



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO - UFOP
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS – ICEB
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIA BIOLÓGICAS



IAGO HASHIMOTO SANT'ANNA

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE PATÓGENOS E VETORES DE
ARBOVIROSES PARA O MONITORAMENTO E CONTROLE EM POPULAÇÕES
VULNERÁVEIS

OURO PRETO – MG
2022

IAGO HASHIMOTO SANT'ANNA

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE PATÓGENOS E VETORES DE ARBOVIROSES
PARA O MONITORAMENTO E CONTROLE EM POPULAÇÕES VULNERÁVEIS**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Biológicas do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Célia da Silva Lanna

Co-orientador: Prof. MSc. Edgard Gregory Torres Saravia

**OURO PRETO – MG
2022**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S232a Sant'Anna, Iago Hashimoto.
Avaliação ambiental de patógenos e vetores de arboviroses para o monitoramento e controle em populações vulneráveis. [manuscrito] / Iago Hashimoto Sant'Anna. - 2022.
68 f.: il.: color., tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Célia da Silva Lanna.
Coorientador: Prof. Me. Edgard Gregory Torres Saravia.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas .

1. Dengue. 2. Epidemias. 3. Populações Vulneráveis. I. Lanna, Maria Célia da Silva. II. Saravia, Edgard Gregory Torres. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 573

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana De Oliveira - SIAPE: 1.937.800



FOLHA DE APROVAÇÃO

Iago Hashimoto Sant'Anna

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE PATÓGENOS E VETORES DE ARBOVIROSES PARA O MONITORAMENTO E CONTROLE EM POPULAÇÕES VULNERÁVEIS

Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Aprovada em 22 de junho de 2022

Membros da banca

Profa.Dra. Maria Célia da Silva Lanna- Orientadora-Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. MSc. Edgard Gregory Torres Saravia- Co-Orientador- Universidade Federal de Ouro Preto
Profa. Dra. Gislaine Fongaro-Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Rafael Alighieri Moraes- Universidade do Estado de Minas Gerais
Profa. Dra. Silvana Queiroz Silva- Universidade Federal de Ouro Preto

Maria Célia da Silva Lanna, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 22/06/2022



Documento assinado eletronicamente por **Maria Celia da Silva Lanna, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/06/2022, às 22:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0349475** e o código CRC **F92B595E**.

Aos meus pais, Gino e Priscilla.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me manter de pé e sempre com muita fé.

Agradeço a todos meus familiares. Em especial meus pais Gino e Priscilla, meu irmão Yuri, e meus avós *in memoriam* Márcia, Holanda, Kenji e Antônio. Minha base.

Agradeço a minha professora e amiga Maria Célia da Silva Lanna, por sempre me apoiar a chegar mais longe e buscar sempre ser uma pessoa melhor, a todos os ensinamentos e orientações, uma pessoa inspiradora.

Agradeço ao meu professor e amigo Edgard Gregory Torres Saraiva, por todos ensinamentos e grande apoio. Japonêês.

Agradeço a todos meus amigos que fizeram parte dessa minha caminhada, e que colaboraram para que tudo isso se tornasse realidade. Em especial Ananda, Beatriz, Deyvid, Altimar e Natália.

Agradeço a Brigitte Dishin por todo companheirismo e apoio.

Agradeço a todos amigos, moradores e ex-alunos da República Bastilha, família e lar que Ouro Preto me presenteou. Obrigado por todos os momentos.

Agradeço em especial meu amigo e ex-aluno Henrique Nogueira Soares vulgo Carneiro Curió, por todo auxílio e apoio durante a formatação desse trabalho.

Agradeço a todos amigos de Ouro Preto, e de Cravinhos, em especial Matheus, Mário, Luís Gustavo, Bruna, Luiza V., Luísa F., Pedro, Paulo, Luan, Felipe, Bárbara, Wilson, Marcelinho.

Agradeço a todos professores e servidores da UFOP, que fazem a universidade ser como ela é: Ensino de qualidade num ambiente acolhedor.

Agradeço a PROEX em especial ao Prof. Dr. Marcos Eduardo Carvalho Gonçalves Knupp, Pró-Reitor da PROEX, e a secretaria Greiciana Pertence Reis.

"A beleza das coisas existe no espírito de quem as contempla."

- David Hume

RESUMO

As investigações ambientais são imprescindíveis nos estudos que contemplam a saúde coletiva, em duas abordagens: seja para monitorar a dispersão de agentes causais, como ferramenta de alerta epidemiológico, como também para avaliar riscos sanitários na transmissibilidade de patógenos visando as ações de vigilância para seu controle. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, os estudos nessa temática tem sido cada vez mais necessários. Entretanto, para ambas abordagens há poucos relatos direcionados especificamente às populações vulneráveis. No presente trabalho foram realizados quatro estudos, sendo três investigativos e um extensionista, todos direcionados a populações vulneráveis, ou seja, grupos de pessoas em risco social. No primeiro estudo foi realizado um rastreamento do vírus SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2), como estratégia epidemiológica para prever futuros surtos de COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) em áreas de grupos vulneráveis a saber presídio, asilo e alojamento de trabalhadores, quando ainda não havia notificação da COVID-19. Nesta investigação detectou-se no esgoto e a jusante de um rio que serve uma comunidade cópias genômicas do SARS-CoV-2, e posteriormente nas populações dessas áreas surgiram surtos de COVID, comprovando assim a importância dessa estratégia. O segundo estudo foi realizado em um distrito rural desprovido de saneamento ambiental, onde haviam notificações de doenças entéricas e dengue. Foi realizado então uma intervenção local, com implementação de biodigestores anaeróbios contemplando todos os domicílios. De acordo com o monitoramento microbiológico nos efluentes dos biodigestores observou-se expressiva redução dos indicadores de patógenos microbianos, comprovando sua eficiência. No terceiro estudo foi realizado um monitoramento de vetores da dengue a partir de busca ativa de ovos de *Aedes aegypti*, utilizando armadilhas de oviposição (ovitampas) em escolas localizadas em áreas de riscos sanitários. Neste estudo observou-se significativo número de ovos de *Aedes aegypti* em escolas de uma localidade que normalmente apresenta maior índice de dengue em comparação com as escolas das outras localidades amostradas. Esse achado possivelmente pode ser explicado pela alta densidade populacional que gera maior volume de esgotos e resíduos, propiciando maior proliferação de vetores. O quarto estudo refere-se ao trabalho extensionista de aplicação dos conhecimentos obtidos nas investigações para os serviços de vigilâncias municipais em saúde e ações educativas em escolas. Em suma esse trabalho mostra a importância e necessidade de estudos voltados a populações vulneráveis.

Palavras-chave: COVID-19, Dengue, Vigilância Epidemiológica, Populações vulneráveis, Ações Educativas

ABSTRACT

Environmental investigations are essential in studies that address public health, in two approaches: either to monitor the dispersion of causal agents, as an epidemiological alert tool, or to assess health risks in the transmissibility of pathogens, aiming at surveillance actions for their control. In developing countries, such as Brazil, studies on this topic have been increasingly necessary. However, for both approaches there are few reports specifically targeting vulnerable populations. In the present work, four studies were carried out, three investigative and one extensionist, all aimed at vulnerable populations, that is, groups of people at social risk. In the first study, a screening of the SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2) virus was carried out, as an epidemiological strategy to predict future outbreaks of COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) in areas of vulnerable groups, namely prison, asylum and housing workers, when there was still no notification of COVID-19. In this investigation, genomic copies of SARS-CoV-2 were detected in the sewage and downstream of a river that serves a community, and later outbreaks of COVID emerged in the populations of these areas, thus proving the importance of this strategy. The second study was carried out in a rural district lacking environmental sanitation, where there were reports of enteric diseases and dengue. A local intervention was then carried out, with the implementation of anaerobic digesters covering all households. According to the microbiological monitoring in the effluents of the biodigesters, a significant reduction in the indicators of microbial pathogens was observed, proving its efficiency. In the third study, dengue vectors were monitored through an active search for *Aedes aegypti* eggs, using oviposition traps (ovitrap) in schools located in health risk areas. In this study, a significant number of *Aedes aegypti* eggs was observed in schools in a location that normally has a higher rate of dengue compared to schools in other sampled locations. This finding can possibly be explained by the high population density that generates a greater volume of sewage and waste, providing greater proliferation of vectors. The fourth study refers to the extension work of applying the knowledge obtained in investigations to municipal health surveillance services and educational activities in schools. In short, this work shows the importance and need for studies aimed at vulnerable populations.

Keywords: COVID-19, Dengue, Epidemiological Surveillance, Vulnerable Populations, Educational Actions

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SARS-CoV-2 (Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2)

COVID-19 (Coronavirus Disease 2019)

Sistema Único de Saúde (SUS)

Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO)

LGBTQ (Lésbicas, Gays, Bissexuais e Transgênero)

MERSCoV (Middle East Respiratory Syndrome)

OMS (Organização Mundial de Saúde)

Aedes spp (abreviatura de espécies do gênero *Aedes*)

ETA (estação de tratamento de águas)

ETE (estação de tratamento de esgoto)

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

L (litros)

RT-PCR (Reverse transcription polymerase chain reaction)

CDC (Centers for Disease Control and Prevention)

RNA (ribonucleic acid)

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Mapa da área estudada.	21
Figura 3.2: (A) Ovitampa vista de cima e (B) Ovitampa vista de frente.	28
Figura 3.3: Ovitampa instalada em local de risco	29
Figura 3.4: Esquema simples das etapas do trabalho.....	29
Figura 4.1: Ovos de <i>A. aegypti</i> encontrados na palheta da ovitampa.....	34
Figura 4.2: Ações extensionistas de caráter educativo na APAE.	36
Figura 4.3: Apresentação do KIT pedagógico em escolas e em eventos comunitários.	36
Figura 4.4: KIT educativo de combate aos mosquitos <i>A.aegypti</i> e <i>A. albopictus</i>	37
Figura 4.5: Camisa feita para usar em ações.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Características das Cidades Urbanas e Rurais de Municípios da Microrregião Médio Piracicaba e da Microrregião Inconfidentes Estudadas	22
Tabela 4.1: Resultado do Monitoramento do <i>Aedes aegypti</i> pela busca ativa de ovos do vetor em escolas de cidades da Microrregião Médio Piracicaba e Microrregião dos Inconfidentes.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	Retrospectiva histórica de avaliações ambientais como suporte para o estudo de doenças coletivas	14
1.2	O Saneamento Básico como determinantes de saúde no Brasil	15
1.3	Rastreamento Ambiental de patógenos no Monitoramento Municipal de Doenças Coletivas incluindo áreas em Vulnerabilidade.....	16
1.4	Risco Sanitário associado à transmissibilidade de doenças coletivas para as Populações em situação de Vulnerabilidade no Brasil	17
2	OBJETIVOS.....	20
2.1	Objetivo geral.....	20
2.2	Objetivos Específicos.....	20
3	METODOLOGIA	21
3.1	Área de Estudo	21
3.2	1º ESTUDO: Monitoramento da disseminação da COVID-19 em Instituições Vulneráveis na Microrregião Médio Piracicaba e Microrregião dos Inconfidentes pela Detecção Ambiental do coronavírus Sars-Cov2 em 2021	24
3.3	2º ESTUDO: Risco Sanitário Associado à Transmissibilidade de Doenças Entéricas e à Proliferação de Mosquitos Vetores da Dengue na Cidade M-2.2 da Microrregião dos Inconfidentes pela Avaliação Ambiental em 2019	25
3.4	3º ESTUDO: Risco Sanitário associado à proliferação de mosquitos vetores da Dengue e sua incidência na cidade M-1 da Microrregião Médio Piracicaba e nas cidades M-2.1, M-2.3, M-3 da Microrregião dos Inconfidentes pela Avaliação Ambiental em 2022.....	26
3.5	4º ESTUDO – APLICAÇÃO EXTENSIONISTA - A: Conscientização das Comunidades e Escolas no Enfrentamento das Doenças Coletivas para maior adesão às Medidas Sanitárias	30
3.6	4º ESTUDO – APLICAÇÃO EXTENSIONISTA - B: Estratégia para subsidiar as Ações de Controle dos Setores Municipais de Vigilância Epidemiológica referente às doenças estudadas.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	1º ESTUDO: Resultados e discussão do monitoramento da disseminação da Covid nos Municípios M-1 e M-4 pela Detecção Ambiental do coronavírus Sars-Cov2 em 2021.	31
4.2	2º ESTUDO: Resultados e discussão do risco Sanitário Associado a Doenças Coletivas incluindo Doenças Entéricas e Dengue como prevalente na cidade Município M-2.2 pela Avaliação Ambiental em 2019.	31

4.3	3º ESTUDO: Resultados e discussão do risco sanitário associado à proliferação de mosquitos vetores da Dengue e sua incidência nos Municípios M-1, M-2, M-2.2 e M-3 pela avaliação ambiental em 2022.	32
4.4	4º ESTUDO – APLICAÇÃO EXTENSIONISTA - A: Resultados e discussão da conscientização das Comunidades e Escolas no Enfrentamento das Doenças Coletivas para maior adesão às Medidas Sanitárias.	35
4.5	4º ESTUDO – APLICAÇÃO EXTENSIONISTA - B: Resultados e discussão da estratégia para subsidiar as Ações de Controle dos Setores Municipais de Vigilância Epidemiológica referente às doenças estudadas.....	38
5	CONCLUSÃO	39
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
	ANEXO	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 Retrospectiva histórica de avaliações ambientais como suporte para o estudo de doenças coletivas

As questões ambientais estão correlacionadas com doenças humanas a milhares de anos. Segundo Rosen et al.,1958, o primeiro trabalho sistemático que apresentou relações causais entre fatores ambientais e doenças, é o trabalho intitulado “*Sobre os Ares, as Águas e os Lugares*”, da escola Hipocrática no início do século V a.C., na Grécia antiga, que serviu por dois mil anos como base dos estudos epidemiológicos. As escritas foram pioneiras na documentação do conhecimento sobre doenças endêmicas e epidêmicas, os disseminou como problemas urbano-social e assim propôs estratégias de prevenção e combate dessas doenças no âmbito social e urbanístico.

No Brasil em 1988 a nova Constituição Federal, por pressões políticas externas e desenvolvimento sócio tecnológico (LIMA; SANTANA; PAIVA, 2015), trouxe para a esfera da Reforma Sanitária no capítulo destinado á saúde e seguridade social como principal diretriz, a “Saúde como direito de todos e dever do estado” junto a criação do Sistema Único de Saúde (SUS), tendo como pilares os princípios da integralidade, universalidade e participação social (RAMOS, 1985).

