

Artigo Científico

MODIFICAÇÃO MECÂNICA DE UM ASPIRADOR DE PÓ CONVENCIONAL EM ASPIRADOR ENTOMOLÓGICO PARA ISOPTERA

Mechanical Modification of a Conventional Vacuum Cleaner into an Entomological Vacuum Cleaner for Isoptera

Lívia Rezende Lima¹, Weldeson Henrique de Sá Cavalcanti¹, Carlos Moraes Jatobá Barreto Junior¹, Rhuan Carvalho Silva^{1*}

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *campus* Paulo Afonso, CEP 48607-000, Paulo Afonso, Bahia, Brasil.

Submetido em: 30.03.2022; Aceito em: 19.10.2022; Publicado em: 28.10.2022.

*Autor para correspondência: rhuan_silva@ifba.edu.br

Resumo: Tendo em vista que os térmitas são insetos com vasta importância e impacto ecológico, econômico e social, seus estudos são fundamentais. Para a realização destas investigações são necessárias coletas que englobem diversas colônias e espécies, entretanto, os métodos predominantes são ineficazes, porquanto são incapazes de coletar vastas quantidades de espécimes, além de degradar os insetos adquiridos. Nesse viés, o presente projeto propõe a modificação mecânica de um aspirador de pó convencional em um aspirador entomológico para captura de Isoptera, visando propiciar a ampla amostragem de cupins para posteriores estudos. Para tanto, foram efetuados desenhos técnicos, buscando facilitar a elaboração do novo equipamento. Foi utilizada a metodologia Bibliográfica Aplicada, mediante investigação teórica e realização de atividades práticas, tais como, registro de imagens, efetivação dos desenhos com o AutoCAD, realização da plotagem 3D em ABS do novo reservatório, modificação do filtro do antigo aparelho e execução de verificações práticas. Ademais, uma nova tela de aço inox foi adicionada ao projeto. Diante disso, foi proposto um equipamento leve, fácil e mais acessível para sucção vasta de cupins, permitindo a realização de uma coleta mais prática, além de uma melhor separação e conservação dos espécimes, e, contribuindo para a efetivação de melhores estudos sobre os térmitas. Por fim, constatou-se que o aparelho escolhido foi compatível com o projeto, por possuir um bom espaço para armazenamento, uma boa abertura de sucção, clareza e precisão. Além disso, a utilização do programa CAD escolhido foi primordial para a criação dos desenhos de forma prática e com muitos detalhes, e os desenhos projetivos elaborados facilitaram a obtenção do aspirador entomológico.

Palavras-chave: amostragem, aparelho de sucção, térmitas, desenho técnico.

Abstract: Considering that termites are insects with vast ecological, economic, and social importance and impact, their studies are fundamental. For the accomplishment of these investigations, collections that encompass several colonies and species are necessary; however, the predominant methods are ineffective, as they are unable to collect vast amounts of specimens, besides degrading the acquired insects. In this context, the present project proposes the mechanical

modification of a conventional vacuum cleaner into an entomological vacuum cleaner for Isoptera capture, aiming to provide a large sample of termites for further studies. To this end, technical drawings were made to facilitate the elaboration of the new equipment. The Applied Bibliographical methodology was used, through theoretical research and practical activities, such as image registration, drawing with AutoCAD, 3D plotting in ABS of the new reservoir, modification of the filter of the old equipment, and practical verifications. Furthermore, a new stainless steel screen was added to the project. Therefore, light, easy, and more accessible equipment for large termite suction was suggested, allowing a more practical collection, as well as a better separation and conservation of the specimens, and, contributing to the accomplishment of better studies on termites. Finally, it was found that the chosen apparatus was compatible with the project, for having a good storage space, a good suction opening, clarity, and precision. Furthermore, the use of the chosen CAD program was primordial for the creation of the drawings practically and with many details, and the elaborated projective drawings facilitated the obtaining of the entomological vacuum cleaner.

Keywords: sampling, suction device, termites, technical drawing.

INTRODUÇÃO

Cupins são artrópodes cosmopolitas da subordem Isoptera encontrados principalmente em regiões tropicais e subtropicais, cuja alimentação, composta principalmente de materiais celulósicos e de uma variedade de elementos, como madeira, grama, húmus e lixo, ocorre devido a microrganismos que vivem em seu intestino posterior. (BATISTA *et al.*, 2020; FAJAR *et al.*, 2021; GIBB; OSETO, 2019; VASCONCELLOS; MOURA, 2010). Encontrados em abundância nos ambientes terrestres, majoritariamente nos tropicais e subtropicais, estes insetos possuem uma complexa organização social dividida em castas, sendo estas compostas por reprodutores primários (um rei e uma rainha), reprodutores secundários, soldados (que protegem a colônia) e operários (que fornecem alimento, constroem novos túneis e câmaras, e, cuidam da rainha que põe ovos), em que todas são cruciais à manutenção da colônia. Atualmente, são descritas cerca de 3 166 espécies de térmitas, cujo destaque se dá, principalmente, por serem pragas de madeira (BATISTA *et al.*, 2020).

Em relação à moradia, esses insetos constroem diversas categorias de ninhos, como arbóreos e subterrâneos, podendo atingir muitos metros de altura (GIBB; OSETO, 2019). Além disso, os cupins possuem grande impacto tanto na biodiversidade quanto na economia. Ecologicamente, eles conseguem de alterar o solo, modificando a disponibilidade de recursos para outros seres vivos, decompondo materiais vegetais, facilitando processos biológicos, e, inclusive, impactando a fixação de nitrogênio e a liberação de metano na atmosfera (SALES; DELABIE, 2019). Por outro lado, térmitas também são pragas, tanto agrícolas, danificando arroz, eucalipto e outras espécies, quanto na madeira, que ele facilmente deteriora. Já na esfera econômica, Khan e Ahmad (2018) destacaram que o controle dos danos causados por esses insetos acarreta gastos anuais no mundo de cerca de 40 bilhões de dólares. Por serem organismos capazes de elaborar ninhos nos postes, destroçar a madeira da instalação e causar curto-circuito, podem desgastar redes elétricas inteiras (ACIOLI; OLIVEIRA, 2013; FERNANDES, 2017). Além disso, algumas espécies de cupins liberam substâncias químicas voláteis que comprometem o sistema respiratório humano (GIBB; OSETO, 2019).

