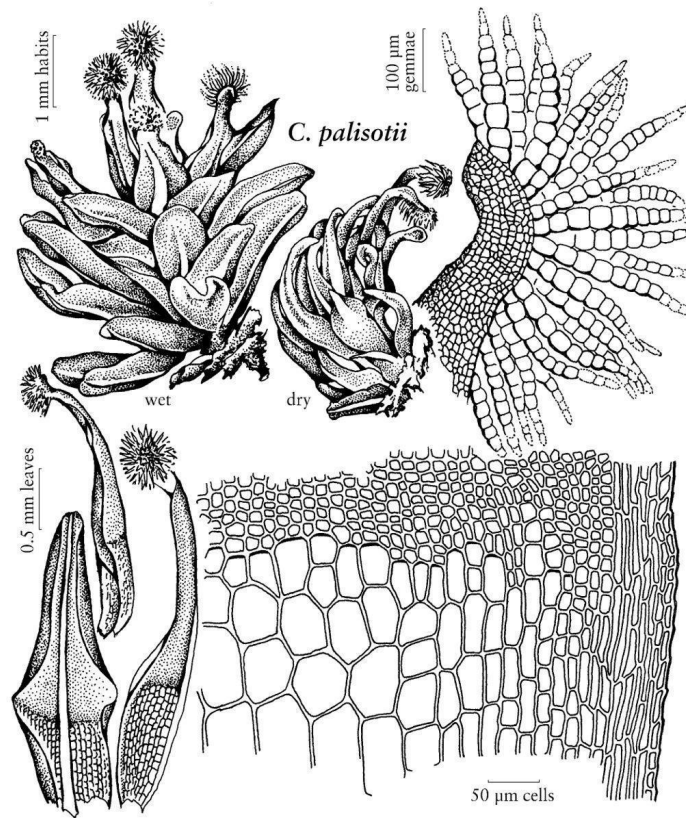


Fonte: A autora (2023)

O musgo *C. palisotii*, conforme descrito por Reese (1816), exibe um pequeno porte onde seu gametófito atinge cerca de 10 mm na fase adulta. Apresenta tufo como forma de vida, com tonalidade verde-acastanhada, embora variações para tons de verde mais claro também sejam possíveis e é classificado como um musgo acrocárpico, caracterizado pelo crescimento vertical. Seu caulídio, muitas vezes simples, mas ocasionalmente ramificado, cresce verticalmente, acomodando em seu ápice o gametângio e a partir dele (quando fêmea) emerge o esporófito junto a cápsula que irá desenvolver e comportar os esporos (PERALTA et al., 2020). Os filídios são dimórficos, apresentando diferença entre vegetativo e gemíferos. Os gemíferos possuem ápices constrictos e muitas vezes com lâminas marginais revolutas estreitas, apresentando gemas apenas na superfície adaxial em um tufo geralmente conspicuo em forma de escova. Os filídios vegetativos possuem 2–3 mm quando secos se enrolam, expandindo-se quando úmidos (REESE, 1816) (Imagem 2). *C. palisotii* é dióico e sua reprodução sexuada ocorre através de um ciclo de vida com duas fases principais: o gametófito, que é a fase vegetativa e haplóide predominante, e o esporófito fase efêmera (VANDERPOORTEN; GOFFINET, 2009)

Também pode ocorrer reprodução assexuada, por meio das gemas, que, ao se desprender do filídio, dão origem a novos indivíduos independentes, resultando em descendentes geneticamente idênticos (GLIME, 2007). A reprodução sexuada ocorre no gametófito, quando o gametângio reprodutivo masculino chamado anterídio produz os gametas, os anterozóides. O gametângio feminino, chamado arquegônio, produz os gametas denominados de oosferas. A fertilização ocorre quando um anterozóide (na presença de água) nada até uma oosfera, fecundando-a e formando o zigoto. Após a fertilização, o zigoto se desenvolve e forma o esporófito com seta, cápsula e caliptra persistente contendo esporos haplóides, que são liberados quando maduros. A dispersão dos esporos é importante para a colonização de novas áreas. Quando os esporos são liberados, podem ser carregados pelo vento ou outros meios e, se encontrarem condições favoráveis, podem germinar e dar origem a um novo gametófito, completando assim o ciclo de vida do musgo (SILVA, 2013).

Imagem 2 – Esquema geral do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr.



Fonte: Patrícia M. Eckel, Associação Flora da América do Norte

3 OBJETIVOS

3.1 *Objetivo Geral*

Avaliar a influência do tráfego veicular na expressão sexual e assexual do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. na Região Metropolitana do Recife (RMR).

3.2 *Objetivos Específicos*

- Quantificar o número de indivíduos com expressão sexual (esporófitos) e assexual (gemas) coletados na RMR.
- Quantificar o número de indivíduos com gametângios coletados na RMR.
- Avaliar a relação entre o tráfego veicular e a frequência das estruturas reprodutivas na RMR.

4 METODOLOGIA

As localidades selecionadas para este estudo foram sete avenidas (avs.), uma praça, e, como ambiente controle, três Unidades de Conservação (UC) (Tabela 1; Mapa 2). As avs. e a praça foram escolhidas com base em estudos prévios (LIMA, 2019) que as identificaram como áreas com maior fluxo de tráfego veicular do Recife. As Unidades de Conservação foram consideradas áreas de controle por não apresentarem tráfego veicular em seu interior, se tratando de fragmentos de Floresta Atlântica. Para cada localidade, com exceção das áreas de controle, foram solicitados à CTTU dados sobre tráfego veicular (LIMA, 2019), sendo compiladas informações dos anos de 2016 a 2020 e elaborada uma média considerando o período avaliado (Tabela 1). A média de tráfego veicular foi realizada, considerando a redução significativa de circulação de veículos devido à pandemia de COVID-19 em 2019 e no início de 2020, conforme observado nos dados da CTTU. Todas as localidades estão situadas dentro da RMR, Pernambuco, Brasil. O tráfego veicular foi considerado um *proxy* para emissão de CO₂ e temperatura, i.e., quanto maior o fluxo veicular, maior a emissão de CO₂ e temperatura.