De acordo com o antigo presidente da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) Luis Eugenio de Souza, “a Saúde Coletiva tem como objeto de estudo as necessidades de saúde, ou seja, todas as condições requeridas não apenas para evitar a doença e prolongar a vida, mas também para melhorar a qualidade de vida e, no limite, permitir o exercício da liberdade humana na busca da felicidade”(UFG - UNIVERSIDADE FEDERAL DO GOIÁS, 2015). A saúde coletiva tem como sua base operacional a vigilância à saúde que constitui uma “prática sanitária que organiza os processos de trabalho em saúde, sob a forma de operações, para confrontar problemas de enfrentamento contínuo, num território determinado”(JAIRNILSON S. PAIM, 1998)

1.2 O Saneamento Básico como determinantes de saúde no Brasil

O saneamento básico é fator de grande preocupação em saúde pública, principalmente em países de baixo poder econômico.

O investimento brasileiro em políticas públicas nas últimas décadas tenha mostrado importante progresso em saúde pública (BRASIL, 2022). Entretanto, o Brasil ainda está longe de cumprir metas de saneamento. A maioria da população brasileira vive em cidades sem estações de tratamento de esgotos ou em localidades sequer sem redes de esgotos sanitários com descartes sem qualquer tratamento em córregos e rios (PASTERNAK, 2016).

Os efeitos nocivos de condições deficitárias de saneamento são evidentes sobre o bem-estar físico, mental e social das pessoas (SAÚDE, 2010).

Os serviços de disponibilidade de água potável, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos componentes do saneamento básico tem sido considerado um importante determinante ambiental de saúde (PRÜSS-ÜSTÜN et al., 2008).

O crescimento não planejado dos centros urbanos tem agravado os problemas de saneamento e que conseqüentemente são responsáveis por um número significativo de doenças, seja pela transmissão direta de patógenos pelo consumo de água contaminada seja de forma indireta pela proliferação de mosquitos e outros animais vetores.

A melhoria de condições de saneamento, segundo estimativas, pode reduzir cerca de 10% do volume total de doenças.

Importante ressaltar que em regiões menos desenvolvidas no Brasil os maiores déficits de saneamento também estão associados às condições inadequadas de moradias, menor renda per capita e baixo nível de escolaridade. E essa combinação de fatores compõe significativo determinante social de saúde (MASSA; CHIAVEGATTO FILHO, 2020; PRÜSS-ÜSTÜN et al., 2016).

O Brasil portanto, ainda é um país que apresenta importantes desafios relacionados às desigualdades na cobertura de serviços de saneamento (SAÚDE, 2010).

1.3 Rastreamento Ambiental de patógenos no Monitoramento Municipal de Doenças Coletivas incluindo áreas em Vulnerabilidade

Populações vulneráveis foram definidas como a população com probabilidade de experimentar disparidade de saúde: mulheres, minorias, idosos, pacientes de saúde mental, pobres, crianças, adolescentes, residentes rurais, doentes terminais, presos e membros da comunidade LGBTQ (ROLNITSKY et al., 2018).

Investigar a dispersão de doenças coletivas, principalmente, em localidades e em instituições que reúne pessoas em estado de vulnerabilidade é importante para o completo trabalho de monitoramento epidemiológico de um município, mas que nem sempre é realizado no Brasil em situações de epidemias e pandemias

A partir da possibilidade da excreção fecal ou urinária do micro-organismo associado a uma determinada bioprospecção deste agente causal na rede de esgotos sanitários funciona como uma ferramenta importante para rastrear a distribuição espaço-temporal principalmente de doenças coletivas subsidiando as ações necessárias das Secretarias Municipais de Saúde.

Apesar das evidências da presença de outros coronavírus nas fezes, como o SARS-CoV (causador da síndrome respiratória aguda e severa) e o MERSCoV (causador da síndrome respiratória do Oriente Médio), e tendo em vista a capacidade de permanecerem viáveis em condições que facilitariam a transmissão via feco-oral, não há evidências de que o SARS-CoV-2 também possa ser transmitido por essa rota. Portanto pesquisas futuras devem ser realizadas para verificar se o vírus estaria viável no esgoto sanitário de forma que comprove ou não a possibilidade dessa via de transmissão (HELLER; MOTA; GRECO, 2020).

Entretanto, a Vigilância epidemiológica tem se servido da estratégia de bioprospecção do SARS-Cov-2 para o monitoramento ambiental mais eficiente da COVID-19 possibilitando agilidade ao serviço de Vigilância Epidemiológica na prevenção e contenção desta pandemia como realizado em Belo Horizonte em 2021 em áreas remotas e instituições de grupos vulneráveis (CHERNICHARO et al., 2021; FONGARO et al., 2021).

De acordo com o antigo presidente da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) Luis Eugenio de Souza, importante observar neste tipo de estudo no Brasil o conceito de saúde coletiva: “a Saúde Coletiva tem como objeto de estudo as necessidades de

saúde, ou seja, todas as condições requeridas não apenas para evitar a doença e prolongar a vida, mas também para melhorar a qualidade de vida e, no limite, permitir o exercício da liberdade humana na busca da felicidade”(UFG - UNIVERSIDADE FEDERAL DO GOIÁS, 2015). A saúde coletiva tem como sua base operacional a vigilância à saúde que constitui uma “prática sanitária que organiza os processos de trabalho em saúde, sob a forma de operações, para confrontar problemas de enfrentamento contínuo, num território determinado”(JAIRNILSON S. PAIM, 1998)

1.4 Risco Sanitário associado à transmissibilidade de doenças coletivas para as Populações em situação de Vulnerabilidade no Brasil

Os estudos que correlacionam os índices de doenças coletivas à transmissibilidade de patógenos ambientais tendem a investigar de modo pontual o efeito da cobertura de serviços de saneamento básico nas áreas de estudo independentemente das características individuais e socioeconômicas do local de residência. Estudos que incluem as variáveis indicadoras de risco social próprias dos grupos de pessoas vulneráveis ainda são escassas no Brasil (Lovadini et al., 2022).

Grupos de vulnerabilidade incluem pessoas em situações que as colocam sob maior ou menor risco de exposição a eventos de saúde, com comprometimento de ordem física, psicológica e/ou social. Integra, desta forma, a probabilidade e as chances de grupos populacionais de adoecerem e morrerem por algum agravo de saúde (ROLNITSKY et al., 2018).

Em geral indivíduos vulneráveis são aqueles considerados com restrito poder liberdade no gerenciamento de suas vidas seja por questões econômicas ou sociais. Nestes grupos incluem comunidades remotas sem acesso adequado ao saneamento básico, baixo nível socioeconômico, como também aqueles que se encontram em instituições presidiários, residentes de asilos além de profissionais de ensino e alunos que tem jornadas longas de permanência em escolas. Segundo WU et al., 2013, na avaliação dos fatores de risco para as pessoas em situação de vulnerabilidade, referente às doenças coletivas, outros aspectos como os psicológicos e sociais são importantes.

Recentemente, além das doenças coletivas conhecidas a COVID-19 vem causando significativo impacto. A pandemia da COVID-19 tem provocado múltiplas reflexões sob o contexto social no tocante as desigualdades sociais e os sistemas de saúde até então não muito compreendidas pelas sociedades em geral. As múltiplas formas de transmissão do SARS-CoV-2 permite disseminação de forma acelerada, e ainda, até o momento sem tratamento específico e tampouco medidas completas de imunização, impõe a todos, situações de exposição, vulnerabilidades e risco. Alguns países com sistemas de saúde fragilizados, como o Brasil e com políticas públicas que pouco correspondem às reais vulnerabilidades comunitárias, sem colocar em pauta as iniquidades sociais, alteraram suas realidades e foram obrigados a conviver com uma realidade de morbimortalidade anteriormente não esperada. Nesta perspectiva os componentes notoriamente delimitados, sem logística operacional efetiva e sustentável, forçaram os gestores ao redor do mundo agir de maneira oportuna preconizando medidas eficazes em seus respectivos sistemas de saúde para a contenção e rastreamento do avanço viral. No campo da saúde coletiva, a perspectiva de adoecer já caracteriza o indivíduo em situação de vulnerabilidade (FLOSS et al., 2020; PEREIRA et al., 2020).

Entre as principais doenças associadas às condições de saneamento ambiental estão as diarreias e a dengue, responsáveis por mais de 93% das internações por doenças relacionadas a saneamento entre 2001 e 2009 no Brasil (TEIXEIRA et al., 2014). Em 2013, constataram-se expressivas taxas de internação por doenças diarreicas no município de Belo Horizonte, com taxa de mortalidade igual a 1,57 a cada 100 mil pessoas (VENTURA; AZEVEDO LOPES, 2017).

A dengue é outra doença que tem representado grande preocupação de saúde pública, e verifica-se aumento de sua ocorrência em municípios como Porto Alegre (NUGEM, 2015) e Rio de Janeiro (XAVIER et al., 2017). O aumento da incidência dessas doenças, por sua vez, tem a capacidade de influenciar de maneira importante a qualidade de vida e as condições de saúde da população (FERREIRA et al., 2016).

O monitoramento da dengue e demais arboviroses exige a busca ativa de criadouros do mosquito vetor *Aedes aegypti* realizada de forma sistematizada dentre as atividades de controle da Vigilância em Saúde. Uma forma de busca ativa é através de armadilhas de oviposição (ovitrapas), que são largamente utilizadas como ferramenta para o monitoramento populacional do vetor *Aedes aegypti* (ACIOLI, 2006). A transmissão de arbovírus por mosquitos *A. aegypti* mesmo com uma população pequena (baixa densidade populacional)

pode ocorrer. Apenas uma fêmea é capaz de transmitir dengue em regiões com temperaturas médias de 28 °C e baixa imunidade populacional de mosquitos *A. aegypti* (FOCKS et al., 2000). Os ovos do mosquito *A. aegypti* possuem alta resistência a períodos secos, o que garante a sua população uma grande capacidade de se perpetuar nos ambientes, mesmo exposto à diversas alterações ambientais ou meios de controle com ovicidas ou larvicidas (BARRERA, 2016). Estudos e documentos da OMS já utilizaram e recomendam as armadilhas de oviposição (ovitrampas) como ferramenta para monitoramento populacional do *Aedes* spp (ACIOLI, 2006; COOKSON; STIRK, 2019; NACIONAL, 2020).

Ações educativas possuem a capacidade de diminuir os casos positivos de dengue nas cidades, como relatado em Bauru (SANTOS, 2021).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar o monitoramento ambiental de doenças coletivas em populações vulneráveis quanto à disseminação da COVID-19 além de avaliar os riscos sanitários associados à Dengue e enfermidades entéricas visando o seu controle.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Realizar detecção ambiental do coronavírus Sars-CoV-2 para monitoramento da disseminação da COVID-19;
- Realizar avaliação ambiental do risco sanitário associado a Transmissibilidade de doenças entéricas e à proliferação de mosquitos vetores da Dengue;
- Realizar ações educativas de conscientização das comunidades e escolas no enfrentamento das doenças coletivas para maior adesão às medidas sanitárias;
- Reportar os resultados das avaliações aos setores municipais de Vigilância Epidemiológica para subsidiar as ações de prevenção e contenção dessas doenças.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

O presente trabalho foi realizado no período de 2018 a 2022 na Microrregião do Médio Piracicaba e na Microrregião dos Inconfidentes localizadas a sudoeste de Minas Gerais mostradas no mapa abaixo. Estas duas microrregiões de Minas Gerais apresentam semelhanças nas incidências de doenças entéricas, mas diferenças nas incidências de COVID-19 e de Dengue. Essas duas microrregiões foram escolhidas porque o foco deste trabalho foi direcionado principalmente a essas três doenças coletivas, observa-se na Figura 3.1.

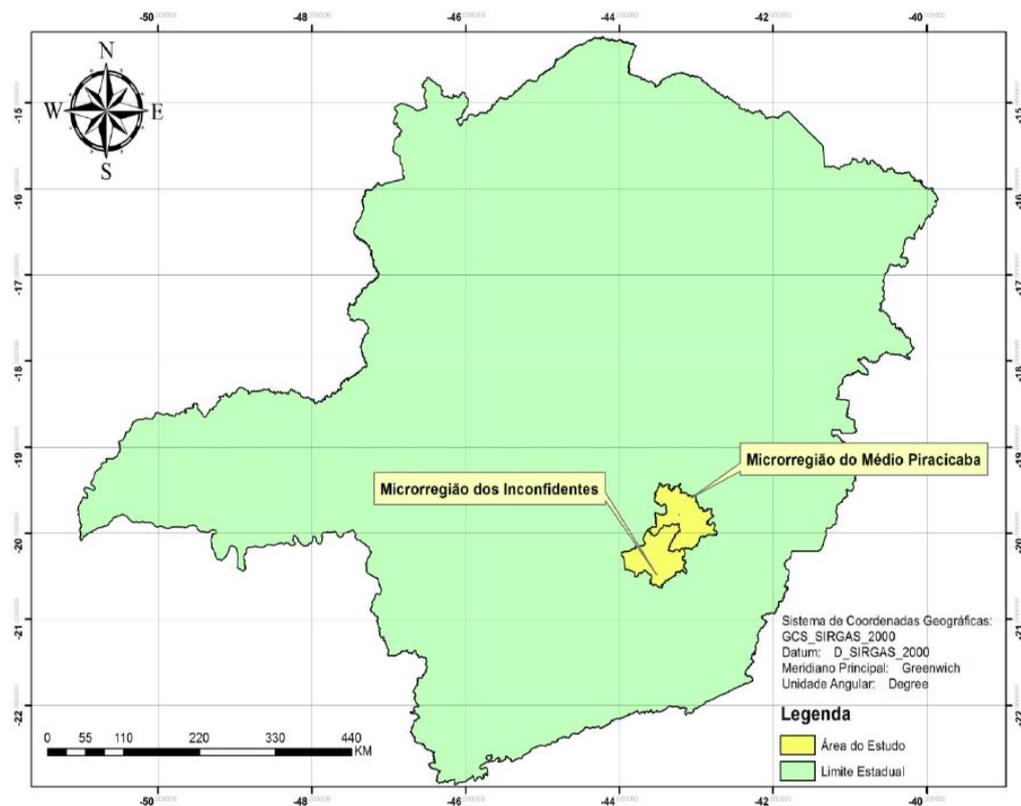


Figura 3.1: Mapa da área estudada.

Fonte: (AUTOR, 2022).

Na Microrregião do Médio Piracicaba foi estudada uma cidade M-1 representativa do Município M-1 desta microrregião. Na Região dos Inconfidentes foram estudadas cidades representativas de três Municípios: Município M-2 (cidade M-2.1, cidade M-2.2, cidade M-2.3) e Município M-3 (cidade M-3) e Município M-4 (cidade M-4).