Devido à relevância e aos perigos dos insetos citados, estes são objeto de estudo de distintas áreas. São utilizados desde a área da investigação criminal, monitoramento da poluição ambiental e das condições de saúde em determinados espaços, até para entusiastas e colecionadores. Nesse sentido, para haver classificação de espécies e aprimoramento de pesquisas acerca do funcionamento e divisão de trabalho das colônias de térmitas, é necessária a execução de estudos entomológicos. Estes são realizados mediante coleta de ninhos e posterior transporte destes para laboratório, onde são fragmentados e os insetos retirados com pinças, pincéis ou aspiradores entomológicos. Para isso, as amostragens devem representar uma colônia, contendo um vasto número de espécimes representativas de cada casta. Ainda vivos, os térmitas devem ser fixados em álcool 80% e, periodicamente, trocado por outro mais limpo, já que os fragmentos de solo, madeira e do próprio ninho podem comprometer a integridade do material coletado. Assim, por um processo de flotação, essa subordem de insetos é averiguada e em seguida fixada, etiquetada e armazenada (CONSTANTINO, 2018). Nesse viés, o emprego de aspiradores entomológicos providos de motor pode otimizar o trabalho, visto que o equipamento, por suas propriedades eletromecânicas, é capaz de reduzir a interferência humana e o tempo gasto no processo, dado que, no método atual, com a necessidade de desintegração do ninho, muitos cupins sofrem fragmentação, sendo alguns destes por vezes únicos em sua colônia, comprometendo, assim, a precisão dos estudos, além de as amostragens apresentarem restos de ninho, areia, material vegetal, ou até mesmo sujeiras menores.

Embora seja descrita a utilização de aspiradores entomológicos para a realização da coleta, não foram encontrados na literatura equipamentos para a amostragem específica de cupins, apenas de artrópodes em geral, como pode ser observado *a posteriori*.

Atualmente, o aspirador mais comumente descrito na literatura e utilizado para amostragem de insetos, é o aspirador por sucção bucal (GIBB; OSETO, 2019; SCHAUFF, 2001; STEYSKAL *et al.*, 1986), conforme a figura 1A. Esse equipamento é confeccionado com um frasco de 25 mm de diâmetro e 120 mm de comprimento, com dois tubos de vidro de 80 mm e 130 mm de comprimento, uma rolha de borracha, um tubo flexível de borracha ou plástico e malha de tecido, como gaze, algodão ou elástico. O funcionamento desse aparelho ocorre por sucção bucal através de um dos tubos de vidro. Para reduzir o perigo de inalação de substâncias, o equipamento foi adaptado (Figura 1A), removendo-se o tubo de vidro de 130 mm substituindo-o por um acessório em forma de T, o qual é conectado a um tubo flexível em um dos braços. O braço oposto fica livre e a haste é inserida no frasco e coberta com uma tela, formando, assim, o aspirador tipo sopro. Para funcionar, o operador sopra pelo tubo flexível e o ar que passa pelo T cria um vácuo parcial no frasco, produzindo a sucção necessária para a coleta.

Gary e Lorenzen (1987) detalharam um dispositivo de vácuo para coleta de abelhas *Apis mellifera* L. feito a partir de um aspirador de pó automotivo de 12V, do tipo *Black & Decker CarVac*, modelo 9510 (figura 1B). Conforme o artigo, parte do aspirador original foi cortado e no lugar foi criado um colar adaptador de 40 mm de largura colado com cola Epóxi a uma placa adaptadora de acrílico, a qual tem 127 mm quadrados, com 6,4 mm de espessura. Para a passagem de ar, foi feito um furo de 38 mm de diâmetro na placa adaptadora e outras partes do equipamento foram confeccionadas de acrílico, colados com dicloreto de etileno. A câmara de vácuo transparente possui 230 mm de comprimento e 102 mm de diâmetro interior, e na parte da entrada de ar da câmara há uma placa de vácuo composta por uma camada externa de 114 mm de diâmetro, 6,4 mm de espessura e orifício de 23 mm no centro, fixada a uma camada interna de 100 mm de diâmetro, 6,4 mm de espessura e orifício de 19 mm no centro. Para formar o bocal de coleta, um tubo foi colocado no orifício da placa de cobertura, e depois uma alça foi feita para possibilitar o carregamento do aparelho.

Para armazenamento das abelhas foi confeccionada uma gaiola de tela de arame de 31 malha por mm, sendo que sua extremidade aberta é mantida contra a placa de cobertura e sobre o orifício de entrada de ar por um elástico, e a outra extremidade da gaiola é coberta por uma tampa de folha de alumínio presa por um elástico. Nos testes com abelhas, foi detectada a capacidade de coletar duas abelhas por segundo, no caso de um operador experiente. Além disso, a gaiola não pode estar muito cheia, pois dificulta seu fechamento, acarretando a perda de parte do material coletado. Ademais, embora o modelo apresentado esteja sem o filtro de pó, destaca-se que um filtro de malha grande deve ser anexado ao colar para evitar a entrada de abelhas e outros materiais no impulsor rotor.

Já o aparelho produzido por Natal e Marucci (1984) tem como estrutura base um tubo de PVC de 76,2 mm de diâmetro de abertura, um motor de uso geral de 6 000 rpm e uma hélice conectada por meio de duas alças de suporte produzidas em alumínio, como pode ser observado na figura 1C. O sistema é alimentado por uma bateria de 6 Vcc (tensão em corrente contínua) e para o armazenamento dos artrópodes coletados foi produzido uma câmara de captura de tubo de PVC de 76,2 mm de diâmetro e na sua parte inferior foi adicionada uma tela fina, para reter os animais. Uma tampa foi produzida de luva de PVC para vedar o aspirador após a coleta.