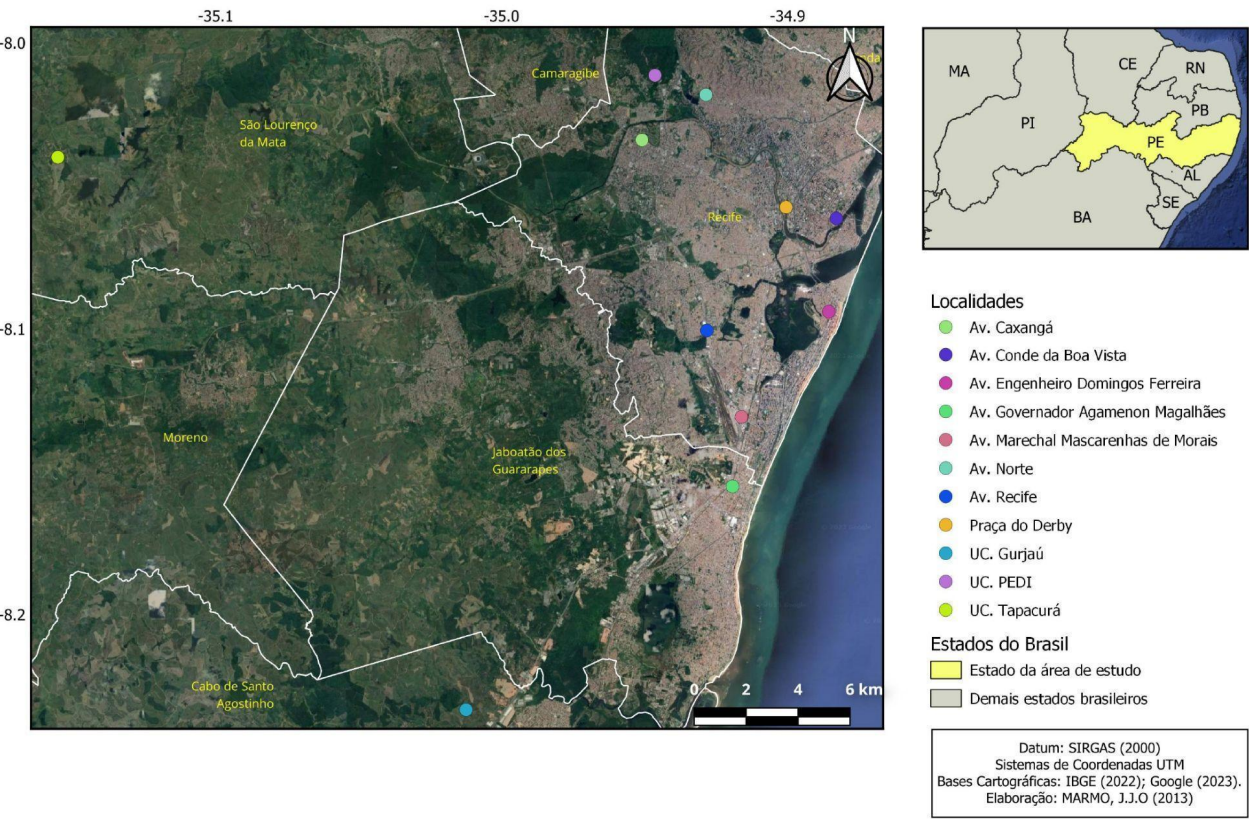
Tabela 1 – Localização geográfica das localidades inventariadas.

Localidade	Sigla	Amostra 1 (W; S)	Amostra 2 (W; S)	Amostra 3 (W; S)
Av. Marechal Mascarenhas de Moraes	L1	-34.914531; -8.12934	-34.49154; -8.12967	-34.91620; -8.13936
Av. Engenheiro Domingos Ferreira	L2	-34.53104; -8.05480	-34.531063; -8.05475	-34.53053; -8.05274
Av. Governador Agamenon Magalhães	L3	-34.89723; -8.06553	-34.89703; -8.06579	-34.89699; -8.06523

Av. Recife	L4	-34.92791; -8.10057	-34.9203; -8.10148	-34.49154; -8.12967
Praça do Derby	L5	-34.89933; -8.05572	-34.89946; -8.05567	-34.89918; -8.05604
Av. Norte	L6	-34.928733; -8.017921	-34.929098; -8.017557	-34.92919; -8.017371
Av. Caxangá	L7	-34.57029; -8.02020	-34.57026; -8.02021	-34.57035; -8.02017
Av. Conde da Boa Vista	L8	-34.88186; -8.06252	-34.88150; -8.05986	-34.88197; -8.005963
UC. PEDI	L9	-34.56468; -8.00423	-34.56473; -8.00416	-34.56465; -8.00430
UC. RVS Mata Tapacurá	L10	-35.04025; -8.04025	-35.19777; -8.03651	-35.11466; -8.02260
UC. RVS Matas do Sistema Gurjaú	L11	-35.050271; -8.239809	-35.050507; -8.239496	-35.049853; -8.239783

Fonte: A autora (2023)

Mapa 2 – Posição geográfica das localidades inventariadas na Região Metropolitana do Recife.



Fonte: A autora (2023)

Tabela 2 - Média de fluxo veicular nas localidades inventariadas na Região Metropolitana do Recife, considerando o período de 2016 a 2020. As informações foram disponibilizadas pela Autarquia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife (CTTU).

Avenidas	Sigla	Média - Fluxo veicular (ano)
Av. Marechal Mascarenhas de Moraes	L1	733.388,7333
Av. Engenheiro Domingos Ferreira	L2	717.747,0625
Av. Governador Agamenon Magalhães	L3	635.878,1515
Av. Recife	L4	634.149,6348
Praça do Derby	L5	557.795,7672
Av. Norte	L6	354.326,8636
Av. Caxangá	L7	284.085,6909
Av. Conde da Boa Vista	L8	204.722,9

A autora (2022)

A coleta das amostras ocorreram durante os meses de junho até o início de setembro de 2022, que correspondem ao período de chuvas da RMR (SILVA, MANDÚ 2019). Em cada localidade, foram realizadas caminhadas exploratórias com o propósito de identificar a presença do musgo *C. palisotii*. Em cada localidade, foram selecionadas três árvores com o musgo, garantindo uma distância mínima de 100 metros entre elas. Cada árvore foi considerada uma população (=amostra). Para a coleta das amostras, foi utilizado um quadrado com área de 25 cm² (5x5 cm), que foi pressionado sobre o musgo presente na superfície da árvore (Imagem 3), as amostras assim foram destacadas do substrato original e posteriormente acondicionadas em sacos de papel (Imagem 4), anotando as informações como nome do local, número da amostra, dados de coleta e nome do coletor. O

georreferenciamento das amostras foi realizado utilizando o dispositivo GPS Garmin 60csx, permitindo a identificação precisa das coordenadas geográficas de cada amostra nas localidades, então levadas ao laboratório, para análise.