As cinco cidades de três Municípios da Microrregião dos Inconfidentes foram definidas para melhor entendimento dos fatores que influenciam ou que determinam a distribuição das doenças coletivas de maior relevância no momento visando a aplicação deste estudo ao seu controle. Assim os municípios escolhidos apresentam características distintas quanto à climatologia, atividade econômica, densidade populacional, status de saneamento básico ETA (estação de tratamento de águas) e ETE (estação de tratamento de esgoto), que neste trabalho foram nomeadas conforme se segue na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Características das Cidades Urbanas e Rurais de Municípios da Microrregião Médio Piracicaba e da Microrregião Inconfidentes Estudadas

Microrregiões De Minas Gerais estudadas	Municípios Estudados	Climatologia: Média Anual Temperatura/Pluviosidade	Atividade Econômica	Status Saneamento Básico (ETA/ETE)	Densidade Populacional Local
Microrregião Médio Piracicaba	M-1	20.4 °C 1299 mm	Mineração	ETA e ETE (10%)	742,35 hab/km ²
Microrregião Inconfidentes	*M-2.1	18.4 °C 1804 mm	Mineração	ETA	56,41 hab/km ²
	**M-2.2	19 °C 1623 mm	Mineração	*Não Tem	33,29 hab/km ²
	***M-2.3	19.3 °C 1590 mm	Agropecuária	ETA	33,29 hab/km ²
	M-3	19.7 °C 1804 mm	Mineração	ETA	45,40 hab/km ²
	M-4	19.3 °C 1590 mm	Mineração	ETA e ETE (100%)	83,76 hab/km ²

*M-2.1: Cidade Sede-Urbana do Município M-2 da Microrregião dos Inconfidentes

M-2.2 e *M-2.3: Distritos rurais do município M-2

*Não Tem: Característica anterior ao projeto que posteriormente implantou Sistema de Biodigestores.

Fonte: (IBGE, 2022), (CLIMATE DATE, 2022).

As Instituições de Populações Vulneráveis estudadas em cada Município são:

- Cidade M-1 representativa do Município M-1: Presídio, Asilo de Idosos, Escolas da Rede de Ensino e Creches;

O município M-1 possui população estimada em 2021 de 80.903 pessoas; densidade demográfica em 2010 de 742,35 hab/km²; vinte e três escolas do ensino fundamental; oito escolas do ensino médio; esgotamento sanitário adequado em 2010 de 92,8 % (IBGE, 2022), porém apenas 10% do esgoto é tratado, e 100% da sua água distribuída é tratada (BRASIL, 2022b).

- M-2 (Cidades M2.1, M-2.2 e M-2.3): Escolas da Rede de Ensino e Escolas da APAE;

A cidade M-2.1 é a sede do município M-2 conta com uma população estimada [2021] de 74.824 habitantes; densidade demográfica [2010] de 56,41 hab/km²; quarenta e sete escolas do ensino fundamental; 10 escolas de ensino médio; e apresenta [2021] 75.6% de domicílios com esgotamento sanitário adequado (IBGE, 2022), porém esse esgoto não é tratado, sendo o descarte feito em rios locais. A economia do município se baseia no turismo, metalurgia e mineração.

A cidade M-2.2, em questão, possui 900 habitantes (IBGE, 2022), é um distrito rural do município M-2. Esta cidade M-2.2 é caracterizado historicamente por não possuir saneamento básico e lançar as águas residuais (esgoto doméstico) em um rio local. Mesmo rio que os moradores usam para pesca, irrigação de hortaliças e plantas ornamentais, consumo animal (aves, suínos e gado para alimentação humana) e recreação humana. No município existe apenas uma escola do ensino fundamental e uma creche. A mineração é o que move a economia do distrito. Todas as residências participaram do projeto, 100% de adesão.

A cidade M-2.3 é um outro distrito rural do Município M-2 e possui cerca de 2940 habitantes (IBGE, 2022). Tem como principal giro econômico a agropecuária. Apenas uma escola foi estudada nesse distrito.

- Cidade M-3 representativa do Município M-3: Escolas da Rede de Ensino e Escolas da APAE;

A cidade M-3 é representativa de outro Município estudado da Microrregião dos Inconfidentes e possui uma população estimada de 61.830 pessoas em 2021, densidade demográfica de 45,40 hab/km² [2010]. Mineração, turismo cultural e comércio são as principais atividades econômicas do município (IBGE, 2022). Toda água abastecida na cidade é tratada (ETA 100%), porém não há nenhum tipo de tratamento de esgoto (ETE) (BRASIL, 2022b).

- Cidade M-4 representativa do Município M-4: Escolas Rede de Ensino, Alojamento de Trabalhadores;

A cidade M-4 do município M-4 possui uma população estimada de 52.996 pessoas [2021], densidade demográfica de 83,76 hab/Km², vinte e três escolas de ensino fundamental, 6 escolas de ensino médio, possui 87,3% de esgotamento sanitário adequado, sua economia gira em torno da mineração (IBGE, 2022), diferente de todos os outros municípios apresenta 100% de ETE e 100% de ETA (BRASIL, 2022b).

3.2 1º ESTUDO: Monitoramento da disseminação da COVID-19 em Instituições Vulneráveis na Microrregião Médio Piracicaba e Microrregião dos Inconfidentes pela Detecção Ambiental do coronavírus Sars-Cov2 em 2021

O público-alvo desse estudo atendeu diretamente em torno de 500 pessoas.

Este 1º ESTUDO utilizou a abordagem epidemiológica da pesquisa do vírus SARS-Cov-2 em esgotos de Instituições que abrigam pessoas vulneráveis e em rio local como testemunha para prever surtos futuros de COVID-19, considerando que no momento das coletas ainda não haviam notificações positivas da doença nessas comunidades.

Este estudo foi realizado na cidade representativa do Município M-1 da Microrregião Médio Piracicaba e na cidade representativa do Município M-4 da Microrregião dos Inconfidentes pela Detecção Ambiental do coronavírus Sars-Cov2 em 2021.

Para esse estudo amostras de esgoto bruto foram coletadas da entrada da caixa de armazenamento da pia em uma área de presídio (150 presos) (5 amostras) e em unidades de

alojamento de trabalhadores (100 usuários) (5 amostras) nos municípios M-1 e M-4 respectivamente em agosto de 2020 apenas com a primeira onda de COVID-19 na região. Amostras de água do rio (5 amostras por local) também foram coletadas em 3 locais em uma área rural de baixo saneamento um local a montante de uma comunidade rural com cerca de 1500 habitantes e dois locais a jusante. A identificação das áreas é mantida em sigilo para evitar constrangimento aos moradores locais. Cinco amostras de 2 L (litros) foram coletadas em cada local de amostragem. As amostras de esgoto foram concentradas pelo método segundo Lewis & Metcalf (LEWIS; METCALF, 1988). O RNA viral foi encontrado e quantificado de acordo com técnica de RT-PCR em tempo real (CDC, 2020). As coletas de amostragem do rio à montante e à jusante foram coletadas no mesmo dia, com uma distância entre os dois pontos de seis quilômetros (FONGARO et al., 2021b).

3.3 2º ESTUDO: Risco Sanitário Associado à Transmissibilidade de Doenças Entéricas e à Proliferação de Mosquitos Vetores da Dengue na Cidade M-2.2 da Microrregião dos Inconfidentes pela Avaliação Ambiental em 2019

O público-alvo desse estudo atendeu diretamente em torno de 900 habitantes da comunidade.

O trabalho em questão implantou em 2016 na cidade M-2.2 o sistema descentralizado de setenta e oito biodigestores anaeróbicos autolimpantes de base domiciliar (Acqualimp®) com capacidade volumétrica de 300 L (todas as casas do distrito foram contempladas), foi o primeiro tratamento de esgoto doméstico no distrito.

Amostras ambientais das águas residuais e fluviais da área de estudo foram avaliadas antes e após a instalação dos biodigestores de base domiciliar durante um ano (2016). Para isso, foram coletados 2 litros (L) de amostras de afluentes e efluentes de doze biodigestores que foram segregados em cinco grupos (segundo a distribuição espacial no M-2.2, com o intuito de abranger cinco parcelas diferentes da área de estudo) e avaliados aleatoriamente, as coletas foram divididas em quatro campanhas durante o ano de 2016. Nas mesmas campanhas foram coletadas 5 L de água do rio em 5 locais diferentes utilizados para atividades humanas e consumo animal.

Para as análises das águas residuais quanto às características físico-químicas (demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrato (NO₃), nitrito (NO₂), total nitrogênio amoniacal (TAN), pH e temperatura (T) foram avaliadas de acordo com a APHA (EATON et al., 2005).

Para analisar a presença de vírus entéricos na água residual foi coletado 200 mililitro (mL), e para água de rio foram coletados 2 L, as amostras foram concentradas e definiram as cópias do genoma (CG) viral expresso em CG L-1 (PINA et al., 1998) (SCHLINDWEIN et al., 2010) (KATAYAMA, 2005) (HERNROTH et al., 2002) (JOTHIKUMAR et al., 2006). Cada amostra foi realizada em duplicado, e em cada placa quatro diluições em série de padrão foram executadas em triplicado para cada ensaio. Água ultrapura foi usada como controle não modelo para cada ensaio.

Os gêneros e espécies de Enterobactérias foram definidas por identificação bioquímica de métodos usuais e quantificadas, a *Escherichia coli* (E. coli) usando o sistema MPN IDEXX Quanti-Tray com reagentes Colilert de acordo com as instruções do fabricante, usando 100 mL de água ou efluente, e *Salmonella spp.* realizada com 25 mL de amostra adicionada em 225 mL de solução de peptona-NaCl tamponada e incubado a 37 °C por 24 horas; os resultados expressos como Número Mais Provável (NMP 100 mL⁻¹) e Unidades Formadoras de Colônias (UFC mL⁻¹) de acordo com a norma ISO 6579 (2002), respectivamente (LANNA et al., 2019).

3.4 3º ESTUDO: Risco Sanitário associado à proliferação de mosquitos vetores da Dengue e sua incidência na cidade M-1 da Microrregião Médio Piracicaba e nas cidades M-2.1, M-2.3, M-3 da Microrregião dos Inconfidentes pela Avaliação Ambiental em 2022

O público-alvo desse estudo atendeu diretamente em torno de 14.500 pessoas (alunos, professores e funcionários das escolas estudadas).

A amostragem para a busca ativa dos vetores da Dengue nessa investigação foi realizada em maio e junho de 2022 nas cidades indicadas da Microrregião Médio Piracicaba e da Microrregião dos Inconfidentes quando houve um aumento significativo dos surtos de dengue no Brasil e que foi bastante evidente em Minas Gerais dentre outros estados e amplamente noticiado (Boletim Instituto Butantan, 2022), (Freitas, Jornal Globo-G1.globo.com, 2022), (UmSoPlaneta.Globo, 2022).

Para avaliar o risco sanitário dos municípios através de investigações ambientais, em maio e junho de 2022, primeiramente realizou-se um monitoramento da população do mosquito *Aedes aegypti*, feito a partir da contagem de ovos coletados em ovitrampas (armadilhas de ovos), assim como é recomendado em documentos da OMS (COOKSON; STIRK, 2019) e descrito por outros autores (R.W.FAY AND DONALD A ELIASON, 1966). E depois, os resultados dos monitoramentos foram correlacionados com avaliações ambientais sobre a coleta de lixo, esgoto a céu aberto e criadouros de mosquitos no local estudado e no seu entorno, informações obtidas por pessoas locais e observações em campo.

Vinte e quatro ovitrampas foram instaladas e monitoradas em locais de risco com populações vulneráveis (creches, escolas do ensino médio e fundamental, asilo, presídio e APAEs) divididas em 3 cidades e um distrito rural M-1, M-2.1, M-2.3 e M-3.

Para a construção das armadilhas foram utilizadas garrafas pet cortadas ao meio e pintadas de preto, cada metade servindo como uma armadilha, e dentro de cada uma foi colocado uma paleta feita de papel cartão e fixada por clips e um pedaço de plástico para evitar mancha na paleta devido ao clips, cinco grãos de arroz servindo de matéria orgânica para atrair os mosquitos, e água até a metade da paleta, assim como ensina no caderno de orientações (COOKSON; STIRK, 2019), conforme pode ser observado na Figura 3.2.

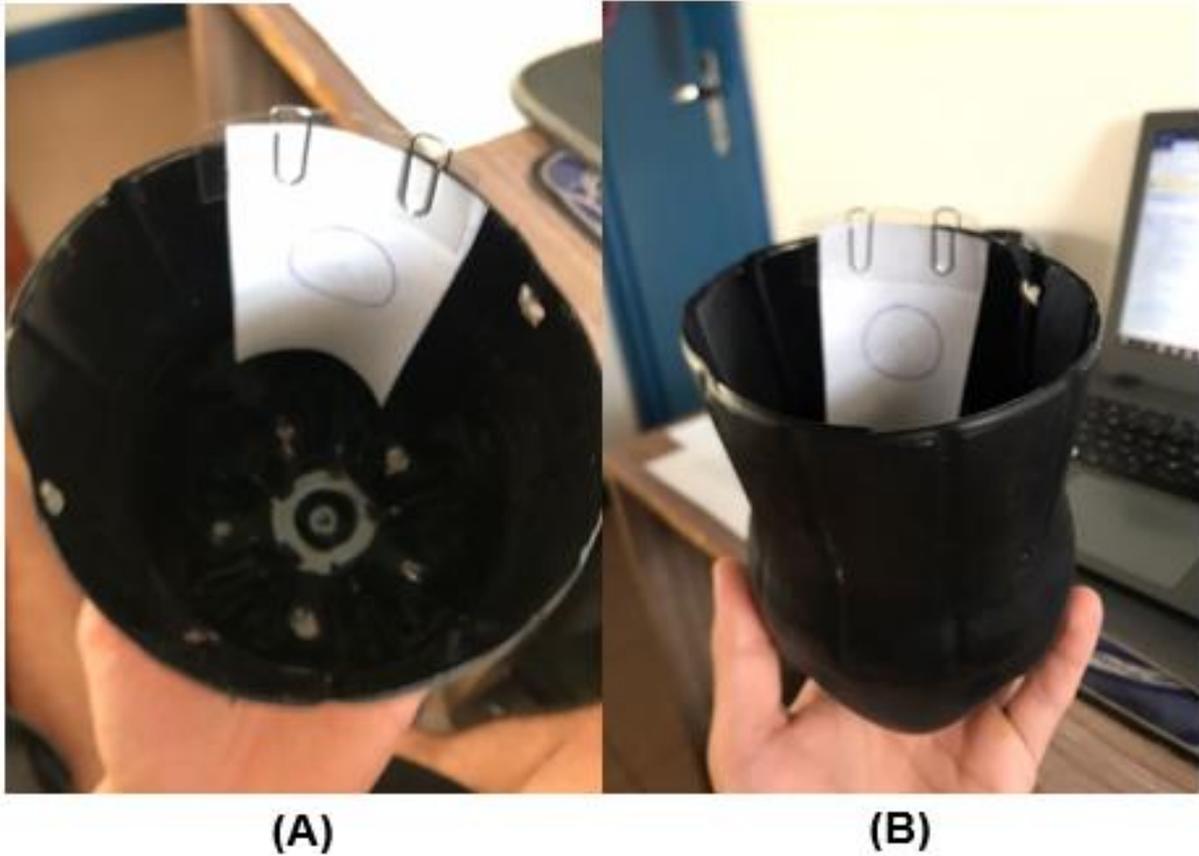


Figura 3.2: (A) Ovitrapa vista de cima e (B) Ovitrapa vista de frente.