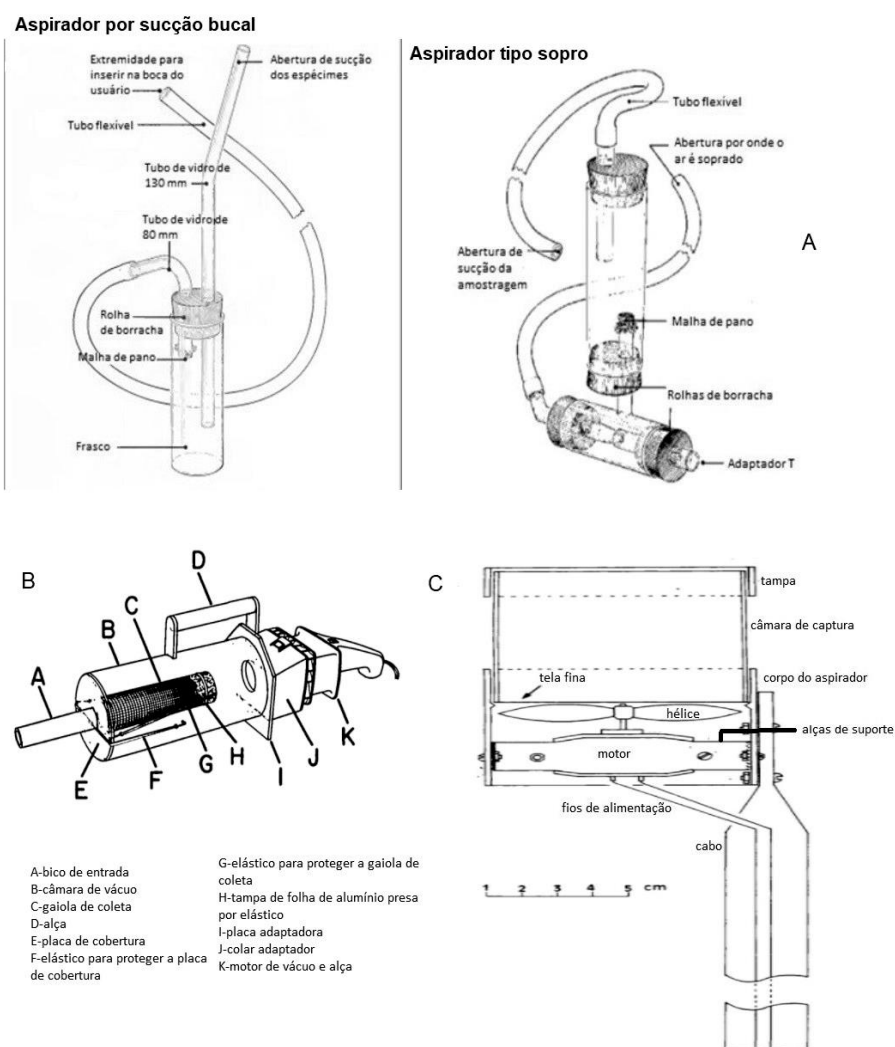


Figura 1. Desenho projetivo do aspirador de sucção bucal (A), aspirador para coleta de *Apis mellifera* L. (B) e aspirador de coleta de mosquitos com base no tubo de PVC (C). Fonte: Adaptado dos autores Gary e Lorenzen (1987) (B); Natal e Marucci, (1984) (C) e Schauff (2001) (A). 4/22

Brophy *et al.* (1982) elaboraram um aparelho de aspiração a vácuo para coleta de formigas que consiste em um fole e uma cabeça de coleta, como destacado na figura 2A. A estrutura do fole foi confeccionada com 4 painéis de madeira de 180 mm x 200 mm x 9 mm, contendo um suporte de ombro ajustável de alumínio para seu transporte. Para evitar o desgaste dos painéis foi utilizado neoprene de 3 mm em cada um deles. Além disso, foram inseridas válvulas de exaustão, de admissão, uma alavanca de operação, e molas de lâmina de cobre e berílio, todos anexados no painel frontal do fole. Para conectar o fole à cabeça coletora foi adicionado um tubo de polietileno de 600 mm. A abertura de coleta possui 5,08 mm x 2,54 mm de diâmetro. Já o recipiente de armazenamento é de *teflon* com diâmetro de 9,5 mm, e uma válvula unidirecional de celuloide flexível que permite a sucção fácil das formigas sem que elas escapem. Quando os insetos passam pela válvula são direcionados para o tubo de amostra. Conforme destacado, o equipamento pesa 3 kg e é vantajoso para locais de difícil acesso.

Outro equipamento para coleta de abelhas melíferas foi descrito por Gary e Marston (1976), conforme figura 2B. Elaborado para o trabalho em copas de árvores e em vegetação rasteira densa onde redes entomológicas não podem ser empregadas. Foi utilizado, na confecção do aparelho, um aspirador de pó automotivo de 12V com um tubo de plástico leve encaixado. Para impedir que as abelhas sejam puxadas pelo aspirador, foi inserida uma tela de plástico de 15 mm no cilindro de plástico. Para transporte da bateria foi usado um carrinho de golfe dobrável.

O aparelho entomológico construído por Azrang (1976), por sua vez, tem como base um motor de avião de 17 mm com o seu tanque de combustível, com um ventilador de aspirador de pó convencional. Para o armazenamento das espécies capturadas foram acoplados um filtro e um recipiente, e para a entrada dos insetos um tubo foi anexado (figura 2C). O equipamento foi construído de forma planejada, atingindo um bom funcionamento para a finalidade desejada, sendo a captura de insetos fixos e imóveis em pequenas quantidades.

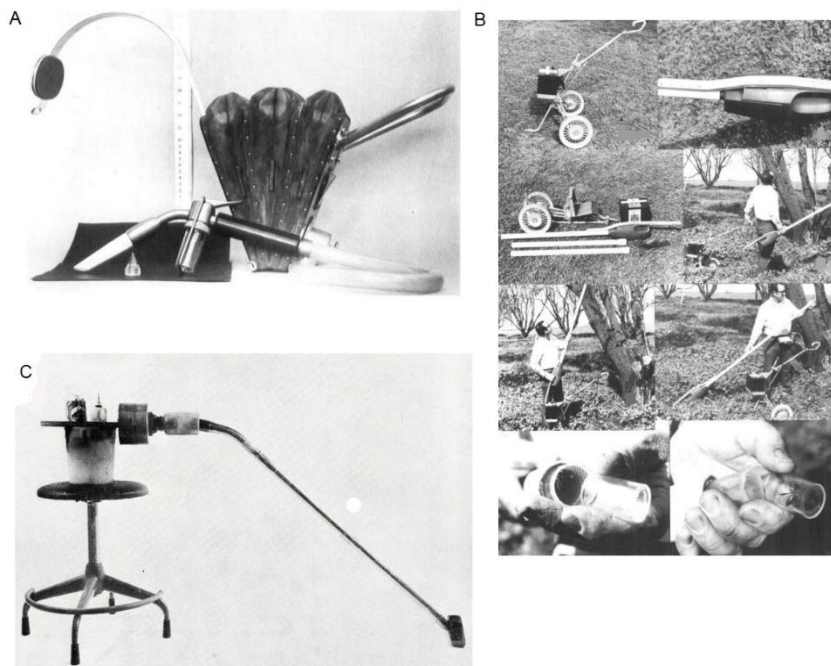


Figura 2. Aspirador entomológico a vácuo (A), aspirador para coleta de abelhas em copas de árvores e vegetação rasteira (B) e aspirador feito com base em um motor de avião (C). Fonte: Adaptado de Azrang (1976) (C); Brophy *et al.* (1982) (A) e Gary e Marston (1976) (B).

O aspirador produzido por Clinch (1971) tem como alimentação para a sucção uma bateria de automóvel de 12V cujo filtro de energia foi retirado e precisa ser acoplado a um aspirador automotivo para funcionar. Seu corpo inferior foi construído com ferro galvanizado e a parte onde o coletor foi anexado foi produzida de madeira. Ele ainda possui uma câmara de captura, em que foi implementada uma base de tela de arame e uma porta que consegue se mover para a sua abertura. Acima desta câmara foi inserido um funil de zinco para a passagem dos insetos coletados (figura 3A). O reservatório deste equipamento tem um formato de gaiola, fabricado com madeira e ferro galvanizado e preso com elásticos. O projeto do aparelho destaca-se por ter um formato diferente do convencional, sendo cúbico, e uma gaiola não encontrada em nenhum outro equipamento.