Imagem 3 - Exemplificação de coleta do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr.
Localidade “L5”, Praça do Derby, Região Metropolitana do Recife.



Fonte: A autora (2022)

Imagem 4 - Material utilizado na coleta do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em todas as localidades inventariadas da Região Metropolitana do Recife.



Fonte: A autora (2022)

Em cada amostra, foram selecionados aleatoriamente 200 indivíduos adultos com um tamanho igual ou superior a 10mm, conforme definido por REESE (1816), sem realizar uma prévia observação das estruturas reprodutivas. Com o auxílio da pinça, os indivíduos foram removidos da amostra e isolados em placa de Petri (Imagem 5), posteriormente levados individualmente até o estereomicroscópio para observação de estruturas de reprodução assexuada (gema) e sexuada (esporófitos).

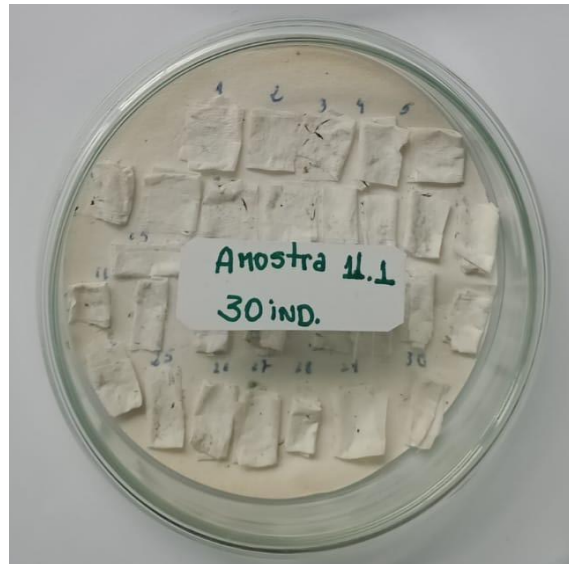
Imagem 5 - Duzentos indivíduos do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. selecionados aleatoriamente em laboratório para observação de presença /ausência de gema e esporófito.



Fonte: A autora (2022)

Em seguida, foi realizada uma seleção aleatória de 30 indivíduos, dentre os 200 iniciais, e posicionados em outra placa de Petri (Imagem 6). Levados ao estereomicroscópio, foi anotada a presença de gametângio feminino (arquegônio) ou masculino (anterídio) para cada indivíduo, também foram contabilizados aqueles com ausência de gametângio (ausentes).

Imagem 6 - 30 indivíduos do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. selecionados aleatoriamente, acondicionados em sacos de papel após identificação de gametângio.



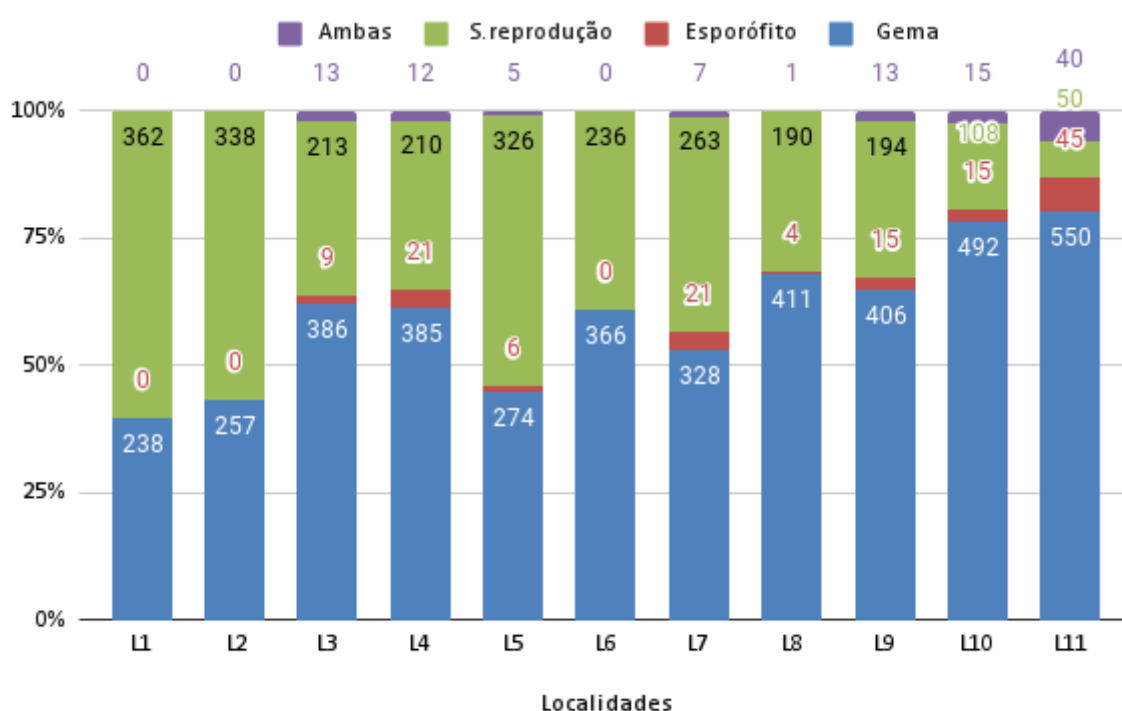
Fonte: A autora (2022)

A relação entre a frequência das estruturas reprodutivas e o tráfego veicular foi avaliada através de análise de regressão linear simples. A frequência das estruturas também foi comparada entre as localidades utilizando Kruskal-Wallis e teste a posteriori de Dunn na plataforma R, versão 4.3.1. Os pacotes usados foram lme4, ggplot2, Boxplot e FSA.

5 RESULTADOS

Para aferição da frequência de esporófito e de gemas, foram observados 6.600 indivíduos. Destes, 4.069 (ca. 62 %) apresentaram gema, 2.490 (ca. 37,72%) não expressaram estruturas de reprodução, 136 (ca. 2,06%) tinham esporófito, e 106 (ca. 1,60%), ambas as estruturas (Gráfico 2). Indivíduos com gema e indivíduos sem estruturas reprodutivas estiveram presentes em todas as localidades. A maior proporção de presença de gemas ocorreu na L8, ca. 68%. A localidade com maior tráfego veicular (L1), apresentou a maior proporção de indivíduos sem estruturas reprodutivas (ca. 60%), baixa reprodução assexuada, em comparação com outras localidades (ca. 40%), e nenhum esporófito. Por outro lado, a área de controle L11 se destacou por apresentar a maior proporção de presença de esporófito (ca. 33%) e de indivíduos com ambas as estratégias reprodutivas (ca. 38%).