Em média, foram instaladas uma ovitrapa em cada local, em locais maiores até três armadilhas, todas foram colocadas em locais seguros impedindo a interferência de pessoas ou animais, locais sombreados protegendo da luz solar direto e de chuvas, no peridomicílio e também em alguns locais intradomicílio (pátio escolar, cozinha e lavanderia) (NACIONAL, 2020) , próximos a criadores potenciais. Observa-se na Figura 3.3 uma ovitrapa instalada.



Figura 3.3: Ovitrapa instalada em local de risco

. Após sete dias retirou-se a água que era desinfetada com hipoclorito de sódio (água sanitária) e descartada em local seco, as palhetas eram coletadas, secadas ao sol e depois no laboratório com o auxílio de uma lupa eram feitas as contagens dos ovos. Em conjunto foi realizado uma avaliação ambiental de cada local e do seu entorno levando em consideração a coleta de lixo, presença de esgoto a céu aberto, fatores climáticos e pluviosidade. Segue a baixo na Figura 3.4: Esquema simples das etapas do trabalho. um esquema simplificado em ordem cronológica das ações desta investigação.



Figura 3.4: Esquema simples das etapas do trabalho.

3.5 4º ESTUDO – APLICAÇÃO EXTENSIONISTA - A: Conscientização das Comunidades e Escolas no Enfrentamento das Doenças Coletivas para maior adesão às Medidas Sanitárias

O público-alvo desse estudo atendeu diretamente em torno de 14.500 pessoas (alunos, professores e funcionários das escolas estudadas).

Em todas as escolas estudadas foram realizadas ações educativas como forma de ação direta na prevenção e enfrentamento de doenças coletivas (SANTOS, 2021), a média de idade dos alunos eram entre 7 a 13 anos. Ações baseadas na apresentação de um KIT pedagógico (contendo as fases 4 fases evolutivas do mosquito *Aedes aegypti*: ovo, larva, pupa e adultos; mais a distribuição de cartilhas e livros interativos com conteúdo referente ao conhecimento das arboviroses e combate direto em cada etapa do ciclo biológico do *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*), em conjunto às palestras sobre as arboviroses e ações de enfrentamento, e também palestras de educação de higiene pessoal.

3.6 4º ESTUDO – APLICAÇÃO EXTENSIONISTA - B: Estratégia para subsidiar as Ações de Controle dos Setores Municipais de Vigilância Epidemiológica referente às doenças estudadas

O público-alvo desse estudo atendeu diretamente em torno de 327 servidores das secretarias municipais, e indiretamente toda a população local em torno de 80.903 pessoas.

A partir das informações coletadas e os dados dos resultados de amostragem foi realizado a elaboração de mapas temáticos e georreferenciados (NETO et al., 2014), que serviram como instrumento para as secretarias de vigilância em saúde na elaboração de estratégias no enfrentamento às doenças coletivas destacando atualmente as arboviroses e o SARS-CoV-2. Por questões éticas os mapas estão sob sigilo dos municípios.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 1º ESTUDO: Resultados e discussão do monitoramento da disseminação da Covid nos Municípios M-1 e M-4 pela Detecção Ambiental do coronavírus Sars-Cov2 em 2021.

Nas amostras ambientais do rio a jusante, do presídio e do alojamento dos trabalhadores foram encontradas cópias genômicas (CG) de RNA do SARS-CoV-2. No presídio encontrou-se uma média de $1,3 \times 10^4$ CG mL⁻¹ do RNA, no alojamento uma média de $4,3 \times 10^4$ CG mL⁻¹, e no rio foram encontrados nas duas amostras da região jusante, média de $1,1 \times 10^2$ e $1,7 \times 10^3$ CG mL⁻¹ do RNA viral. Nas comunidades rurais as margens do rio, não há nenhum tipo de saneamento básico, o esgoto é todo lançado diretamente no rio, o que mais evidencia a presença de vírus atrelado a falta de saneamento. Esse tipo de resultado já foi visto em outros trabalhos que possuem como objeto de estudo locais com baixo ou nenhum tipo de saneamento, como por exemplo em rios dentro de Quito no Equador (GUERRERO-LATORRE et al., 2020) (FONGARO et al., 2021).

No momento da coleta das amostras, início de agosto de 2020, todas as regiões estudadas ainda não haviam registrado nenhum caso oficial de COVID-19, e no dia 29 de agosto aconteceu o primeiro registro. Outros trabalhos já mostraram que é possível encontrar concentrações maiores de RNA do SARS-CoV-2 dias antes de se relatar um primeiro caso confirmado (PECCIA et al., 2020; WURTZER et al., 2020). Resultados assim corroboram e fortalecem a estratégia de vigilância ambiental precoce como alerta de surtos epidêmicos, e ferramenta de monitoramento de doenças, potencializando ações e medidas preventivas (FONGARO et al., 2021).

4.2 2º ESTUDO: Resultados e discussão do risco Sanitário Associado a Doenças Coletivas incluindo Doenças Entéricas e Dengue como prevalente na cidade Município M-2.2 pela Avaliação Ambiental em 2019.

Antes do trabalho de intervenção em todas as amostras ambientais das águas residuais (afluentes) foram detectadas altas taxas dos patógenos avaliados (*Escherichia coli* tipos enteropatogênicos, *Salmonella sp*, Adenovirus (HAdV) e Virus da Hepatite A(HAV)).

Após a instalação dos biodigestores anaeróbios nos domicílios, como parte de te projeto, realizou-se a investigação da eficiência do sistema pela pesquisa dos indicadores vírus HAdV, HAV, *E.coli* e ovos de helmintos, conforme recomendação do CONAMA.

E em todas as amostras do efluente dos biodigestores analisadas constatou-se uma redução microbiana de 90% a 99,99%. Confirmando a efetividade do sistema de saneamento descentralizado (biodigestores de base domiciliar). Importante registrar que naquela ocasião, em entrevista ao jornal da Prefeitura Municipal a Diretora da Escola local apresentou o depoimento de que após a instalação dos biodigestores na cidade os casos frequentes de diarreia infantil que impactava na frequência escolar foi reduzida. Estes resultados coincidem com os de outros trabalhos, como por exemplo em Guiné-Bissau- (GALLIA et al., 2015). Portanto a implementação de biodigestores de base domiciliar se mostrou efetivo na redução de bactérias e vírus entéricos em uma região vulnerável de área rural e pobre, colaborando ativamente com a melhoria na saúde humana, ambiental e animal. Provando ser uma boa alternativa ecológica para a implementação de saneamento básico descentralizado, devido ao seu custo baixo, facilidade na instalação e resultados de desinfecção microbiana satisfatórios (LANNA et al., 2019).

4.3 3º ESTUDO: Resultados e discussão do risco sanitário associado à proliferação de mosquitos vetores da Dengue e sua incidência nos Municípios M-1, M-2, M-2.2 e M-3 pela avaliação ambiental em 2022.

Ovos de mosquitos do *Aedes aegypti* foram encontrados nas três cidades de área urbana (M-1, M-2.1, M-3) e em um subdistrito (M-2.2), em escolas que apresentavam riscos sanitários: estavam próximos a córregos urbanos onde há o descarte de esgoto não tratado, não havia coleta seletiva na região, bairros mais pobres onde haviam lixos descartados de maneira imprudente (sacos de lixo abertos, lixos espalhados pela rua), e próximos a terrenos baldios. Segue as tabelas com os dados do monitoramento da oviposição

Tabela 4.1: Resultado do Monitoramento do *Aedes aegypti* pela busca ativa de ovos do vetor em escolas de cidades da Microrregião Médio Piracicaba e Microrregião dos Inconfidentes.

Microrregião do Médio Piracicaba Cidade do Municípios M-1		Microrregião dos Inconfidentes Cidades dos Municípios M-2(M-2.1 e M-2.2), M-3	
Município M-1	Quantidade de Ovos	Município M-2 e M-3	Quantidade de Ovos
Escola 01	0	Escola 01 - M-2.1	0
Escola 02	0	Escola 02 - M-2.1	1
Escola 03	2	Escola 03 - M-2.1	1
Escola 04	0	Escola 04 - M-2.1	0
Escola 05	0	Escola 05 - M-2.3	0
Escola 06	6	Escola 06 - M-2.3	0
Escola 07	0	Escola 01 - M-3	0
Escola 08	4	Escola 02 - M-3	1
Escola 09	0	Escola 03 - M-3	0
Escola 10	1	Escola 04 - M-3	0
Escola 11	1	Escola 05 - M-3	0
Escola 12	0	Escola 06 - M-3	0
TOTAL	14	TOTAL	3

Fonte: (AUTOR, 2022).

- Microrregião do Médio Piracicaba Cidade do Municípios M-1:

Escola 03, 2 ovos encontrados, está localizada em um bairro mais pobre e possui esgoto a céu aberto próximo a escola.

Escola 06, 6 ovos encontrados, está localizada no centro comercial do município, presença de muito lixo e pessoas aglomeradas.

Escola 08, 4 ovos encontrados, também está localizada no centro comercial, presença de muito lixo e pessoas aglomeradas.

Escola 10, 1 ovo encontrado, está localizada próximo a uma mata e havia muito entulho atrás da escola.

Escola 11, 1 ovo encontrado, está localizada próximo a uma mata onde houve queimada recente.

- Microrregião dos Inconfidentes Cidades dos Municípios M-2(M-2.1 e M-2.2), M-3

Escola 02 M-2.1, 1 ovo encontrado, está localizada ao lado de uma mata que é um parque municipal onde há também um córrego.

Escola 02 M-3, 1 ovo encontrado, está localizada em um bairro mais pobre e próximo de um córrego com esgoto a céu aberto.

Escola 03 M-3, 1 ovo encontrado, está localizada no centro comercial, presença de muito lixo, pessoas aglomeradas e também próximo a um córrego.

Conforme a detecção de ovos do mosquito *A. aegypti* em regiões riscos sanitários (esgoto a céu aberto, lixo, entulhos, pessoas aglomeradas) podemos afirmar que lugares assim são mais propensos a proliferação do mosquito, conseqüentemente maior dispersão de arbovírus, outros trabalhos possuem resultados semelhantes (BARRETO; BARRETO; SILVA, 2020; BRASIL, 2001). A identificação dos ovos pode ser feita a olho nu ou com o auxílio de uma lupa, e orientação sobre a morfologia específica nos manuais de identificação taxonômica do mosquito *A. aegypti*. Observa-se na Figura 4.1 o registro de ovos observados em uma das armadilhas (ovitrampas) amostradas. No Apêndice deste trabalho encontram-se, anexadas, outras figuras com fotos que registram os ovos do *A. aegypti* de armadilhas (ovitrampas) de outros locais amostrados nesta investigação.

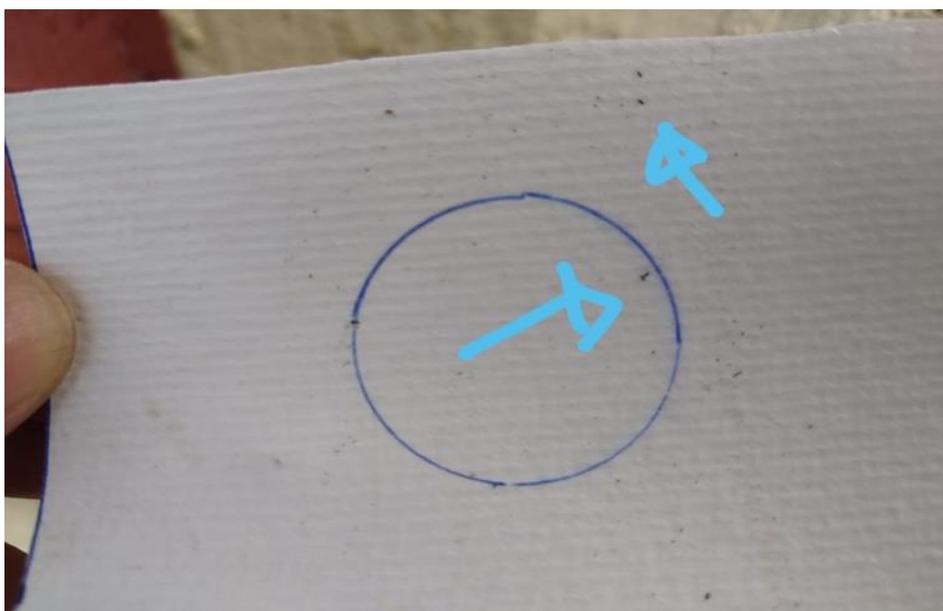


Figura 4.1: Ovos de *A. aegypti* encontrados na palheta da ovitrampa

Em maio e junho de 2022 quando esta investigação foi realizada na Microrregião Médio Piracicaba, MG e na Microrregião dos Inconfidentes, MG havia um surto considerável de

Dengue no Brasil incluindo o Estado de Minas Gerais. Os resultados das buscas ativas do *Aedes aegypti* pela detecção de ovos do vetor nas ovitrampas expostas nas escolas foram bem maiores na cidade M-1 da Microrregião do Médio Piracicaba (14 ovos em 12 escolas) em comparação com o número encontrado nas cidades M-2.1, M-2.3 e M-3 da Microrregião dos Inconfidentes (03 ovos em 12 escolas). Esses resultados da busca ativa do vetor mostram uma forte associação com maior incidência de dengue na cidade M-1 da Microrregião do Médio Piracicaba nos últimos anos em relação às cidades M-2.1, M-2.3 e M-3 da Microrregião dos Inconfidentes. Possivelmente a alta incidência de Dengue confirmada pela expressiva quantidade de vetores ativos na cidade M-1 esteja relacionada a alta taxa demográfica local da cidade M-1 (742,35 hab/km²) da Microrregião do Médio Piracicaba em relação às menores taxas demográficas das outras cidades M-2.1 (56,41 hab/km²), M-2.3 (33,29 hab/km²), M-3 (45,40 hab/km²) da Microrregião dos Inconfidentes analisadas. A maior taxa demográfica implica na produção de mais resíduos, esgotamentos domésticos e lixos. Embora tenha havido considerável investimento em saneamento básico em vários municípios dessas regiões provavelmente ainda não seja suficiente. Há varias evidencias sobre a correlação de maior proliferação de vetores de doenças coletivas em áreas de baixo saneamento ambiental e consequentemente aumento nos índices de casos das doenças correspondentes como é o caso do *Aedes aegypti* associado à Dengue e demais arboviroses (TEIXEIRA et al., 2014) (VENTURA; AZEVEDO LOPES, 2017) (XAVIER et al., 2017).