Outro aspirador portátil encontrado foi o de Jaycox (1970), elaborado para a coleta de abelhas *Apis mellifera L.* Este dispositivo foi feito a partir de um aspirador de pó automotivo de 12V, em que foi inserido um tubo de vinil na entrada, visando permitir a visualização das abelhas sugadas. Para armazenamento dos espécimes foi utilizada uma caixa de papelão presa por um colarinho de madeira e um grampo de mola, cuja abertura de entrada dos insetos foi de 25 mm, como pode ser observado na figura 3B. O funcionamento do equipamento ocorre por meio da bateria de um caminhão ou de uma tomada de isqueiro. Contudo, o autor demonstrou que insetos muito pequenos podem ultrapassar a rede de náilon e chegar até o ventilador.

Dietrick (1961) detalhou um ventilador de motor de mochila com as dimensões de 381 mm x 381 mm x 609,6 mm e 27 libras (12,247 kg), movido a um motor a gasolina utilizado em cortadores de grama, conforme figura 3C. A entrada de ar foi confeccionada com 203,2 mm. Para conectar os acessórios de coleta ao motor foi utilizado um duto de ar flexível feito de lona com 200 mm de diâmetro. A bolsa de coleta dos insetos foi efetuada com tecido organdi e um cilindro de fibra de vidro. Para melhorar o transporte do equipamento, o duto de ar é sanfonado. Inserindo uma alça no cilindro coletor, pode-se utilizar o aparelho como rede de varredura.

Por fim, Johnson *et al.* (1957) descreveram um equipamento para captura de artrópodes e moluscos, adaptado de um soprador elétrico portátil *Wolf*, com uma velocidade do ar de 70 milhas por hora (cerca de 112,654 km/h), conforme a figura 3D. Para a elaboração do aparato, um anel de madeira foi encaixado na entrada do soprador e um cilindro de metal de 254 mm de comprimento e 139,7 mm de diâmetro interno foi anexado. Em sequência, foram utilizados tampa de Paxolin, um tubo de latão projetado do centro da tampa, borracha e uma bolsa coletora de náilon de 177,8 mm de comprimento (malha 18 por 5 mm). Para algumas outras espécies, a bolsa de náilon foi adaptada para tecido musselina. Ao final, o peso do aparelho foi de aproximadamente 7 kg. Entretanto, insetos mais macios são mortos na coleta, sendo um problema quanto à amostragem de Isoptera, e os de tamanho reduzido ficam presos na mangueira flexível.

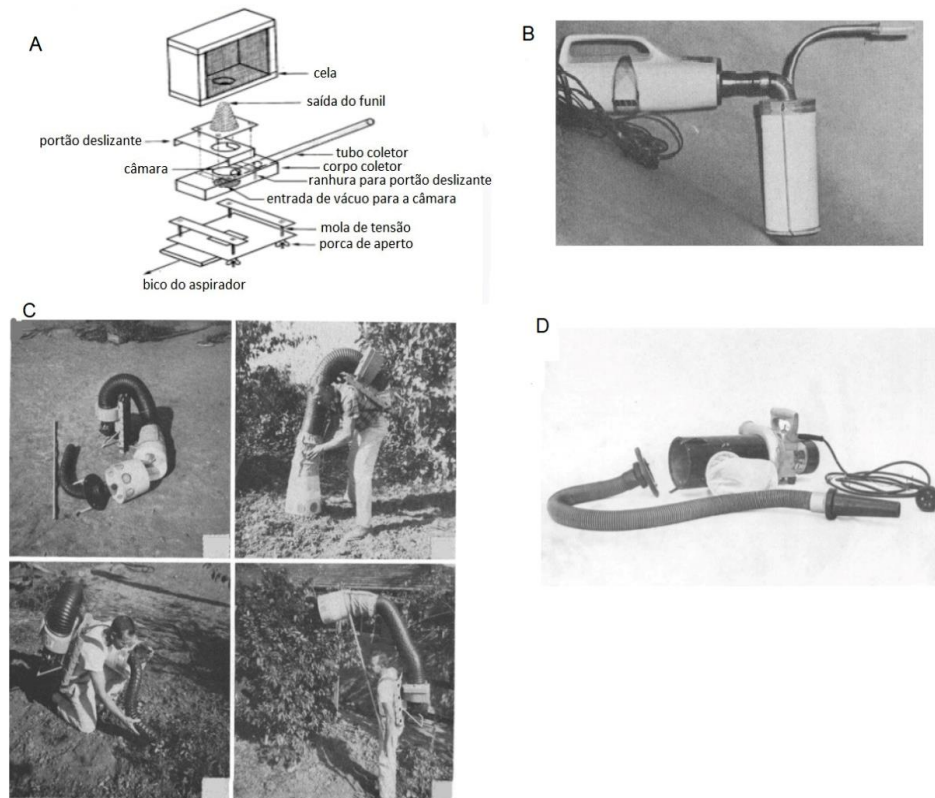


Figura 3. Aspirador para a captura de abelhas (A), equipamento portátil (B), ventilador de motor de mochila (C) e coletor de artrópodes e moluscos (D). Fonte: Adaptado de Clinch (1971) (A); Dietrick (1961) (C); Jaycox (1970) (B) e Johnson *et al.* (1957) (D).

Com base na revisão dos artigos citados, percebe-se a imprescindibilidade de produção de uma ferramenta que consiga suprir todas as necessidades para o estudo dos térmitas em laboratório, visto que os aspiradores entomológicos encontrados são ineficazes para a coleta dos referidos insetos, ou pelo espaço de armazenamento inadequado, por degradarem artrópodes com as características iguais às dos térmitas, por possuírem motores muito potentes, entre outras razões que tornam seu emprego inviável. Além disso, destaca-se a importância de que um equipamento mais atual seja elaborado, tendo em vista que novas informações, materiais e técnicas estão à disposição do operador. Contudo, para essa produção é essencial que haja desenhos projetivos precisos os quais possibilitem a visão geral e específica dos elementos componentes do novo projeto.

Desenho técnico consiste na representação gráfica utilizada na indústria para retratar as peças e os conjuntos (PEIXOTO, 2004). Sua função é otimizar a produção de peças e elementos, e reduzir os erros para não gerar retrabalho. (MARCON; LUCCA FILHO, 2019). Ademais, desenhos técnicos consistem em um sistema linguístico gráfico de uso global utilizado no ramo da Engenharia e no da Arquitetura, em que são utilizadas figuras bidimensionais e tridimensionais compostas de elementos que propiciam o desenvolvimento do projeto e a sua clareza, tais quais linhas, números, símbolos e instruções escritas com base nas normas nacionais e internacionais (FERREIRA *et al.*, 2008). Com o avanço da tecnologia, esses desenhos técnicos começaram a ser produzidos também através de *softwares* de CAD (*Computer Aided Design*, Desenho Assistido por Computador em português), pois ele possibilita a criação gráfica com um alto nível de precisão e detalhamento.