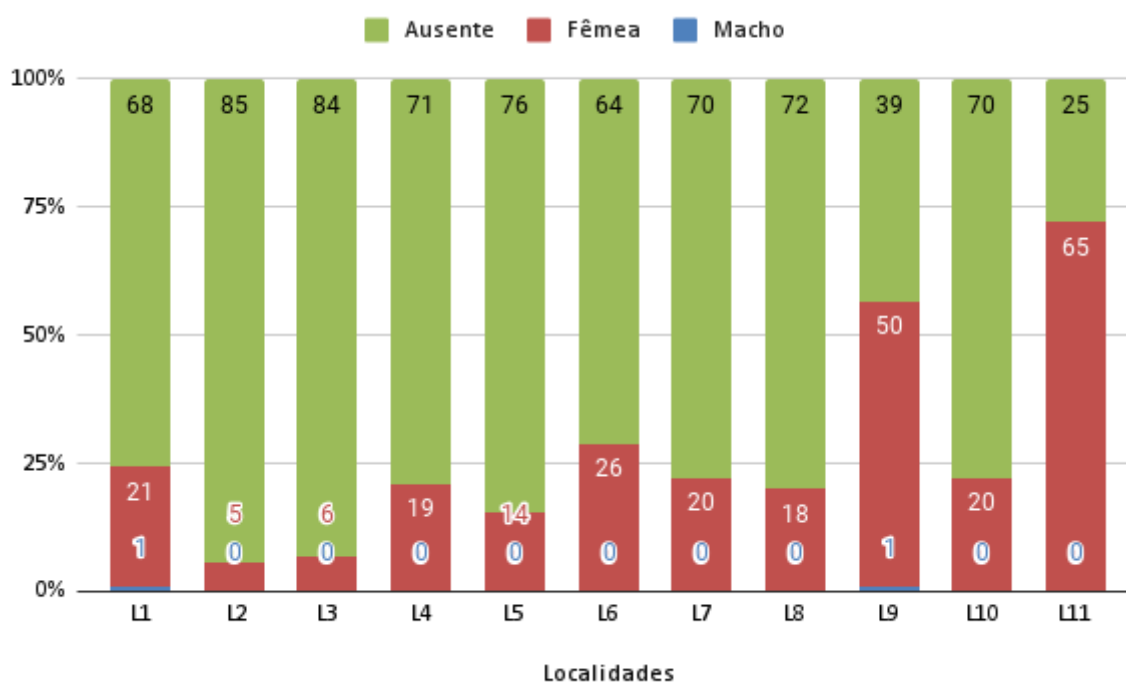
Gráfico 1 – Frequência relativa das estruturas reprodutivas do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante.



Fonte: A autora (2023)

Concernente à frequência de gametângios, foram observados 990 indivíduos. Houve predominância de indivíduos estéreis (724; 73,3%), seguido por fêmeas (264; 26,6%) e registro de apenas dois machos (ca. 0,20%) (Gráfico 3). L2 e L3 destacaram-se com a maior frequência relativa de indivíduos estéreis (11,74% e 11,60%, respectivamente), enquanto L11 mostrou a maior frequência relativa de indivíduos femininos (24,62%) e menor de estéreis (3,45%).

Gráfico 2 – Frequência relativa da presença de gametângios em indivíduos do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante.