4.4 4º ESTUDO – APLICAÇÃO EXTENSIONISTA - A: Resultados e discussão da conscientização das Comunidades e Escolas no Enfrentamento das Doenças Coletivas para maior adesão às Medidas Sanitárias.

Trabalhos semelhantes de âmbito educacional para conscientização das comunidades se mostraram efetivos na diminuição dos casos positivos de arboviroses (LIMA; SANTANA; PAIVA, 2015; SANTOS, 2021). Para este trabalho em questão não foi possível coletar dados que comprovem a efetividade das ações educativas na diminuição de casos positivos, mas foi possível observar o entusiasmo e curiosidade das crianças que participaram em aprender e querer disseminar o conhecimento adquirido. Observa-se na Figura 4.2 e Figura 4.3 algumas ações educacionais. Na Figura 4.4 e na Figura 4.5, observa-se o Kit pedagógico e camisa feita para usar nas ações.



Figura 4.2: Ações extensionistas de caráter educativo na APAE.



Figura 4.3: Apresentação do KIT pedagógico em escolas e em eventos comunitários.



Figura 4.4: KIT educativo de combate aos mosquitos *A. aegypti* e *A. albopictus*.



Figura 4.5: Camisa feita para usar em ações.

4.5 4º ESTUDO – APLICAÇÃO EXTENSIONISTA - B: Resultados e discussão da estratégia para subsidiar as Ações de Controle dos Setores Municipais de Vigilância Epidemiológica referente às doenças estudadas

A partir dos mapas e dados fornecidos à secretaria municipal de vigilância em saúde, foi possível que realizassem melhores estratégias e planos de ações mais efetivos, baseados em dados e mapas temáticos, facilitando a visualização e compreensão da dispersão das doenças nas regiões, como já feito em outro trabalho.(NETO et al., 2014).

5 CONCLUSÃO

Os trabalhos realizados mostraram a importância e a necessidade de estudos sobre saúde coletiva voltados para populações vulneráveis, ou seja, a aplicação de novas tecnologias laboratoriais em prol da melhoria social dessas comunidades. Observou-se, também, a importância dos trabalhos colaborativos entre universidade com as secretarias municipais de saúde, secretarias municipais de assistência social e secretarias municipais de educação, fortalecendo a qualidade dos seus serviços. Além disso, os trabalhos de pesquisa laboratorial realizados fortaleceram a aprendizagem dos alunos referente às disciplinas formativas. E as ações extensionistas complementares ofereceram ao aluno e demais bolsistas participantes do projeto a oportunidade de vivenciarem a aplicação dos conhecimentos acadêmicos para a contribuição social e novas possibilidades de mercado de trabalho no âmbito da Saúde Pública para atuação como futuros profissionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACIOLI, Ridelaine Veiga. **O uso de armadilhas de oviposição (ovitampas) como ferramenta para monitoramento populacional do *Aedes spp* em bairros do Recife.** Dissertação apresentada ao Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães; Fundação Oswaldo Cruz, Recife, 2006. Disponível em <<https://www.cpqam.fiocruz.br/bibpdf/2006acioli-rv.pdf>>.

BARRERA, Roberto. *Considerations for Disrupting Dengue Virus Transmission; Ecology of *Aedes aegypti* and Current (Nongenetic) Methods of Control.* **Genetic Control of Malaria and Dengue**, [s.l: s.n.], p. 103–124, 2016.

BARRETO, E. B.; BARRETO, E. F.; SILVA, C. DE O. *Geografia da saúde: uma abordagem da distribuição de doenças arbovirose.* **Diversitas Journal**, v. 5, n. 4, p. 2608–2621, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Dengue instruções para pessoal de combate ao vetor: manual de normas técnicas.** 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 2001.

BRASIL. Ministério das Cidades. Política Nacional de Desenvolvimento Urbano. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-urbano/politica-nacional-de-desenvolvimento-urbano>>. Acesso em: 18 jun. 2022a.

Esgotamento Sanitário. **Saneouro**, 2022 Disponível em: <<http://www.saneouro.com.br/esgotamento-sanitario/>>. Acesso em: 14 jun. 2022b.

Real-Time RT-PCR diagnostic panel for emergency use only. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Revision**, v. 3, p. 0, 2020.

CHERNICHARO, C. A. DE L.; ARAÚJO, J. MOTA FILHO, C. R.; BRESSANI-RIBEIRO, T.; CHAMHUM-SILVA, L.; LEAL, C. D.; LEROY, D. F.; MACHADO, E. C.; CORDERO, M. F. S.; AZEVEDO, L.; FERNANDES, L. de A.; LEÃO, T. L.; LAGUARDIA, F.; REIS, M. T. de P.; MELO, M. C. AYRIMORAES, S. Monitoramento do esgoto como ferramenta de vigilância epidemiológica para controle da COVID-19: estudo de caso na cidade de Belo Horizonte. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 26, n. 4, p. 691–699, ago. 2021.

CLIMATE DATE. **Dados climáticos para cidades mundiais.** Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

COMITÊ TÉCNICO ISO/TC 34, PRODUTOS ALIMENTÍCIOS , SUBCOMITÊ SC 9, M. **Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the detection of Salmonella spp.** ISO 6579. **Anais...2002** Disponível em: <<https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:6579:ed-4:v1:en>>

COOKSON, M. D.; STIRK, P. M. R. **Caderno de Orientações Teórico-Prático-Pedagógicas AETRAPP - Monitoramento Cidadão de Focos de Mosquitos Aedes.** [s.l: s.n.].

EATON, A. D.; FRANSON, M. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 23. ed. [s.l.] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 2005.

FERREIRA, P. D. S. F.; MOTTA, P. C.; SOUZA, T. C. de; Silva, T. P. da; OLIVEIRA, J. F.; SANTOS, A. S. P. *Avaliação preliminar dos efeitos da ineficiência dos serviços de saneamento na saúde pública brasileira.* Revista Internacional de Ciências, v. 6, n. 2, 22 dez. 2016.

FLOSS, M. FRANCO, C. M.; MALVEZZI, C.; SILVA, K. V.; COSTA, B. dos R.; Silva, V. X. de L.; WERRERIA, N. S.; DUARTE, D. R. A pandemia de COVID-19 em territórios rurais e remotos: perspectiva de médicas e médicos de família e comunidade sobre a atenção primária à saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 36, n. 7, 2020.

FOCKS, D. A.; BRENNER, R. J.; HAYES, J.; DANIELS, E. *Transmission thresholds for dengue in terms of Aedes aegypti pupae per person with discussion of their utility in source reduction efforts.* The American journal of tropical medicine and hygiene, v. 62, n. 1, p. 11–18, jan. 2000.

FONGARO, G. ROGOVSKI, P.; SAVI, B. P.; CADAMURO, R. D.; PEREIRA, FJ.; SANT'ANNA, I. H.; RODRIGUES, I.; SOUZA, D. S.; SARAIVA, E. G. T.; RODRIGUEZ-LAZARO, D.; LANNA, M. C. S.; *SARS-CoV-2 in Human Sewage and River Water from a Remote and Vulnerable Area as a Surveillance Tool in Brazil.* Food and Environmental Virology, 2021.

Fretas, R. Dengue: Minas Gerais registra em 2022 mais da metade das mortes de todo ano passado. G1.globo.com. Abril de 2022.

GALLIA, A.; VERONESI, D.; EMBALÓ, U. S.; PONGIGLIONE, F.; ADANI, F.; SCHIEVANO, A. *Domestic low-tech anaerobic digesters in Guiné-Bissau: a bench-scale*

preliminary study on locally available waste and wastewater. Environment, Development and Sustainability, v. 17, n. 5, p. 1227–1241, 2015.

ROSEN, G. — *A History of Public Health.* Population, v. 13, n. 4, p. 741, 1958.

GUERRERO-LATORRE, L.; BALLESTEROS, I.; VILLACRÉS-GRANDA, I.; GRANDA, M G.; FREIRE-PASPUEL, B.; RÍOS-TOUMA, B.; *SARS-CoV-2 in river water: Implications in low sanitation countries.* Science of The Total Environment, v. 743, p. 140832, 2020.

HELLER, L.; MOTA, C. R.; GRECO, D. B. *COVID-19 faecal-oral transmission: Are we asking the right questions?* Science of The Total Environment, v. 729, p. 138919, ago. 2020.

HERNROTH, B. E. CONDÉN-HANSSON, A. C.; REHNSTAM-HOLM, A. S. GIRONES, R.; ALLARD, A. K. *Environmental factors influencing human viral pathogens and their potential indicator organisms in the blue mussel, Mytilus edulis: the first Scandinavian report.* Applied and environmental microbiology, v. 68, n. 9, p. 4523–4533, set. 2002.

IBGE. **Cidades e Estados**, 2022. Disponível em: <<https://ibge.gov.br/cidades-e-estados>>. Acesso em: 13 jun. 2022.

Instituto Butantan, 2022: <https://butantan.gov.br/noticias/veja-como-se-prevenir-da-dengue--numero-de-casos-em-2022-ja-e-maior-que-o-total-de-2021>, publicado em 12/05/2022)

JAIRNILSON S. PAIM, N. DE A. F. *Collective health: a “new public health” or field open to new paradigms?* Journal of Public Health, v. 32, n. 4, p. 299–316, 1998.

Johnson, L.; Guttridge, K.; Parkes, J.; Roy, A.; Plugge, E. *Scoping review of mental health in prisons through the COVID-19 pandemic.* BMJ Open: 11, 2021

JOTHIKUMAR, N.; ROBERTSON, B.; MENG, X.; HILL, V. *A broadly reactive one step real-time RT-PCR assay for rapid and sensitive detection of Hepatitis E virus.* Journal of virological methods, v. 131, p. 65–71, 1 fev. 2006.

KATAYAMA, T. *Subspace Methods for System Identification.* **London: Springer**, London, 2005.

LANNA, M. C. DA S. RODRIGUEZ-LAZARO, D.; FONGARO, G.; SANT'ANNA, I. H.; RESENDE, L. T.; VIANCELLI, A.; MICHELON, W.; CARVALHO, S. V.; REIS, D. A.; SALLES, L. A. F.; FERREIRA, C. S.; CHAGAS, I. A.; HERNÁNDEZ, M.; TREICHEL, H.

Household-based biodigesters promote reduction of enteric virus and bacteria in vulnerable and poverty rural area. Environmental Pollution, v. 252, p. 8–13, 2019.

LEWIS, G. D.; METCALF, T. G. *Polyethylene glycol precipitation for recovery of pathogenic viruses, including hepatitis A virus and human rotavirus, from oyster, water, and sediment samples.* Applied and environmental microbiology, v. 54, n. 8, p. 1983–1988, ago. 1988.

LIMA, N. T.; SANTANA, J. P.; PAIVA, C. H. A. **Saúde coletiva: a Abrasco em 35 anos de história.** [s.l: s.n.].

MASSA, K. H. C.; CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. *Saneamento básico e saúde autoavaliada nas capitais brasileiras: uma análise multinível.* Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 23, 2020.

ERMELINDO, B.; RESENDE, M. C.; EIRAS, A. E.; JÚNIOR, P. C. D. *Evaluation of the baited ovitrap with natural attractant for monitoring Aedes spp . in Dili , capital of East Timor.* **Collective Health Science** p. 665–672, 2020.

NETO, V.; CHIARI, N. S. C.; CARVALHO, I.; PISA, I. T. Artigo Original Desenvolvimento e Integração de Mapas Dinâmicos Georreferenciados para o Gerenciamento e Vigilância em Saúde Developing and Integration of Georeferencing Dynamic maps to Health Surveillance. v. 6, n. 1, p. 3–9, 2014.

NUGEM, R. DE C. *Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) em Porto Alegre - RS.* Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2015. Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/127980>>.

PASTERNAK, S. Habitação e saúde. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 86, p. 51–66, abr. 2016.

PECCIA, J.; ZULLI, A. BRACKNEY, D. E.; GRUBAUGH, N. D.; KAPLAN, E. H.; MASSANA, A. C.; KO, A. I.; MALIK, A. A.; WANG, D.; WANG, M.; WEINBERGER, D. M.; OMER, S. B. *SARS-CoV-2 RNA concentrations in primary municipal sewage sludge as a leading indicator of COVID-19 outbreak dynamics.* **medRxiv**, v. 1, n. 203, p. 2020.05.19.20105999, 2020.

PEREIRA, R.J.; NASCIMENTO, G.N.L.do; GRATÃO, L.H.A.; PIMENTA, R.S.. *The risk of*

COVID-19 transmission in favelas and slums in Brazil. Public Health, v. 183, p. 42–43, jun. 2020.

PINA, S.; PUIG, M.; LUCENA, F.; JOFRE, J.; GIRONES, R. *Viral Pollution in the Environment and in Shellfish: Human Adenovirus Detection by PCR as an Index of Human Viruses*. Applied and Environmental Microbiology, v. 64, n. 9, p. 3376–3382, 1998.

PRÜSS-ÜSTÜN, A.; BOS, R.; GORE, F.; BARTRAM, J.. Safer water, better health. **World Health Organization**, p. 53, 2008.

PRÜSS-ÜSTÜN, A.; WOLF, J.; CORVALÁN, C. F.; BOS, R.; NEIRA, M. P.. *Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks*. Geneva PP - Geneva: World Health Organization, 2016.

R.W.FAY AND DONALD A ELIASON. **A Preferred Oviposition Site as a Surveillance Method for Aedes Aegypti** *Mosquito News*, 1966. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/content/part/JAMCA/MN_V26_N4_P531-535.pdf>

RAMOS, J. G. G. Assembléia nacional constituinte. **Folha Acadêmica**, v. 57, 1985.

ROLNITSKY, A.; KIRTSMAN, M.; GOLDBERG, H. R.; DUNN, M.; BELL, C. M. *The representation of vulnerable populations in quality improvement studies*. International journal for quality in health care : journal of the International Society for Quality in Health Care, v. 30, n. 4, p. 244–249, 2018.

SANTOS, G. A. A. C. DOS. Efetividade da Visita Casa-A-Casa do Agente de Combate Às Endemias No Controle Do Vetor Da Dengue. 2021. Tese de doutorado, UNESP.. Disponível em < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/214793>>

Organização Pan-americana da Saúde. **Atlas de Desenvolvimento Sustentável e Saúde. Brasil: 1991 a 2010**. [s.l: s.n.].