Além disso, as ferramentas virtuais facilitam o processo de impressão e armazenamento digital. O AutoCAD, por exemplo, é um programa de formato CAD de nível inicial, produzido para uso pessoal, pois possui um *design* simples e prático. Apesar de seu nível básico, ele permite a produção de desenhos em plano 2D e a partir dele são gerados desenhos 3D, com os recursos de modelagem sólida (como os recursos de Extrusão, Revolução, Operações booleanas, entre outros) (SCHEIDT, 2004). Assim sendo, a implementação de *softwares*, como o AutoCAD, propicia um maior nível de detalhamento dos desenhos técnicos projetivos, melhorando sua qualidade.

Isto posto, o presente estudo propôs-se a elaborar um projeto mecânico de adaptação de um aspirador de pó convencional de uso doméstico em um aspirador entomológico de Isoptera, cujo reservatório consiga armazenar abundantes indivíduos. Para isso, desenhos técnicos detalhados do novo reservatório foram produzidos mediante a utilização do *software* AutoCAD.

MATERIAL E MÉTODOS

Como base para o projeto foi utilizado o aspirador Electrolux Portátil, modelo BOSSH, tipo *bagless*, com potência máxima de 100 W, tensão de 127 V, peso líquido de 1 kg, frequência entre 50 e 60 Hz, ruído de 85 dB, e um raio de ação de 2,7 m. Suas dimensões são de cerca de 100 mm de altura, 120 mm de largura e 450 mm de comprimento (figura 4). Tal escolha ocorreu por ser um aparelho leve, compacto, portátil, e com uma boa potência para ser utilizado na coleta de pequenos animais sem degradá-los. Além disso, o equipamento possui duas partes principais, o corpo do aspirador e o recipiente de pó, sendo que este último possui um bom espaço para as modificações necessárias. O corpo do aspirador possui partes fixas e móveis, sendo que nas partes móveis, os componentes 4, 5, 6 e 7 da figura 4, são projetadas para facilitar a manutenção e limpeza do mecanismo, sendo elas o filtro e o recipiente de pó, somando-se todos os mecanismos ali anexados diretamente. Para a realização do projeto a metodologia foi, inicialmente, bibliográfica, pois esta consiste em conhecer o fenômeno através de trabalhos publicados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009) e a atual proposta só pôde ser realizada após o conhecimento de aspiradores entomológicos descritos na literatura e das características dos térmitas. Em seguida, foi empregada a metodologia Aplicada, tendo em vista que seu objetivo é propor soluções concretas para problemas específicos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009) e a finalidade maior da construção do novo receptáculo consistiu em suprir as necessidades de um novo equipamento para coletar os referidos insetos.

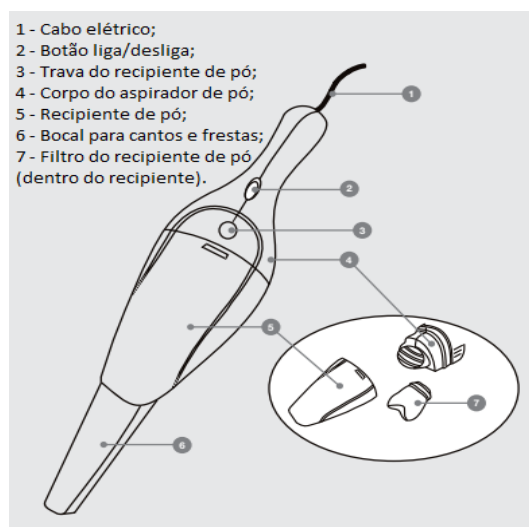


Figura 4. Partes componentes do aspirador de pó. Fonte: Adaptado do Manual de Instruções disponibilizado pela Electrolux (2021).

Para o registro fotográfico do aspirador, empregou-se a câmera fotográfica Canon EOS 80D, a qual permitiu uma visualização limpa e minuciosa dos componentes do aparelho (figura 5).

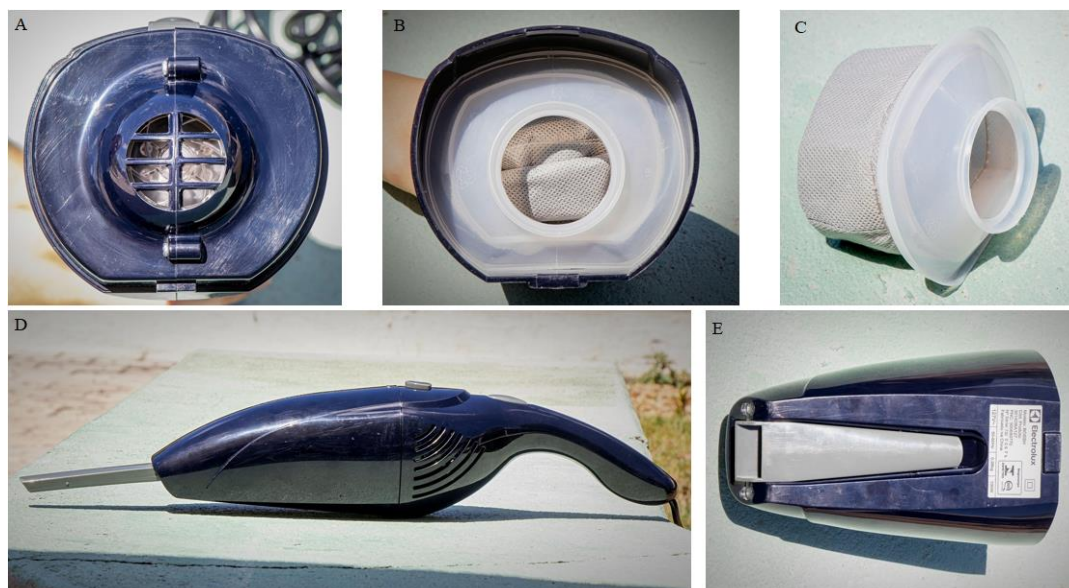


Figura 5. Vistas do aspirador utilizado para elaboração do sugador entomológico para térmites.