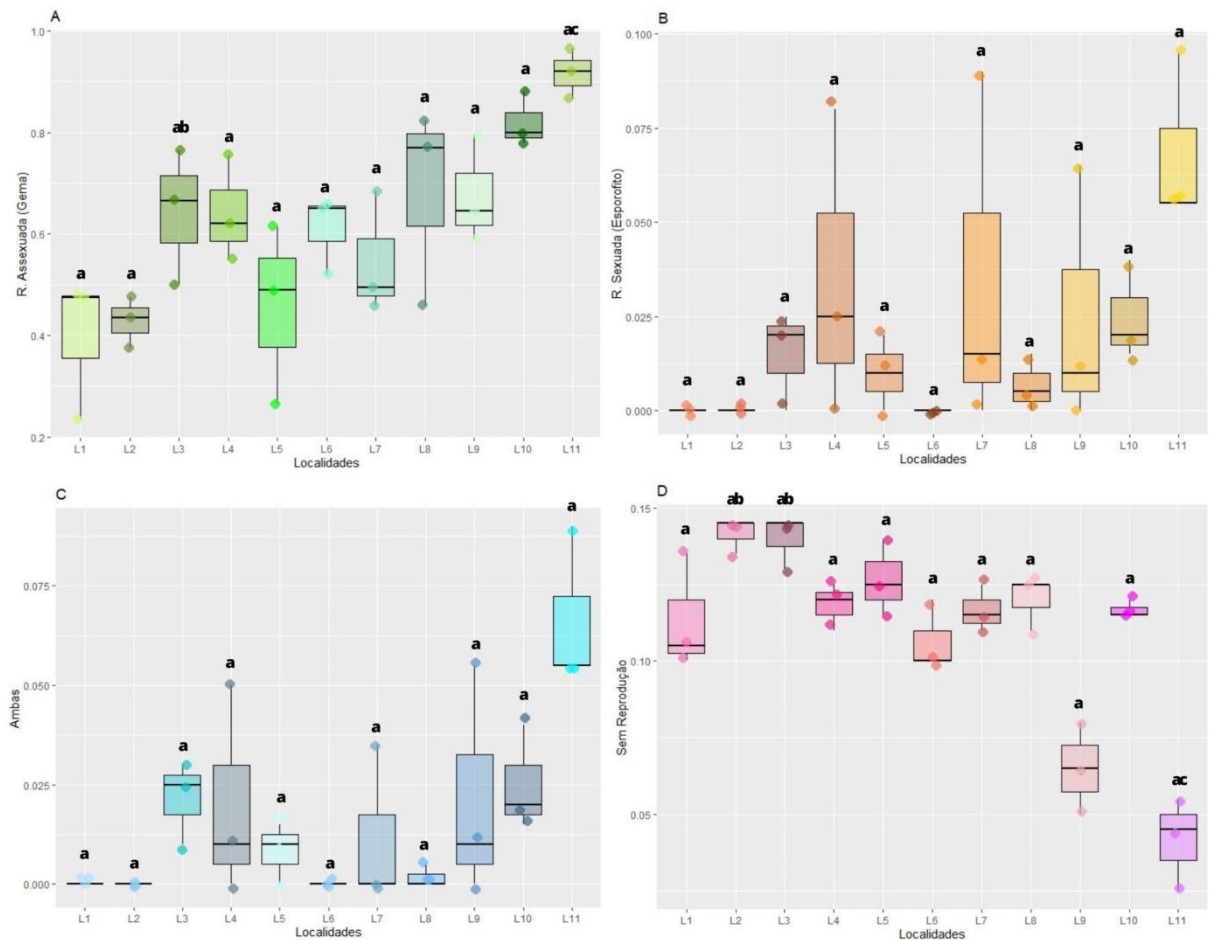


Fonte: A autora (2023)

Observou-se diferença significativa entre as localidades quanto a frequência de gema (KW = 22,935; $p = 0,010$), de ambas as estratégias reprodutivas (KW = 21,206; $p = 0,019$) e de indivíduos sem reprodução (KW = 24,916; $p = 0,005$) (Apêndice B; Gráfico 4). Similarmente, houve diferença significativa entre as

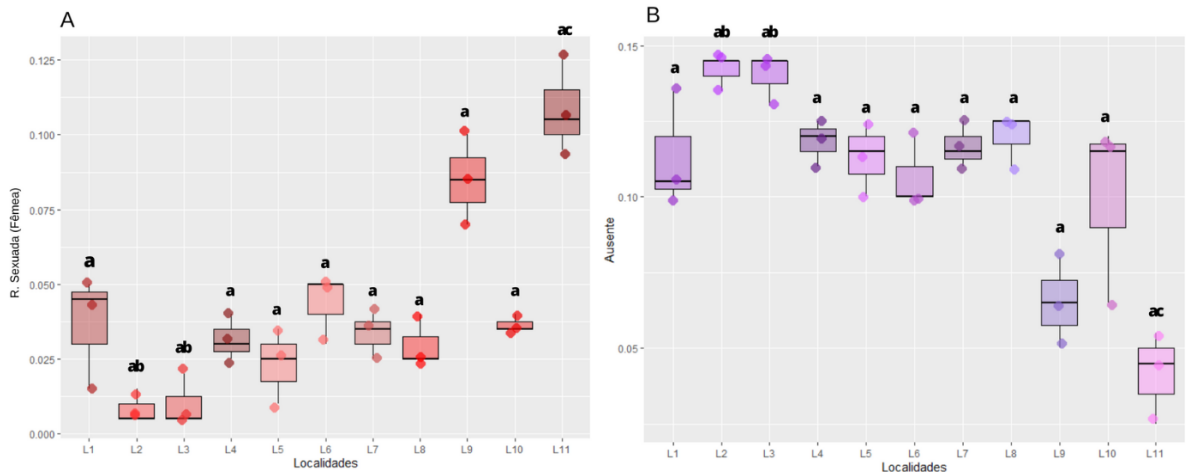
localidades em relação à frequência de indivíduos femininos (KW = 25,153; $p = 0,005$) e sem gametângios (KW = 24,323; $p = 0,006$) (Apêndice B; Gráfico 5).

Gráfico 4 - Boxplot da relação entre a frequência das estruturas de reprodução assexuada (gema, A), sexuada (esporófito, B), ambas as estruturas (C) e nenhuma delas (D) do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante.



Fonte: A autora (2023)

Gráfico 5 - Boxplot da relação entre a frequência da presença de gametângios femininos (A) e ausência de gametângios (B) do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante.



Fonte: A autora (2023)

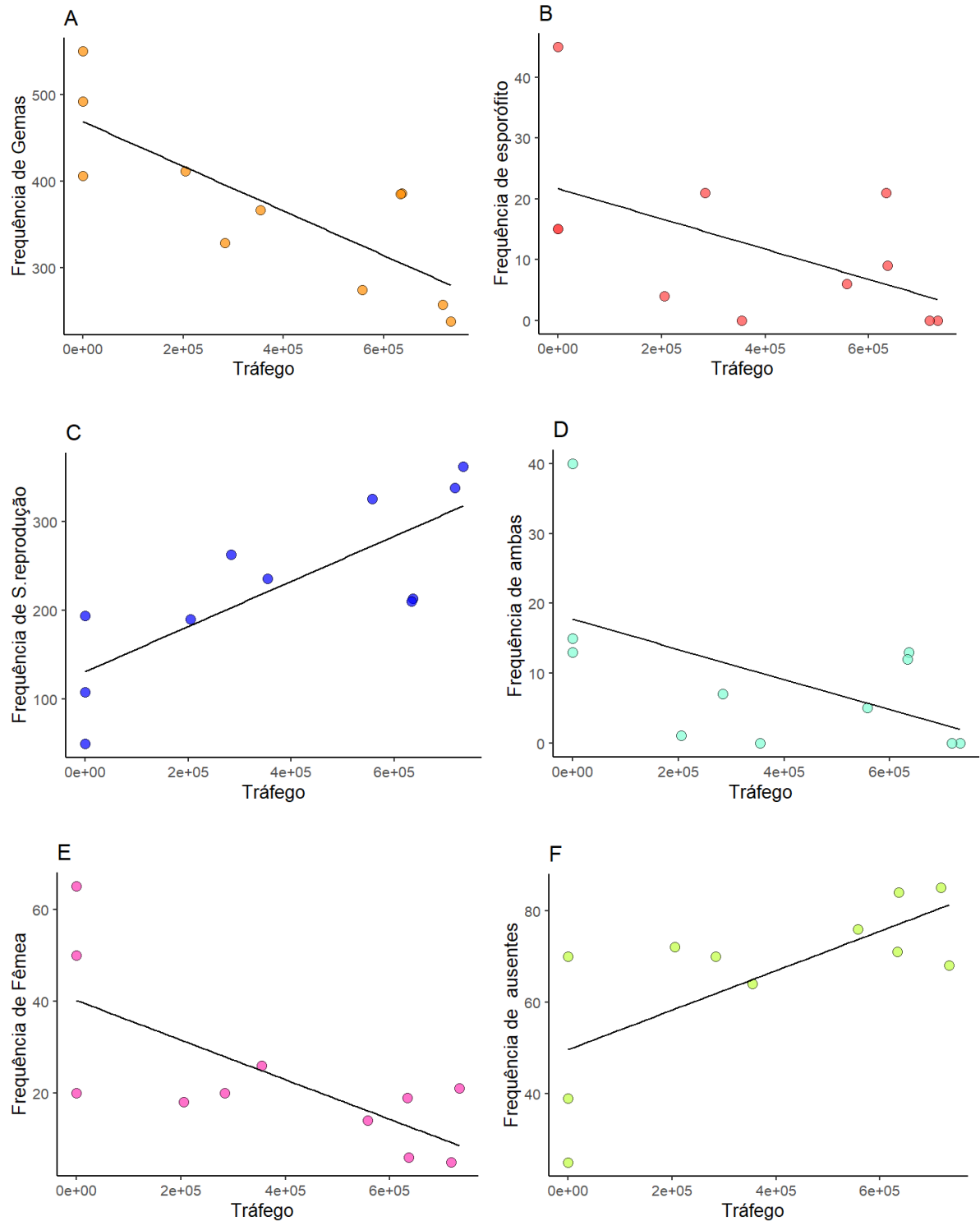
Neste sentido, vale destacar a área de controle L11, com a maior média de frequência de gema, esporófito, ambas as estruturas e gametângios femininos, e menor média de frequência de indivíduos sem reprodução (gema, esporófito e gametângios). Esta localidade é a Reserva de Vida Silvestre (RVS) Matas do Sistema Gurjaú, que embora localizada na RMR, encontra-se distante do centro urbano, o que pode estar influenciando as estratégias reprodutivas do musgo. De fato, a frequência de indivíduos com gemas e com gametângios femininos diminuíram com o aumento do tráfego veicular, enquanto indivíduos sem estruturas reprodutivas (gema, esporófito e gametângio feminino) foram predominantes em localidades com alto tráfego (Tabela 2; Gráfico 5).