SCHLINDWEIN, A. D.; RIGOTTO, C.; SIMÕES, C. M. O.; BARARDI, C. R. M. Detection of enteric viruses in sewage sludge and treated wastewater effluent. **Water Science and Technology**, v. 61, n. 2, p. 537–544, 1 jan. 2010.

TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, G. S.; VIALI, A. M.; MUNIZ, S. S. *Estudo do impacto das*

deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 19, n. 1, p. 87–96, mar. 2014.

UmSoPlaneta.Globo(<https://umsoplaneta.globo.com/sociedade/noticia/2022/04/02/agencia-da-onu-faz-alerta-sobre-pandemia-de-arbovirus.ghtml>)

UFG - UNIVERSIDADE FEDERAL DO GOIÁS. **Saiba a diferença entre saúde coletiva e saúde pública**, 2015. Disponível em: <<https://www.ufg.br/n/82100-saiba-a-diferenca-entre-saude-coletiva-e-saude-publica>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

VENTURA, G. K. A.; LOPES, F. W. A. Infraestrutura de saneamento básico e incidência de doenças associadas: uma análise comparativa entre Belo Horizonte e Ribeirão das Neves - Minas Gerais /Sanitation infrastructure and associated diseases: a comparative analysis between Belo Horizonte (...). **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 51, p. 788, 11 out. 2017.

WURTZER, S.; MARECHAL, V.; MOUCHEL, J. M.; MADAY, Y.; TEYSSOU, R. R.; RICHARD, E.; ALMAYRAC, J. L.; MOULIN, L. *Evaluation of lockdown effect on SARS-CoV-2 dynamics through viral genome quantification in waste water, Greater Paris, France, 5 March to 23 April 2020.* **Eurosurveillance**, v. 25, n. 50, 2020.

XAVIER, D. R.; MAGALHÃES, M. A. F. M.; GRACIE, R.; REIS, I. C.; MATOS, V. P.; BARCELLOS, C. Difusão espaço-tempo do dengue no Município do Rio de Janeiro, Brasil, no período de 2000-2013. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 2, 2017.

ANEXO

Fotos de ovitrampas confeccionadas e instaladas

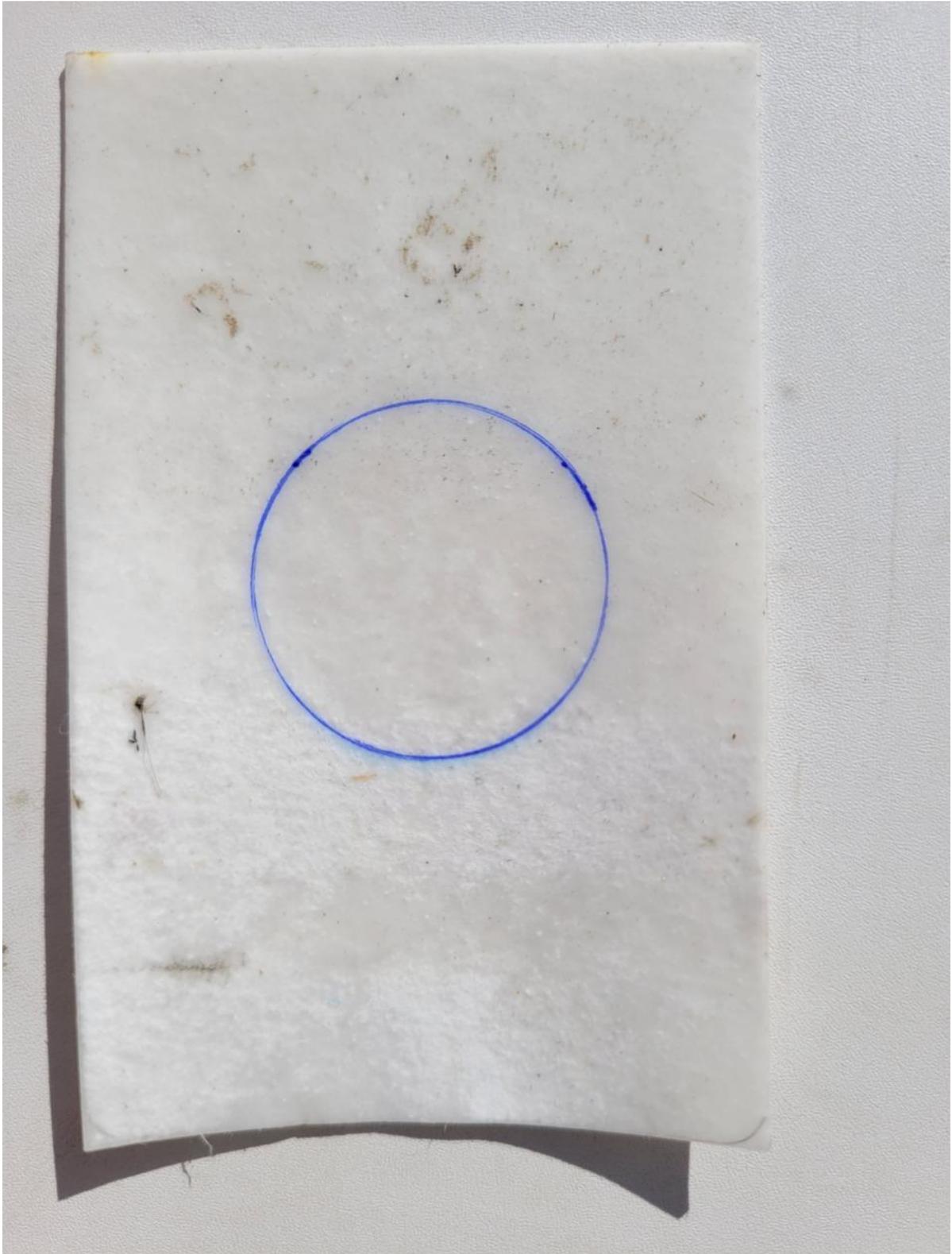


Ovitrampa instalada 01.



Ovitrapas confeccionadas 02.

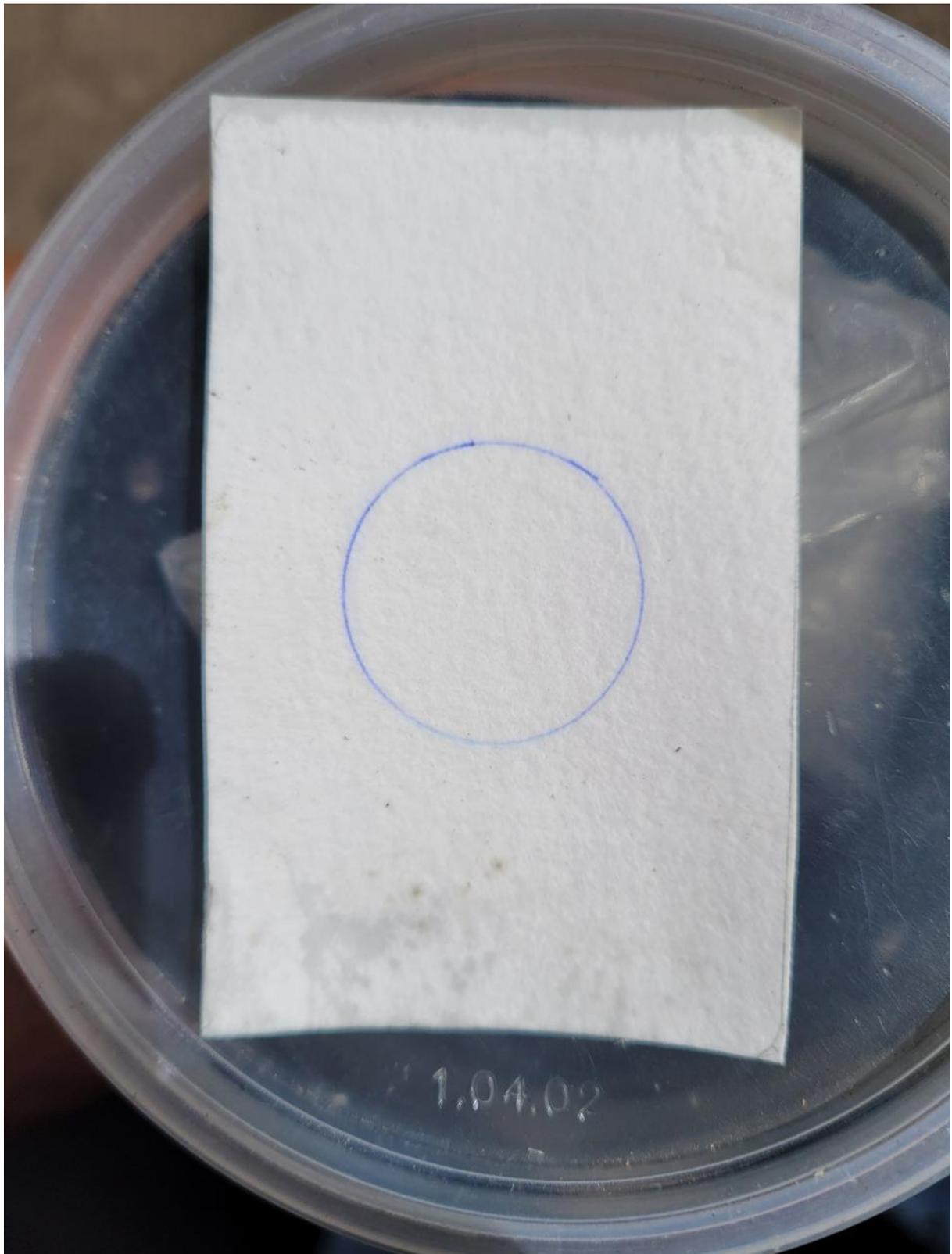
Palhetas coletadas



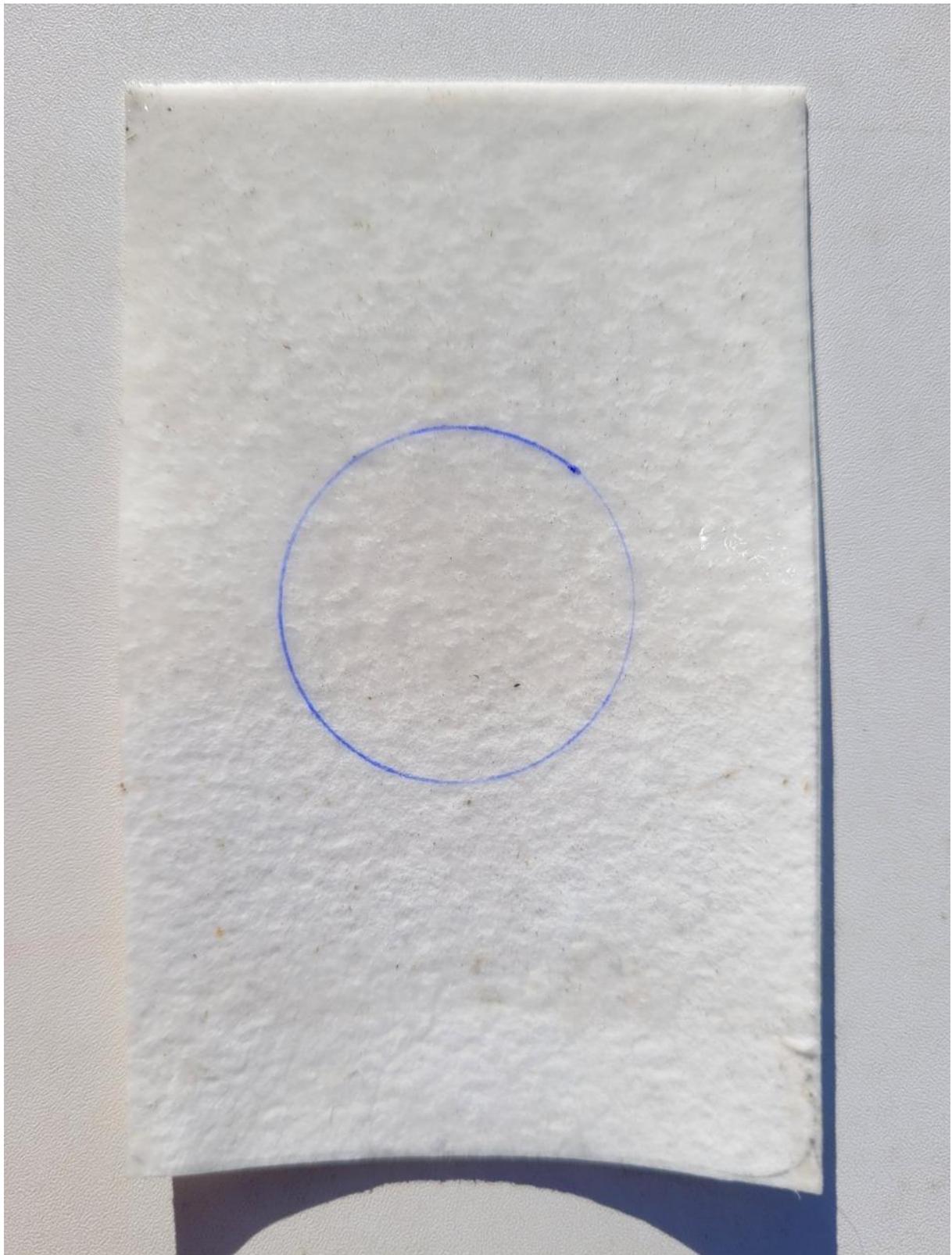
Palheta de oviposição 01.