Para a projeção da modificação mecânica foram realizadas medições, entretanto, devido ao formato do equipamento, essa atividade apenas se efetivou mediante a criação de um molde de gesso fiel à parte interna. Nesse intuito, retirou-se as cinco hastes que funcionavam como apoio do filtro original do aspirador, áreas marcadas na figura 6A. Foram utilizadas lixas, com gramaturas de 180 e 80 das marcas Norton e Cortag, respectivamente, a primeira para desbastar de maneira mais rápida e a segunda para dar um melhor acabamento, de modo que a estrutura não fique com arranhões profundos. Esta eliminação foi necessária para que o gesso não ficasse preso e para que o novo reservatório fosse mais simples e espaçoso. Isto posto, o lixamento foi efetuado até que a parede do recipiente ficasse plana. Para a criação de um novo reservatório de armazenamento dos cupins, se efetuou a criação de um molde de gesso (material que escoo rápido e uniformemente, é acessível, resistente e dá fidelidade ao modelo) com o intuito de obter-se todas as medidas necessárias à produção. Contudo, observou-se que o corpo do aspirador original possui uma lacuna (figura 6B) em que é acoplado o bocal para cantos e frestas, feito para alcançar locais mais apertados. Esse espaço para encaixe ficava localizado no recipiente de pó e, para não ser obstruído com o gesso aplicado para a fabricação do molde do novo reservatório, foi preenchido com papel umedecido com água. Uma vez concluído o molde, ele foi retirado, o aspirador foi cuidadosamente higienizado para remoção completa da vaselina e, como as marcas do plástico filme permaneceram no molde, ele foi lixado até estar o mais liso possível sem haver prejuízos na redução do seu tamanho. Contudo, ao observar o molde elaborado, foi percebido que se o reservatório modificado fosse da mesma altura, seria impossível encaixar a parte do motor e a tampa com a tela e com o filtro. Tendo isso em vista, foi calculado que deveria ser retirado aproximadamente 50 mm do molde original. Feito isso, ele foi reduzido com uma serra manual para madeira, pois ela possibilitou maior precisão do corte e deixou a superfície lisa o suficiente para facilitar as marcações das medições.

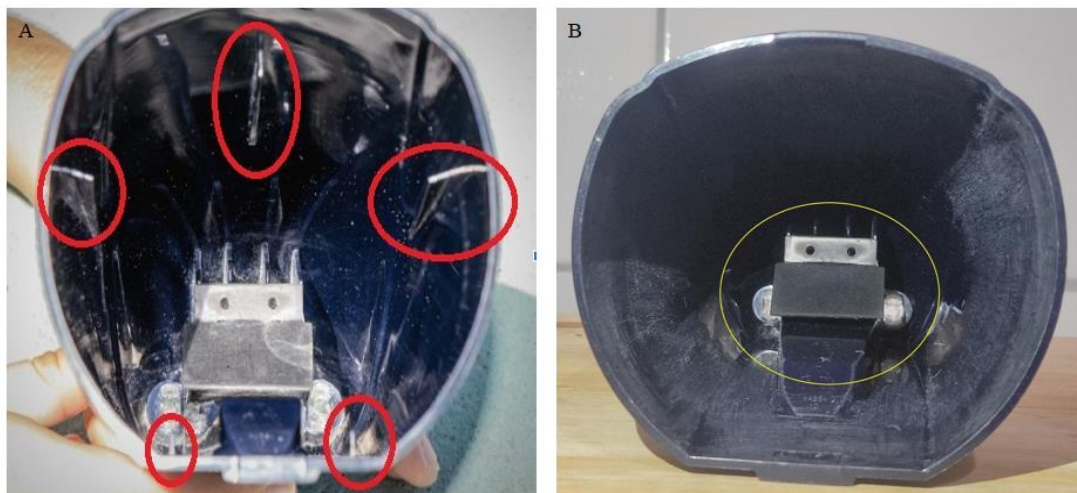


Figura 6. (A) Recipiente de pó com destaque para as hastes que foram removidas; (B) Lacuna do recipiente de pó.

Para as mensurações, foi elaborado um esboço no papel para delimitação de todas as medidas que seriam fundamentais para a composição dos desenhos (figura 7). Em seguida, o gesso foi delimitado com as linhas e a futura parede do reservatório foi desenhada, que era uma peça amórfica (que não possui uma ordenação espacial) contendo diversas espessuras, em que a menor é 1 mm. Para um melhor planejamento do tamanho da parede foi utilizado o filtro do recipiente de pó, delimitando a parte vazada a partir do tamanho certo para encaixá-lo. Com o uso da régua, foram analisadas todas as medidas necessárias para a confecção do novo reservatório.

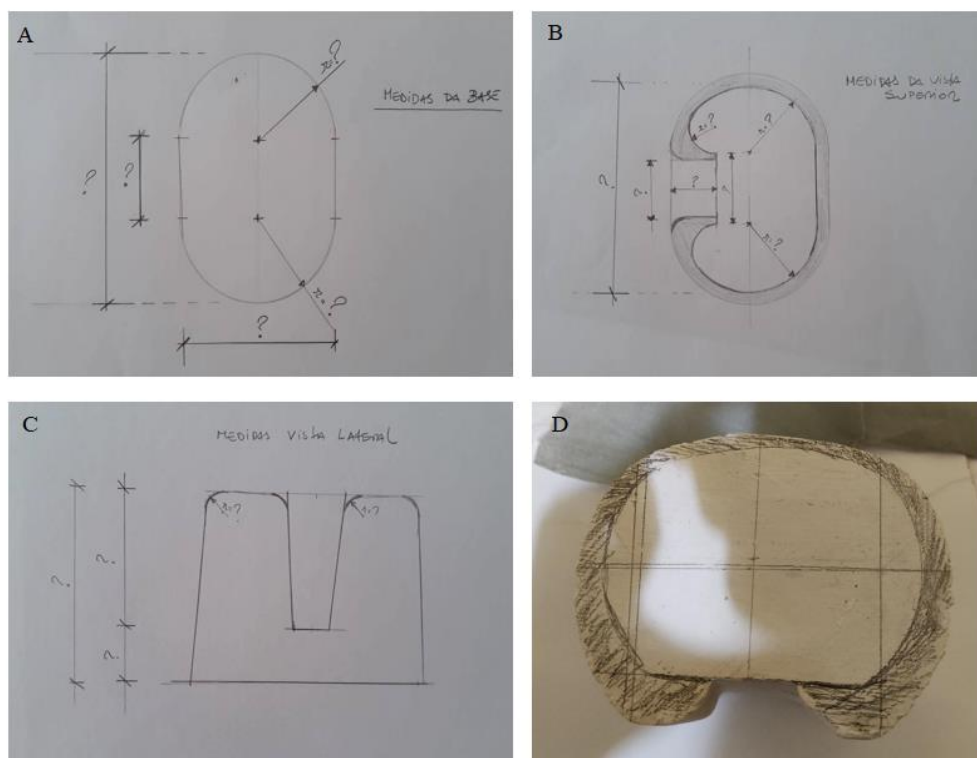


Figura 7. Rascunhos realizados para o auxílio das medições.