Tabela 3 – Valores do GLM entre a frequência das estruturas reprodutivas (Gemas, Esporófito, S. Reprodução, Ambas, Macho, Fêmea e Ausente) do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. e o tráfego veicular em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife.

Frequência	Resid. Dev.	Valor-p
Gema	1.0505	0.378
Esporófito	0.97565	0.6555
S. reprodução	0.20416	0.7234
Ambas	0.75593	0.6419
Fêmea	0.34131	0.5537
Ausente	0.19675	0.7037

Fonte: A autora (2023)

Gráfico 6 - Scatterplot da relação entre a frequência das estruturas de reprodução assexuada (gema, A), sexuada (esporófito, B), nenhuma das estruturas (C), ambas (D), Fêmea E) e Ausentes (F) do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. e o tráfego veicular em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife.



Fonte: A autora (2023)

6 DISCUSSÃO

Os resultados encontrados denotam a influência negativa do tráfego veicular nas estratégias reprodutivas do musgo *Calymperes palisotii* na RMR, demonstrando que seus efeitos deletérios são maiores do que o esperado pela hipótese inicial, tendo em vista que até a estratégia de reprodução clonal foi prejudicada pelo aumento do tráfego veicular. Trabalhos anteriores em ambientes urbanos têm investigado de forma abrangente a influência das atividades humanas nos musgos, particularmente em relação à acumulação de metais pesados (SOUZA et al., 2017; PRESTES, 2019). Por exemplo, Boquete et al. (2016) estudaram a variação morfológica intraespecífica do gametófito e variação na expressão sexual (gametângios) do musgo *Pseudoscleropodium purum* crescendo em localidades afetadas por diferentes níveis de poluição atmosférica (2 industriais e 2 não poluídas). Estes autores não observaram relação da poluição atmosférica com a expressão sexual, porém destacaram que plantas das localidades mais poluentes foram geralmente menores, com menor área de superfície disponível para absorção de poluentes. No entanto, estes autores não incluíram nas análises a presença de esporófito, variável prejudicada pelo tráfego veicular no caso de *Calymperes palisotii* na RMR.

Também foi observado que houve uma menor frequência de machos, sendo encontrados apenas na av Marechal Mascarenhas de Moraes (L1) e UC. PEDI (L9), não foram identificados em nenhuma outra localidade. Marciel-Silva em seu trabalho publicado em 2011, afirma que musgos dioicos podem não apresentarem variação na frequência do gametângio, podendo ser encontradas populações só com fêmeas ou machos, dependendo assim do diásporo que a originou. Já William R. (2010), vem mostrando que populações de musgos dióicos, estando presentes em ambientes perturbados, são tendenciosas a expressão sexual feminina, já que o desenvolvimento do anterídio e anterozóides levariam a mais gasto de energia e nutrientes, que dentro de um contexto desfavorável seriam mais abortivos, levando a planta utilizar esses recursos na sua manutenção (STARK et al., 2000).

Portanto, este trabalho corrobora os efeitos negativos do tráfego veicular e seus fatores associados, como aumento da temperatura e diminuição da umidade, no estabelecimento e desenvolvimento dos musgos. Por fim, fazem-se necessários

estudos futuros sobre o impacto da urbanização na variação morfológica intraespecífica de musgos como respostas adaptativas em centros urbanos.

7 CONCLUSÃO

O aumento do tráfego veicular demonstrou ter um impacto negativo nas estratégias de reprodução adotadas pelo musgo *Calymperes palisotii* da Região Metropolitana do Recife. Esse impacto pode estar relacionado aos fatores associados ao tráfego veicular, como aumento das emissões de GEE e da temperatura, e redução da umidade, resultando em diminuição da frequência de estratégias reprodutivas sexuada e assexuada na espécie.

A capacidade do musgo *C. palisotii* de refletir variações em seus caracteres reprodutivos em resposta à intensidade do tráfego veicular o torna um bom candidato para ser usado como biomonitor da qualidade do ar na área urbana. Suas características são potenciais preditoras de impactos da poluição do ar e das mudanças climáticas induzidas pelo efeito estufa.

Portanto, o estudo sobre as variações nas estratégias de reprodução e nas características estruturais desse musgo fornece insights valiosos sobre os efeitos das atividades humanas, como o aumento do tráfego veicular, sobre os ecossistemas urbanos e o meio ambiente em geral.