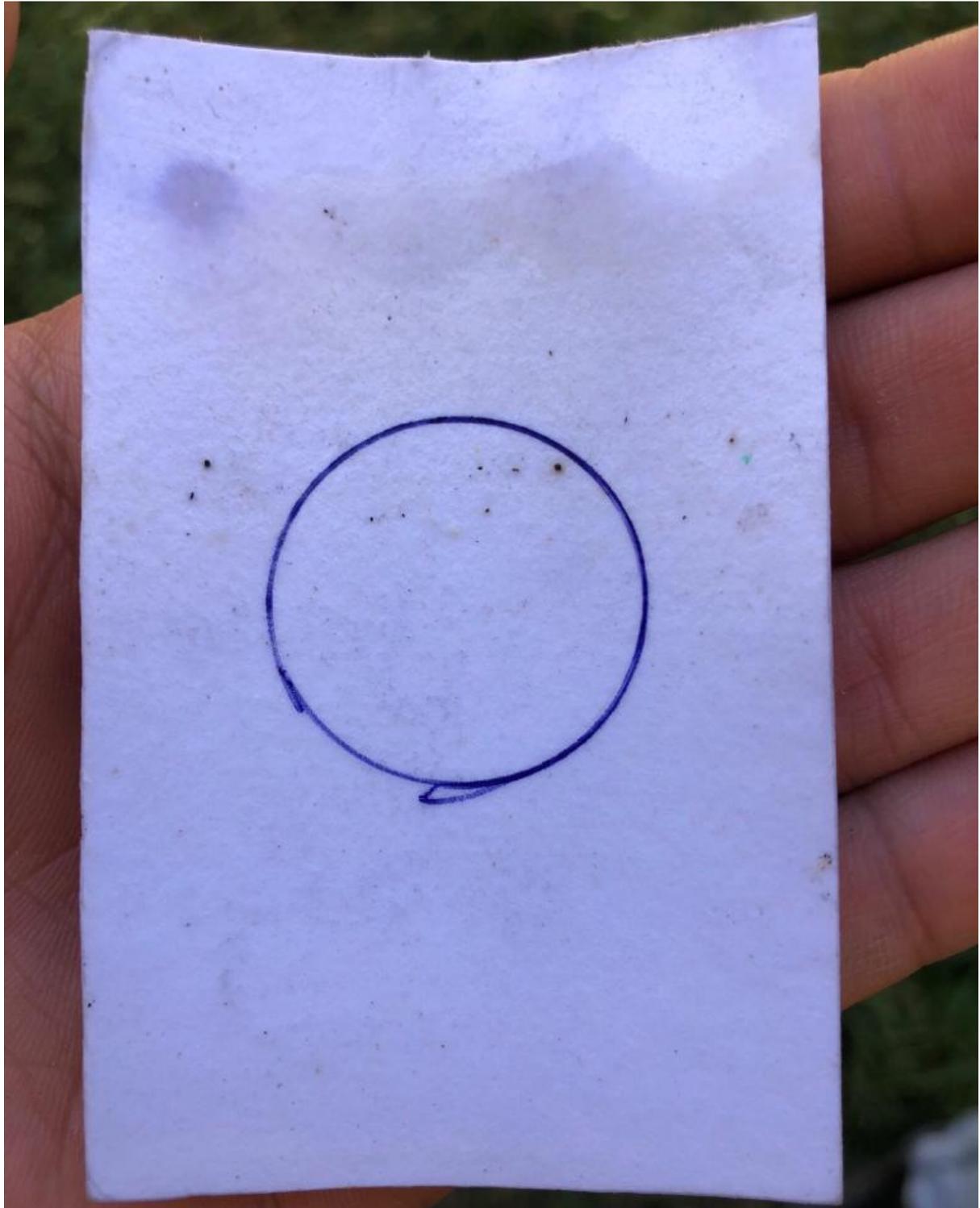
Palheta de oviposição 02.



Palheta de oviposição 03.



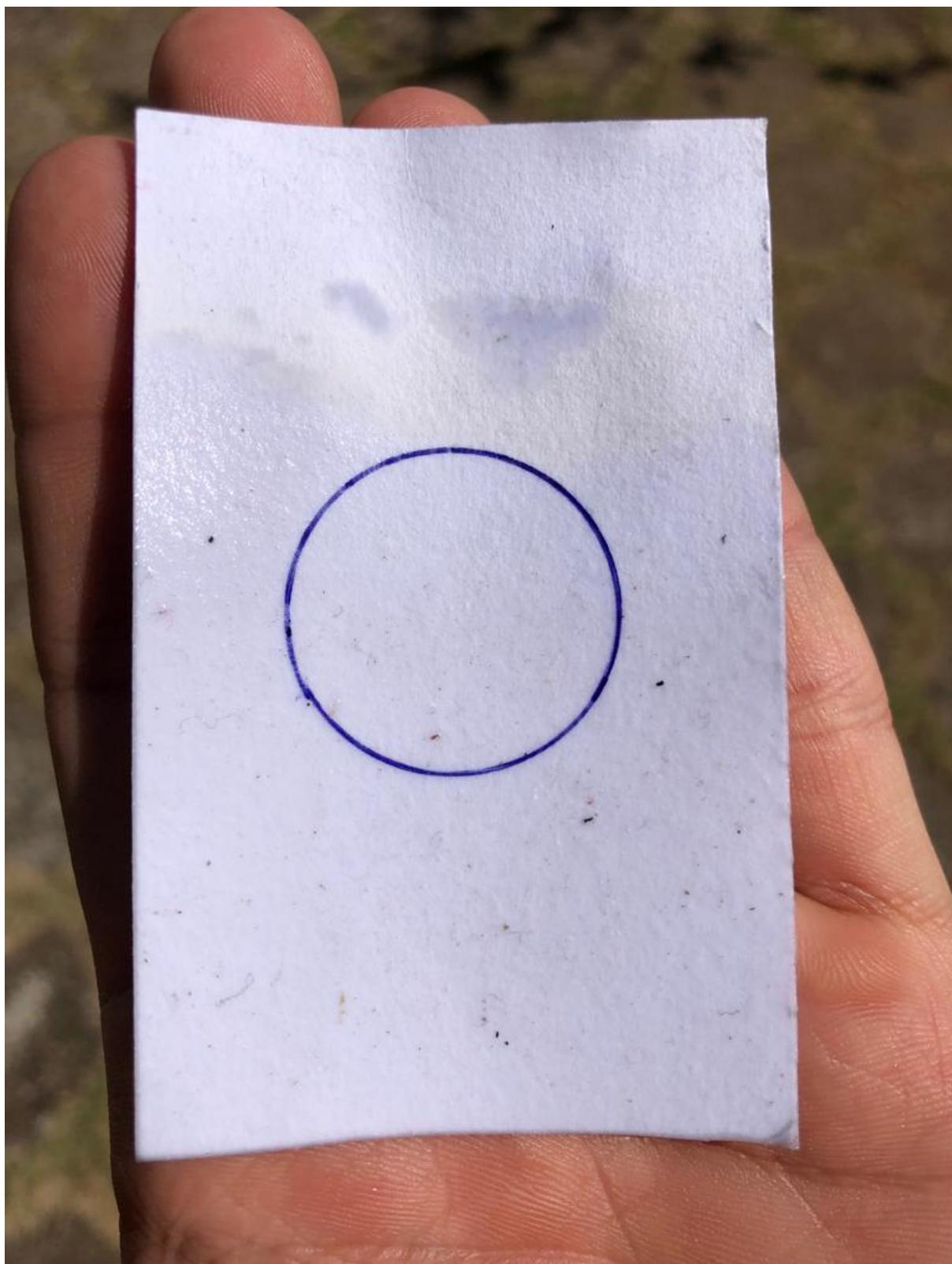
Palheta de oviposição 04.



Palheta de oviposição 05.



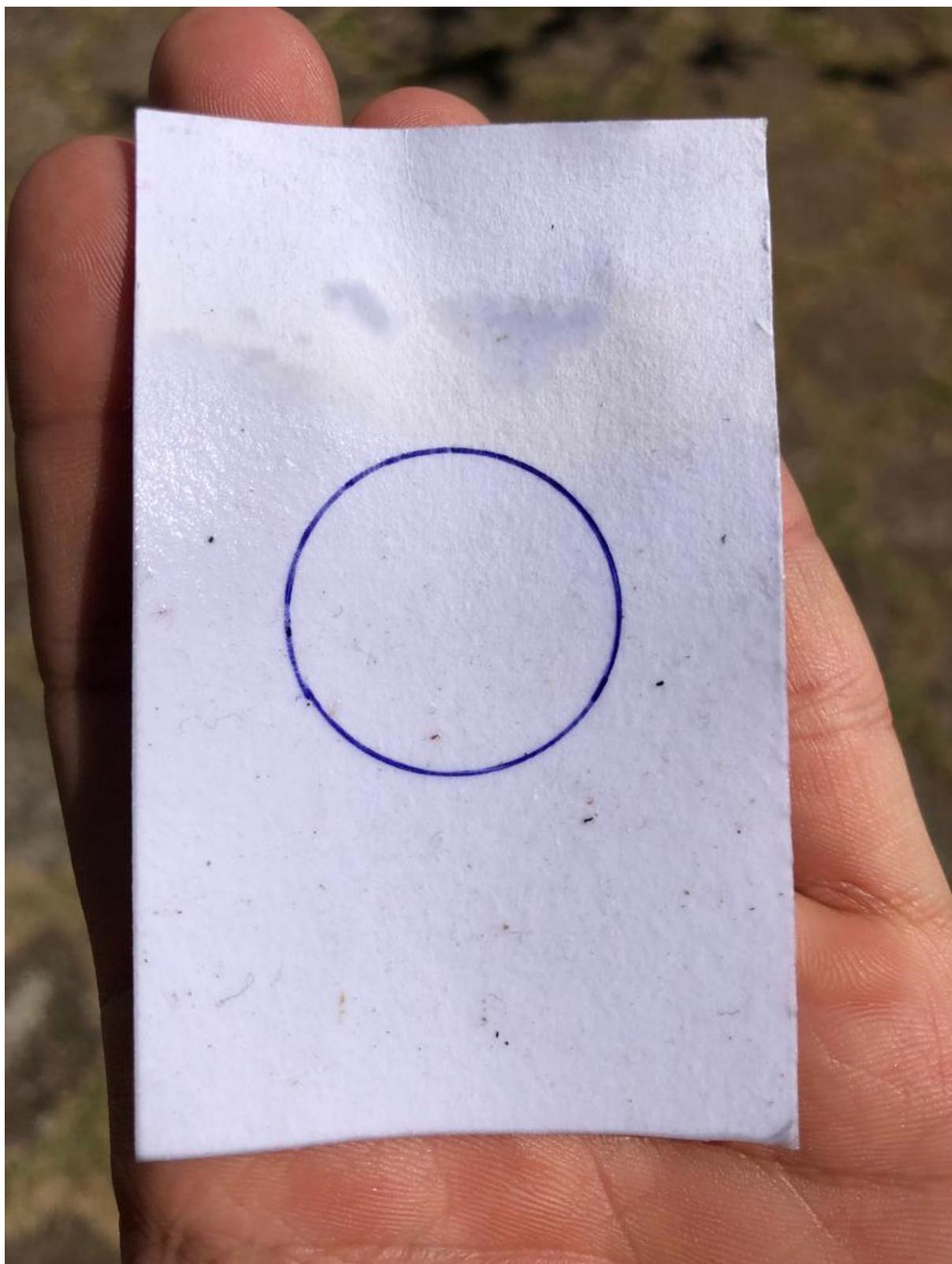
Palheta de oviposição 06.



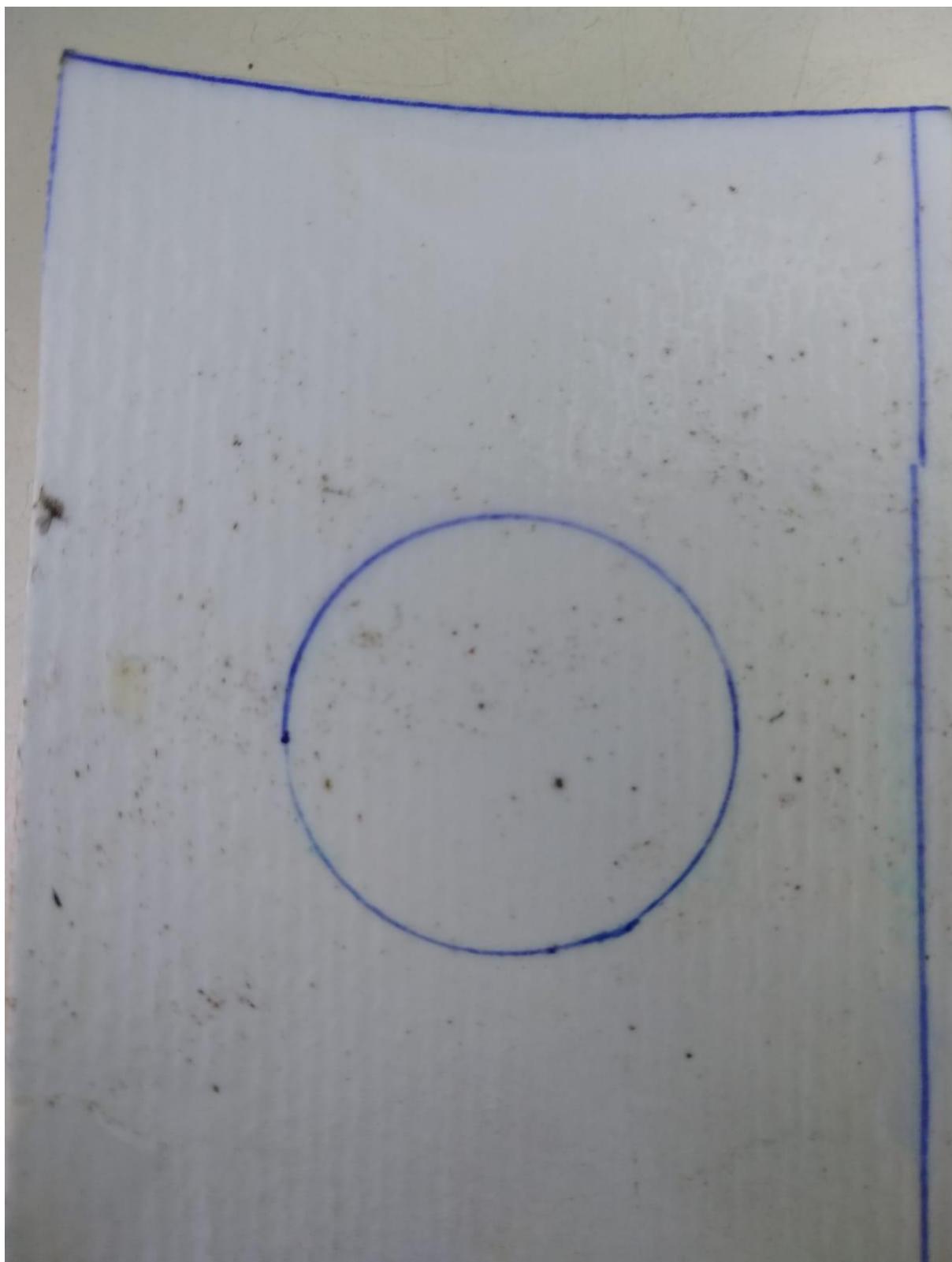
Palheta de oviposição 07.