Com todas as dimensões em mãos, empregou-se o *software* AutoCAD 2019, em sua versão educacional, a qual é liberada para o Instituto Federal da Bahia — Campus Paulo Afonso, Instituição cadastrada na Autodesk. Além disso, o programa é de fácil utilização, sendo bem acessível por isso, e possui uma vasta gama de comandos em 2D e em 3D, os quais possibilitaram a reprodução dos esquemas detalhadamente. Assim, as medições do esboço foram adequadas a partir do próprio *software* AutoCAD. Primeiramente, foi desenvolvido o projeto em 2D com as vistas e os cortes, para, posteriormente, executar sua extrusão tridimensional, criando um modelo digital para impressão 3D. Após a iniciação do aplicativo, selecionou-se o sistema de medidas métricas. Dessa forma, o AutoCAD concluiu o processo de inicialização e ficou disponível para as entradas de comandos. Primeiro passo foi a criação de *Layers* (camadas) para cada grupo específico de entidades do desenho, como Linha de arestas visíveis, Linha de corte, Linha auxiliar, Linha de projeção (tracejada), Cotagem, Hachuras e Texto. O desenho começou a ser elaborado por meio dos comandos iniciais, o primeiro é *Line* (linha), utilizando o sistema de coordenadas relativas polares, através da fórmula @DIMENSÃO<ÂNGULO, e do sistema de coordenadas relativas cartesianas, através da fórmula @X,Y. Foi muito importante para realização das partes curvas a utilização dos comandos, *Arc* (arco) e *Fillet* (concordância). Para modificações do desenho utilizaram-se os comandos *Offset* (deslocamento), *Trim* (apagar), *Erase* (apagar), *Move* (mover) entre outros. Também foram utilizados os comandos de precisão OSNAP, pois eles permitem selecionar pontos específicos precisamente. Em seguida, efetuou-se a execução da vista superior da peça, nesta, ficou representada também todas as partes internas por linhas tracejadas conforme recomendação da NBR 8403. Após a vista superior pronta, foram executadas as vistas frontal e lateral, extraídas por meio do rebatimento e projeção da vista superior. Dessa forma, a primeira parte do desenho técnico da peça foi concluída, sendo colocada em um formato A3 (420 mm x 29,7 mm), plotado em verdadeira grandeza, ou seja, na escala 1:1. Com o Desenho Técnico pronto, voltou-se ao ambiente digital do AutoCAD e aproveitando o arquivo original salvo na extensão DWG, migrou-se para o ambiente de modelagem 3D, começando o desenvolvimento da peça em suas três dimensões. O procedimento foi basicamente manter o desenho da base da peça fixo no nível 0 e remover o desenho da parte superior para a altura de 54 mm, posteriormente executando o comando elevação, clicando na base e na parte superior. Foi repetida essa mesma operação com os desenhos do limite interno da peça. Após esse processo, o resultado foi a criação de dois sólidos, através do comando *Subtract*, subtraiu-se o sólido interno do externo, chegando à peça final, um “sólido vazado” (figura 8). Com o sólido pronto em ambiente de modelagem 3D, foi preciso exportá-lo em uma extensão STL (Linguagem de Tesselação Padrão, em português) que possibilitasse ser impresso em material sólido na impressora 3D disponível. O método, chamado litografia axial computadorizada, *Computer Axial Lithography* (CAL), esculpe a matéria em uma resina sintética que solidifica ao entrar em contato com diferentes intensidades e padrões de luz.

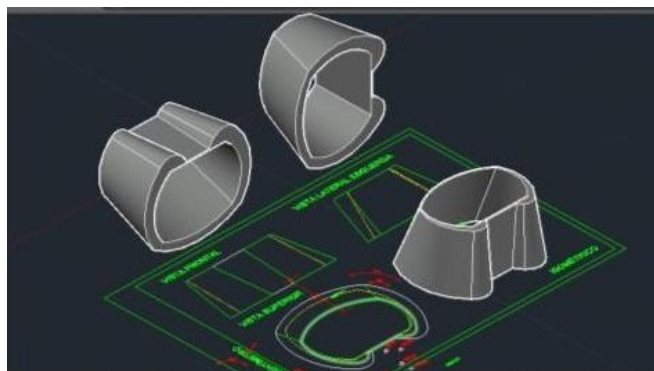


Figura 8. Sólido em ambiente de modelagem 3D no *software* Auto CAD

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Posteriormente, a nova peça foi produzida a partir de impressão 3D (figura 9) para a obtenção de maior leveza e melhor acabamento, e a plotagem efetuada em resina termoplástica Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), já que foi constatado que a nova peça deveria ser leve, firme, de fácil manuseio, em um material que os cupins não degradassem, e, de preferência, de baixo custo de modo a ser mais acessível.

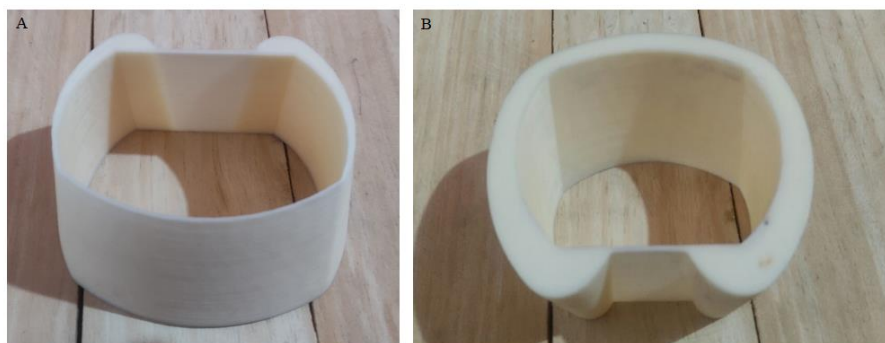


Figura 9. Novo recipiente de armazenamento pronto.

Além da confecção do reservatório, o filtro do recipiente de pó do equipamento precisou ser remodelado, tendo em vista a necessidade de proteger o filtro de feltro da ação das mandíbulas dos cupins. Para isso, ele foi reduzido e uma tela metálica granulométrica de aço inox de malha 40, com abertura de 0,20 mm (figura 10), foi anexada ao novo recipiente de ABS, assegurando assim a conservação dos insetos citados e a proteção do motor do próprio recipiente filtrador. Para a fixação, utilizou-se cola de silicone e arame de fio 14 com 1,6 mm de espessura. Objetivando a coleta dos resultados e avaliação da eficiência do novo aspirador, primeiro as variáveis perceptíveis, como a fixação das peças e o volume, foram comparadas com os outros artigos utilizados como base para o projeto. Para a análise do funcionamento, foi realizada a amostragem dos Hexápodes, insetos semelhantes, em área da zona urbana sem umidade, com o intuito de não comprometer o motor do aparelho, e, posteriormente, analisados outros aspectos, tais quais sucção, efetividade da tela e, principalmente, a capacidade de armazenamento do novo reservatório.