REFERÊNCIAS

- ALVES FARIAS, Christiano. **No Limiar da Quarta Revolução Industrial: Iniciativas para sustentabilidade por empresas líderes do setor automotivo a nova economia.** Revista de Administração FACES Journal, 2012. 15p.
- BIATO, Márcia Fortuna. **Convenção-quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima.** Revista de Informação Legislativa, Brasília, a, v. 42, p. 233-252, 2004.
- BOQUETE M.T., FERNÁNDEZ J.A., JESÚS, R., ABOAL, A.J., SHAW. (2016). Significance of the intraspecific morphological variability in biomonitoring studies with mosses: Among-populations and between-sexes approach, 130:106-112. doi: 10.1016/J.ENVEXPBOT.2016.05.013
- BORSARI, Vanderlei; DE ASSUNÇÃO, João Vicente. **AS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA POR VEÍCULOS AUTOMOTORES LEVES.** InterfacEHS, v. 5, n. 2, 2010.
- CÂMARA, P. E., TEIXEIRA, R., LIMA, J., LIMA J. (2003). Musgos urbanos do Recanto das Emas, Distrito Federal, Brasil. Acta botânica brasileira, 17, 507-513.
- COBO, Evandro Davi; DE ASSUNÇÃO, João Vicente. **Efeito da política de restrição ao tráfego de veículos pesados na qualidade do ar do município de São Paulo.** SUSTENTABILIDADE EM CONTEXTOS URBANOS, p. 94, 2022.
- COSTA, A. M. R. (2016). Briófitas de uma Biocenose da Área de Proteção Ambiental Municipal do Inhamum, no Município de Caxias, Maranhão, Brasil (Doctoral dissertation, UEMA)
- COSTA, D. P.; PERALTA, D.F. **Bryophytes diversity in Brazil.** Rodriguésia, v. 66, p. 1063-1071, 2015.
- CUNHA, R. M.P. **Estudo do Transporte de Poluentes na Região do Pólo Petroquímico, localizado em Triunfo-Rs. 2002.** Disponível em www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6325/000528464. Acesso em: 8 de julho de 2023.

DRUMM, F. C., GERTHARD, A. E., FERNANDES, G. D. A., CHAGAS, P., SUCOLOTII, M. S., DA CUNHA KEMERICH, P. D. (2014). **Poluição atmosférica proveniente da queima de combustíveis derivados do petróleo em veículos automotores**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 66-78.

FARIAS, A. R.; MINGOTI, R.; VALLE, L. D.; SPADOTTO, C. A., LOVISI F. E. (2017). Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil.

GLIME J.M. **Bryophyte Ecology**. v1. Physiological Ecology, Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists (2007). [http:// www.bryoecol.mtu.edu/](http://www.bryoecol.mtu.edu/). Acessado em 16 de agosto de 2023

GHINI, R. Impacto de mudanças climáticas globais sobre a microbiota terrestre. 2008.

GRADSTEIN, S. Robert; CHURCHILL, Steven P.; SALAZAR-ALLEN, Noris. Guia para as briófitas da América tropical. **Memoirs-New York Botanical Garden** , 2001.

HEINKEN T, Zippel E (2004) **Natural re-colonization of experimental gaps by terricolous bryophytes in Central European pine forests**. Nova Hedwigia 79:329–351

HOUGHTON, J.T.; DING, Y; GRIGGS, D.J.; NOGUER, M.; VAN DER LINDEN, P.J.; XIAOSU, D. **Climate Change 2001**: The Scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 944 p.

IBGE 2021. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

IBGE 2022 <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/pesquisa/22/28120>. Acesso em: 03 de abril de 2023.

IEA 2021. India [https:// www.iea.org/data-and statistics](https://www.iea.org/data-and-statistics). Acesso em: 07 de julho de 2021.

JUAN, Díaz., Luis, Montaña., Paul, Salinas., Ángel, Benítez. (2021). Epiphytic Cryptogams as Bioindicators of Air Quality in a Tropical Andean City. Sustainability, 13(20):11218-. doi: 10.3390/SU132011218

LIMA, L.H.V. Deposição atmosférica de metais pesados e avaliação de risco à saúde humana na cidade do Recife avaliados por musgos e exposição à poeira do asfalto. 2019.

MACIEL-SILVA, Adaíses S.; VÁLIO, Ivany Ferraz Marques. **Reproductive phenology of bryophytes in tropical rain forests: the sexes never sleep.** The bryologist, v. 114, n. 4, p. 708-719, 2011.

NABORS, M. W. **Introdução à Botânica.** São Paulo: Roca, 2012.

PAVIN, Maria Elisa. **"Briófitas: diversidade e importância."** (2001). <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/123456789/2472>. Acesso em: 1 de agosto de 2023.

PERALTA, D.F., Silva, A.L., Carmo, D.M., Santos, E.L., Lima, J.S., Amelio, L.A., Maria Sulamita DS, Prudêncio, R.X.A. 2020. Calymperaceae in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. (<https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB96030>).

PRESTES, Rosi Maria; VINCENCI, Kelin Luiza. **Bioindicadores como avaliação de impacto ambiental/Bioindicators as environmental impact assessment.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 2, n. 4, p. 1473-1493, 2019.

QUINTANILHA, W. F. L., RIBEIRO, J. P., CASSIANO, D. R., BERTONCINI, B. V., BRITO, J. I. C., CAVALCANTE, R. M., DE LIMA, A. C. A. Análise das Emissões de CO₂ em Vias Urbanas com diferentes classificações funcionais: UM ESTUDO PARA FORTALEZA–CE (2021).

RAMANATHAN V; Cicerone R.J.; Singh H.B.; KIEHL J.T. **Trace gas trends and their potential role in climate change.** Journal of geophysical Research, 90: 5547-55, 1985.

REESE, W.D, Nome. Calymperes palisotii Schwägrichen. Flora north america, 1816. Acesso em: 18 de agosto de 2023.

REESE, W.D.; STONE, I.G. 1995. The Calymperaceae of Australia. Journal Hattori Botanical Laboratory 78: 1-40.

RENAZGLIA KS., Duff RJ, Nickrent DL, Garbary DJ (2000) **Vegetative and reproductive innovations of early land plants: implications for a unified phylogeny.** Philosophical Transactions of the Royal Society of London B. 355: 769-793.

ROSA, Daniel Grainho. Aquecimento Global e Mudanças Climáticas. 2009.