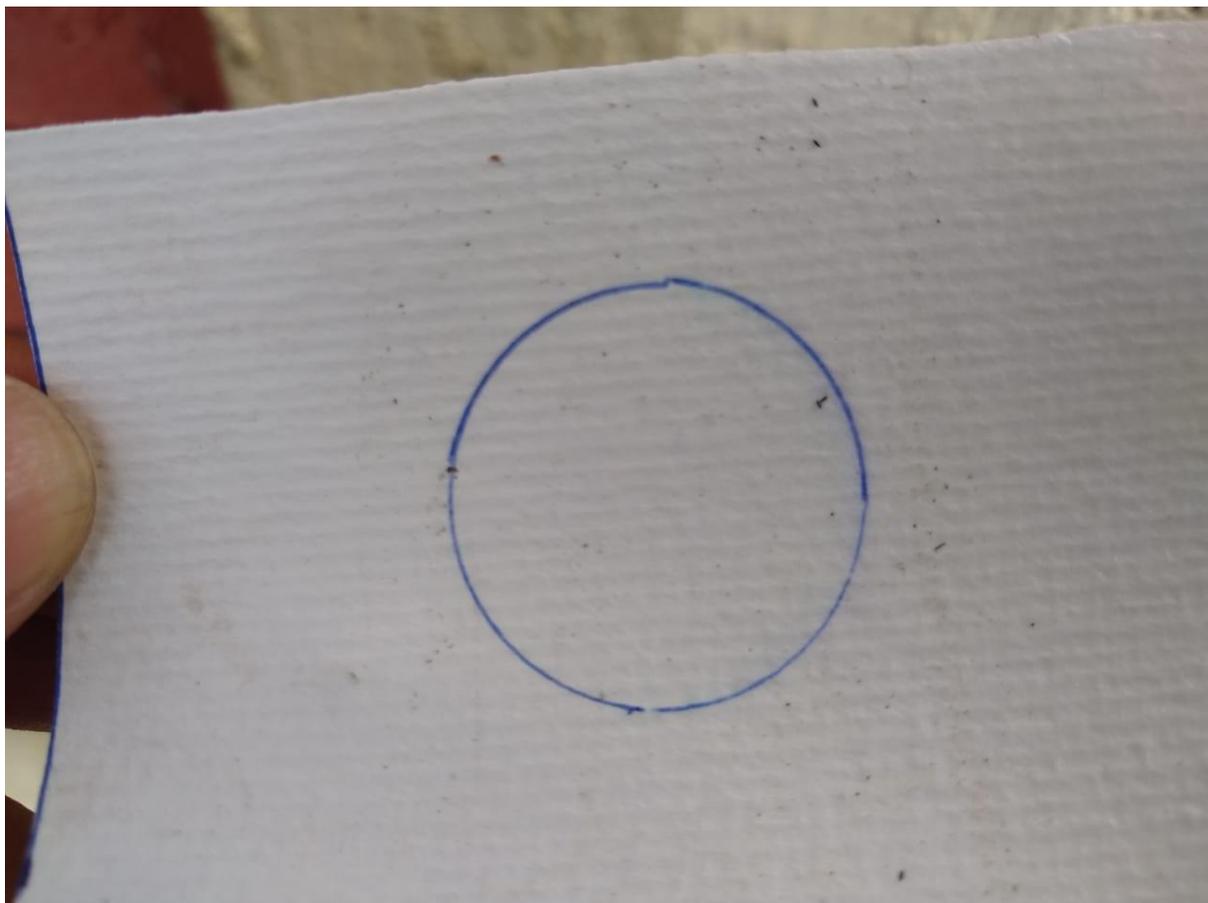
Palheta de oviposição 08.



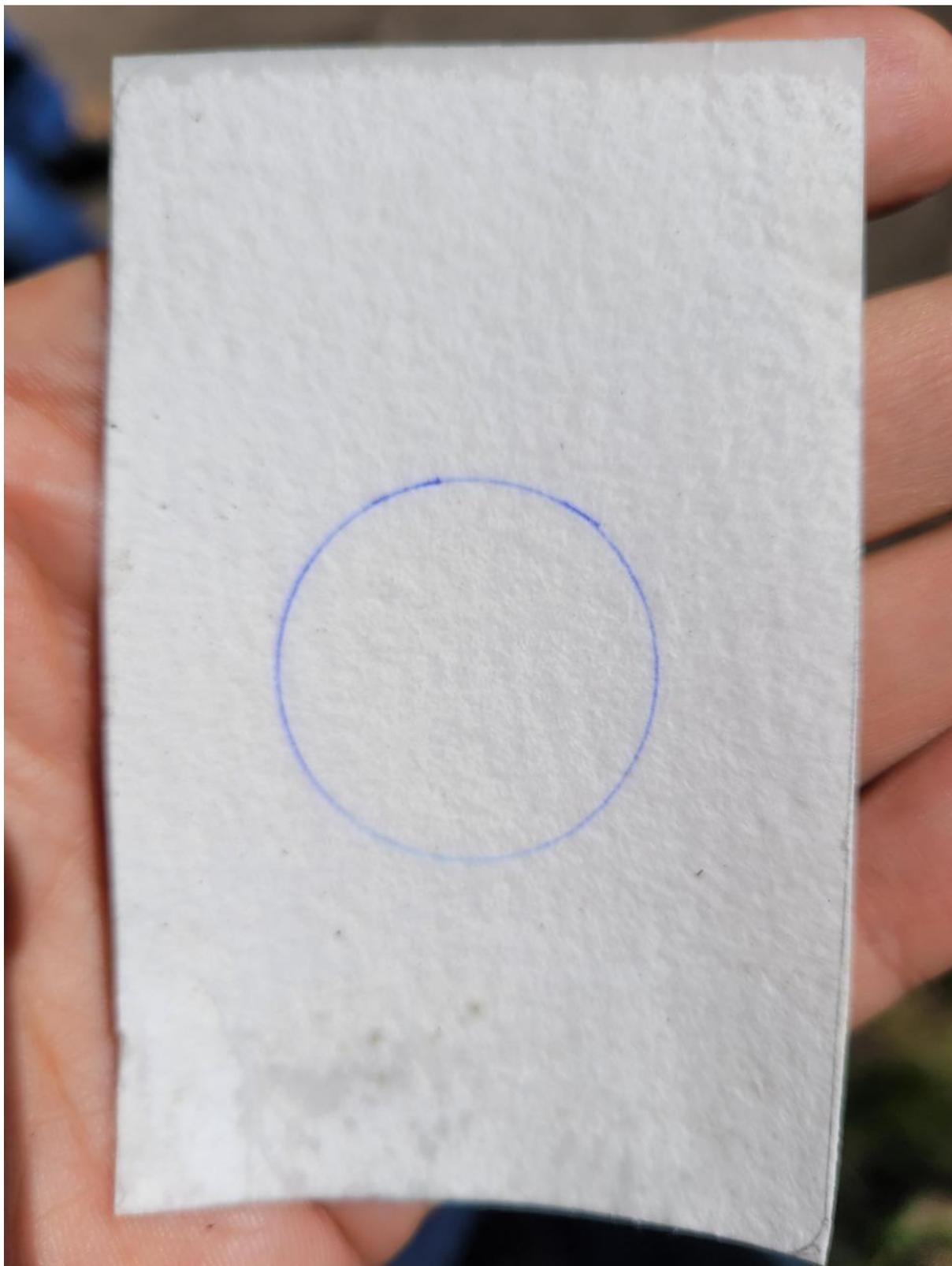
Palheta de oviposição 09.



Palheta de oviposição 10.



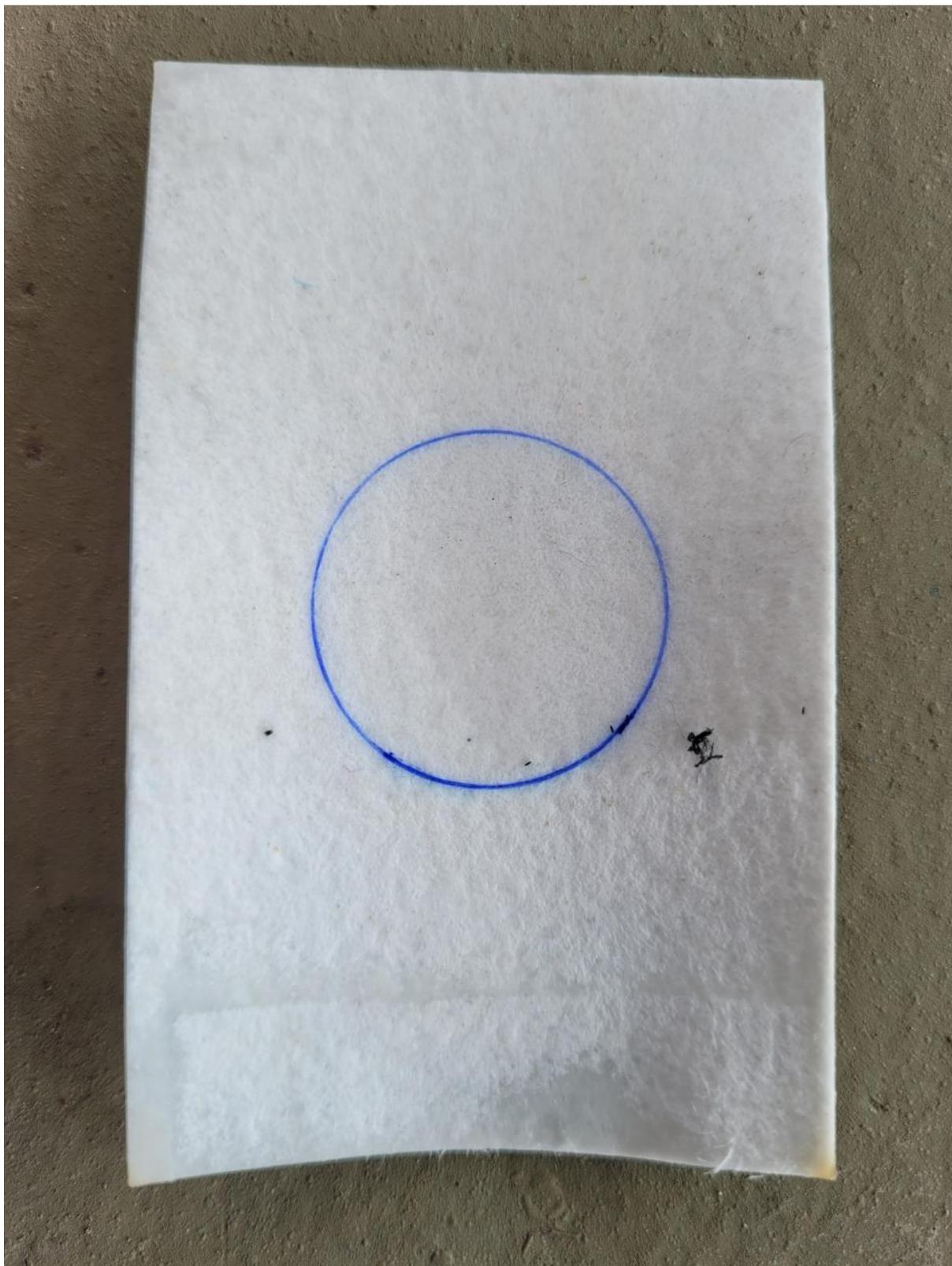
Palheta de oviposição 11.



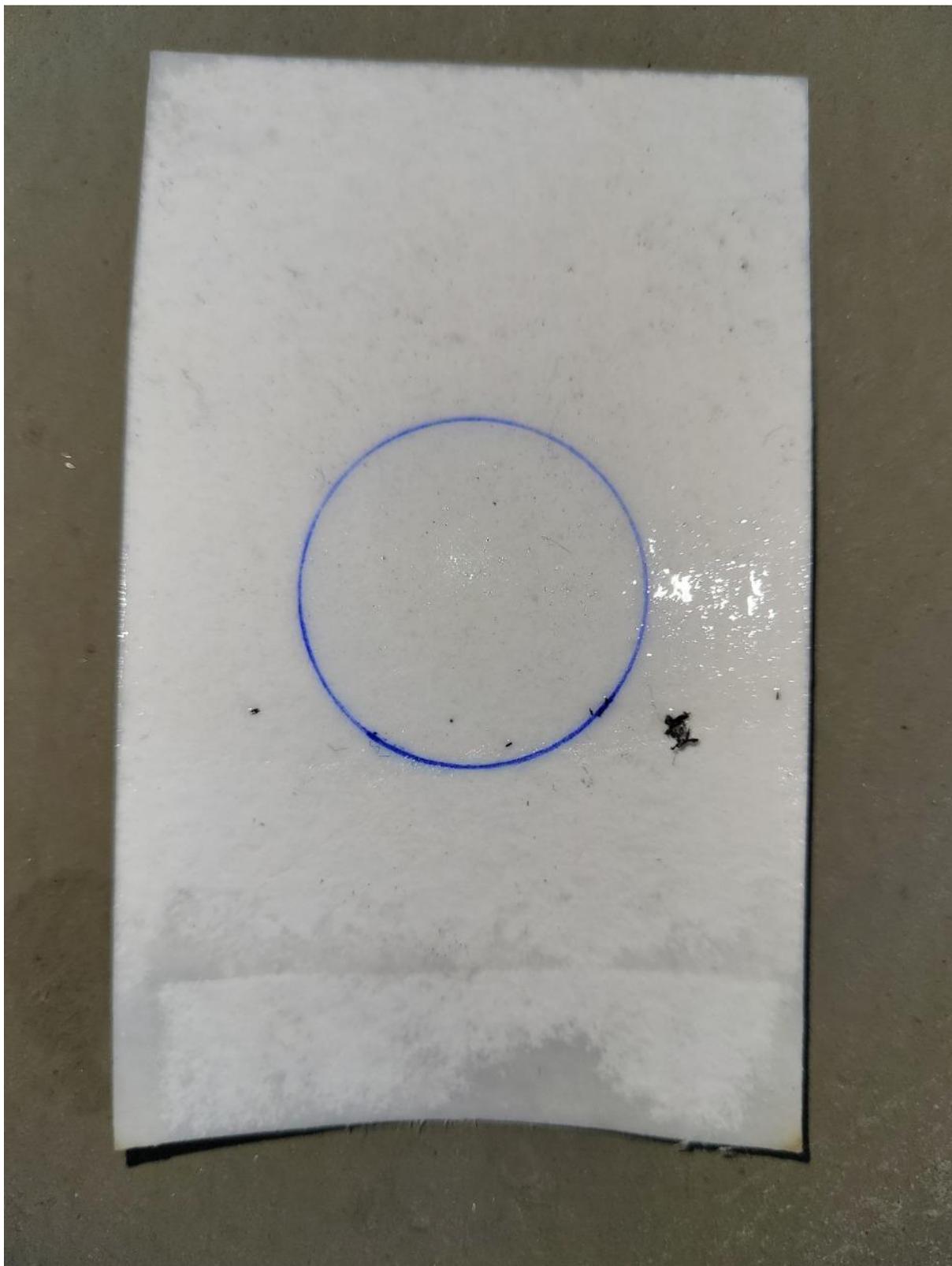
Palheta de oviposição 12.



Palheta de oviposição 13.



Palheta de oviposição 14.



Palheta de oviposição 15.

Fotos das ações educativas



Ação educativa 01.



Ação educativa 02.



Ação educativa 03.