ROSENZWEIG, C., SOLECKI, W., ROMERO-LANKÃO, P., MEHROTRA, S., DHAKAL, S., BRWMAN, T., IBRAHUM, S. A. (2015). ARC3. 2 Summary for City Leaders Climate Change and Cities: Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network (No. GSFC-E-DAA-TN28588).

SILVA, Eduardo Almeida, MANDÚ, Tiago, Bentes, (2019). Variabilidade da intensidade da precipitação no período chuvoso em recife-pe / rainfall intensity variability in the rainy season in reef-pe. 6(9):69045-69053. doi: 10.34117/BJDV6N9-376

SILVA, Lorena TP; SILVA, Ary G. Sistemas de reprodução em Briófitas: pequenas plantas com grande sucesso reprodutivo. 2013.

SOARES, Abel Eustaquio da Rocha. **Flora do Distrito Federal: Musgos Pleurocárpicos.**2011.183 f. Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília.2011.

SOUZA, Vitor Ferreira; DOS SANTOS NOBREGA, Michele Aparecida; DA SILVA PONTES, Montcharles. **Musgos como bioindicadores de metais pesados no ambiente.** Acta Biomedica Brasiliensia, v. 8, n. 2, p. 13-22, 2017.

STARK, L.R., Mishler, B.D. & Mcletchie, D.N. 2000. The cost of realized sexual reproduction: assessing patterns of reproductive allocation and sporophyte abortion in a desert moss. American Journal of Botany 87: 1599-1608.

VANDERPOORTEN A., GOFFINET B. (2009) **Introduction to Bryophytes.** Cambridge, Cambridge University Press.

VIEIRA, Neise Ribeiro. **Poluição do ar:** indicadores ambientais. Editora E-papers, 2009.

WILLIAM, R., Buck., Bruce, Allen., Ronald, A., Pursell. (2010). Recent literature on bryophytes—113(2). The Bryologist, 113(2):403-420. doi: 10.1639/0007-2745-113.2.403

APÊNDICE A – Resultado da relação entre a frequência das estruturas de reprodução assexuada (gema), sexuada (esporófito), sem reprodução, ambas as estruturas, reprodução sexuada (Fêmea) e ausente do musgo *Calymperes palisotii* Schwägr. em 11 localidades da Região Metropolitana do Recife. As localidades estão ordenadas de forma decrescente em função do tráfego veicular. L9, L10 e L11 são áreas de controle, com tráfego veicular insignificante.

Call:

```
glm(formula = R_Assexuada_.Gema. ~ Trafego, family = "poisson",
     data = t2)
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.382e-01	3.344e-01	-0.712	0.476
Trafego	-6.900e-07	7.848e-07	-0.879	0.379

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 1.8277 on 32 degrees of freedom

Residual deviance: 1.0505 on 31 degrees of freedom

AIC: Inf

Number of Fisher Scoring iterations: 4

```
> anova(modelo_A_anova, test="Chisq")
```

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: **R_Assexuada_.Gema.**

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			32	1.8277	
Trafego 1	0.77724		31	1.0505	0.378

Call:

```
glm(formula = R_Sexuada_.Esporofito. ~ Trafego, family = "poisson",
     data = t2)
```

Coefficients:

Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)

(Intercept) -3.316e+00 1.617e+00 -2.050 0.0403 *

Trafego -2.017e-06 4.746e-06 -0.425 0.6708

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 1.17465 on 32 degrees of freedom

Residual deviance: 0.97565 on 31 degrees of freedom

AIC: Inf

Number of Fisher Scoring iterations: 6

```
> anova(modelo_B_anova, test="Chisq")
```

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: **R_Sexuada_.Esporofito.**

Terms added sequentially (first to last)

Df Deviance Resid. Df Resid. Dev Pr(>Chi)

NULL 32 1.17465

Trafego 1 0.199 31 **0.97565 0.6555**

Call:

```
glm(formula = Ambas ~ Trafego, family = "poisson", data = t2)
```

Coefficients:

Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)

(Intercept) -3.457e+00 1.750e+00 -1.975 0.0483 *

Trafego -2.391e-06 5.513e-06 -0.434 0.6645

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 0.97225 on 32 degrees of freedom

Residual deviance: 0.75593 on 31 degrees of freedom

AIC: Inf

Number of Fisher Scoring iterations: 7

```
> anova(modelo_C_anova, test="Chisq")
```

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: **Ambas**

Terms added sequentially (first to last)

Df Deviance Resid. Df Resid. Dev Pr(>Chi)

NULL 32 0.97225

Trafego 1 0.21632 31 **0.75593 0.6419**

Call:

```
glm(formula = s_Reprodução ~ Trafego, family = "poisson", data = t2)
```

Coefficients:

Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)

```

(Intercept) -2.479e+00  9.722e-01  -2.55  0.0108 *
Trafego      6.704e-07  1.916e-06      0.35  0.7264
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 0.32939  on 32  degrees of freedom
Residual deviance: 0.20416  on 31  degrees of freedom

```

AIC: Inf

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```
> anova(modelo_D_anova, test="Chisq")
```

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: **s_Reprodução**

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			32	0.32939	
Trafego 1	0.12524		31	0.20416	0.7234

Call:

```

glm(formula = R_Sexuada .Femea. ~ Trafego, family = "poisson",
     data = t2)

```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.641e+00	1.150e+00	-2.296	0.0216 *
Trafego	-1.867e-06	3.284e-06	-0.568	0.5697

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)
 Null deviance: 0.69197 on 32 degrees of freedom
 Residual deviance: 0.34131 on 31 degrees of freedom
 AIC: Inf

Number of Fisher Scoring iterations: 6
 > anova(modelo_E_anova, test="Chisq")

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: **R_Sexuada. Femea.**

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			32	0.69197	
Trafego 1	0.35066		31	0.34131	0.5537

Call:

glm(formula = **Ausente** ~ Trafego, family = "poisson", data = t2)

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-2.530e+00	9.947e-01	-2.544	0.011 *
Trafego	7.313e-07	1.948e-06	0.375	0.707

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
 (Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 0.34144 on 32 degrees of freedom
 Residual deviance: 0.19675 on 31 degrees of freedom
 AIC: Inf

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```
> anova(modelo_F_anova, test="Chisq")
```

Analysis of Deviance Table

Model: poisson, link: log

Response: **Ausente**

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid. Dev	Pr(>Chi)
NULL			32	0.34144	
Trafego 1	1	0.14469	31	0.19675	0.7037