Figura 10. Tela metálica granulométrica.

O aspirador de pó Electrolux, BOSSH, tipo *bagless*, com 100 Watts de potência, foi extremamente compatível com o projeto proposto. Além de ser portátil, ele possui um bom espaço para modificações no recipiente de pó, essencial para a criação do reservatório de coleta. Ademais, o aspirador, originalmente, possui uma boa abertura de sucção e, acoplada nesta abertura, contém um bocal para cantos e frestas, tornando a captura dos cupins fácil e precisa. Outro ponto importante é a força de sucção do seu motor, e sua potência é adequada para a coleta dos insetos. Um equipamento de formato e uso semelhante foi utilizado por Gary e Lorenzen (1987), demonstrando a vantagem de utilizar esses aparelhos como molde para a criação de um aspirador entomológico. O presente projeto permite perceber que o uso de aspiradores de pó portáteis como modelo para a criação de aparelhos entomológicos é interessante, pois os motores utilizados nestes equipamentos possuem um balanceamento nos quesitos de força de sucção, portabilidade e peso, impedindo a destruição pela sucção dos animais capturados. Por outro lado, o modelo escolhido por Dietrick (1961), que consiste em um cortador de grama, demonstrou ser inconveniente para a amostragem de cupins, pois a alta rotação do motor acarreta a deterioração dos insetos. Os outros aparelhos encontrados não foram feitos com base em outras máquinas, apenas aproveitaram peças específicas, sendo que os motores também não são proveitosos. Os aspiradores de sucção bucal produzidos por Gibb e Oseto (2019), Schauff (2001) e o de Steyskal *et al.* (1986) são inconvenientes, pois não possuem motor, exigindo que o indivíduo realize um esforço para coletar os insetos. Portanto, percebe-se que o aspirador de pó BOSSH empregado para a produção dos desenhos do novo reservatório foi o mais apropriado, e a utilização de outro modelo por Gary e Lorenzen (1987) comprova que outros aspiradores portáteis também poderiam ter sido escolhidos. Uma análise prática do funcionamento do aspirador foi realizada, comprovando as informações acima, como será visto posteriormente.

A redução do molde de gesso construído foi extremamente necessária para alcançar um resultado preciso em relação ao encaixe de todas as peças, pois o tamanho original não permitiu o encaixe do filtro e do motor ao coletor de pó. Devido a essa redução, o novo recipiente ficou um pouco menor, mas ainda assim, a capacidade de armazenamento ficou ideal para a coleta dos insetos. Assim, foi calculado o volume dos espaços de armazenamento de cada equipamento. A nova estrutura de retenção elaborada teve seu volume calculado ainda no *software* AutoCAD por meio da ferramenta “volume do objeto” do ambiente de modelagem 3D do sólido interno antes dele ser subtraído do sólido total. Com ela, foi obtida a informação de que o reservatório tem cerca de 240 cm³. Para o cálculo do volume dos outros aspiradores foi utilizada a ferramenta virtual *Calkoo* na opção de cilindro, sendo a forma geométrica dos receptáculos. Os resultados obtidos foram distintos da nova peça, pois o reservatório do equipamento de Gibb e Oseto (2019), Schauff (2001) e Steyskal *et al.* (1986) era 58,90 cm³ e o de Johnson *et al.* (1957) 2 725,30 cm³. No equipamento proposto por Gary e Lorenzen (1987) as medidas da gaiola de coleta não estão detalhadas, embora a imagem e a descrição permitam observar que ela possui menos do que 260,85 cm³, é impossível saber se o espaço para os cupins é maior ou menor do que a peça em 3D elaborada. Natal e Marucci (1984) especificaram apenas o diâmetro da câmara de captura, que possui 76,2 mm, medida que não permite saber o volume. Já Azrang (1976), Brophy *et al.* (1982), Clinch (1971), Dietrick (1961), Gary e Marston (1976), Jaycox (1970) não especificaram as medidas do espaço, por isso não há como calcular os volumes dos recipientes. Em vista disso, o maior espaço para retenção dos insetos está no equipamento de Johnson *et al.* (1957), contudo, os autores indicaram que insetos macios, como os cupins, são degradados. Assim, dentre os aspiradores entomológicos viáveis e com volume disponível, a nova proposta de peça em 3D foi a mais adequada para a amostragem de térmitas.

Como o molde de gesso construído possui uma fiel reprodução do recipiente de pó, foi possível retirar um grande número de medições. Com todas as medidas obtidas, o desenho projetivo foi produzido de forma eficaz e suficiente, como pode ser conferido na figura 11. A partir dele, foi possível visualizar todas as áreas, mas como a peça possui muitas regiões arredondadas para o encaixe perfeito, foi preciso utilizar muitas medições dos raios, deixando o desenho com um certo grau de complexidade e exigindo um olhar mais atento. Mesmo assim, todas as ilustrações e medidas necessárias foram inseridas no projeto para uma visualização completa. Conforme o projeto e a perspectiva isométrica, entende-se que o novo recipiente de armazenamento possui 103,2 mm de comprimento, 87 mm de largura e 54 mm de altura. Nesse sentido, as informações destacadas por Ferreira *et al.* (2008) foram corroboradas, especialmente, a ressalva que os desenhos técnicos facilitam o desenvolvimento de um projeto. Diferente dos esquemas projetivos produzidos por Brophy *et al.* (1982), Clinch (1971), Gary e Lorenzen (1987), Johnson *et al.* (1957), Natal e Marucci (1984), e Schauff (2001), os desenhos confeccionados possuem diversas vistas da peça construída. Isso é extremamente relevante, pois todas as posições indicadas são imprescindíveis ao bom entendimento do desenho técnico, considerando, principalmente, que a confecção será realizada apenas com base nos esquemas apresentados. Além disso, o reservatório é uma peça amórfica, portanto, a irregularidade das suas medidas exige a descrição de todas as faces e medidas. Embora Schauff (2001) tenha inserido no desenho do equipamento algumas medidas, o que foi positivo, algumas dimensões não foram colocadas. Nesse quesito, os desenhos projetivos de Clinch (1971), Gary e Lorenzen (1987) e Natal e Marucci (1984) possuem uma boa visualização dos locais em que estão inseridas cada peça, mas as suas dimensões não são mencionadas, deixando sua constatação difícil e confusa. Os estudos de Azrang (1976), Dietrick (1961), Jaycox (1970) e Natal e Marucci (1984) não possuem nenhum desenho técnico do aspirador construído, complicando a confecção do aparelho. Por isso, mesmo que o desenho projetivo elaborado no presente trabalho seja um pouco complexo, a visualização da construção não foi afetada por falta de informações, pelo contrário, a abundância de dimensões e vistas detalhadas do desenho facilita sua futura confecção.

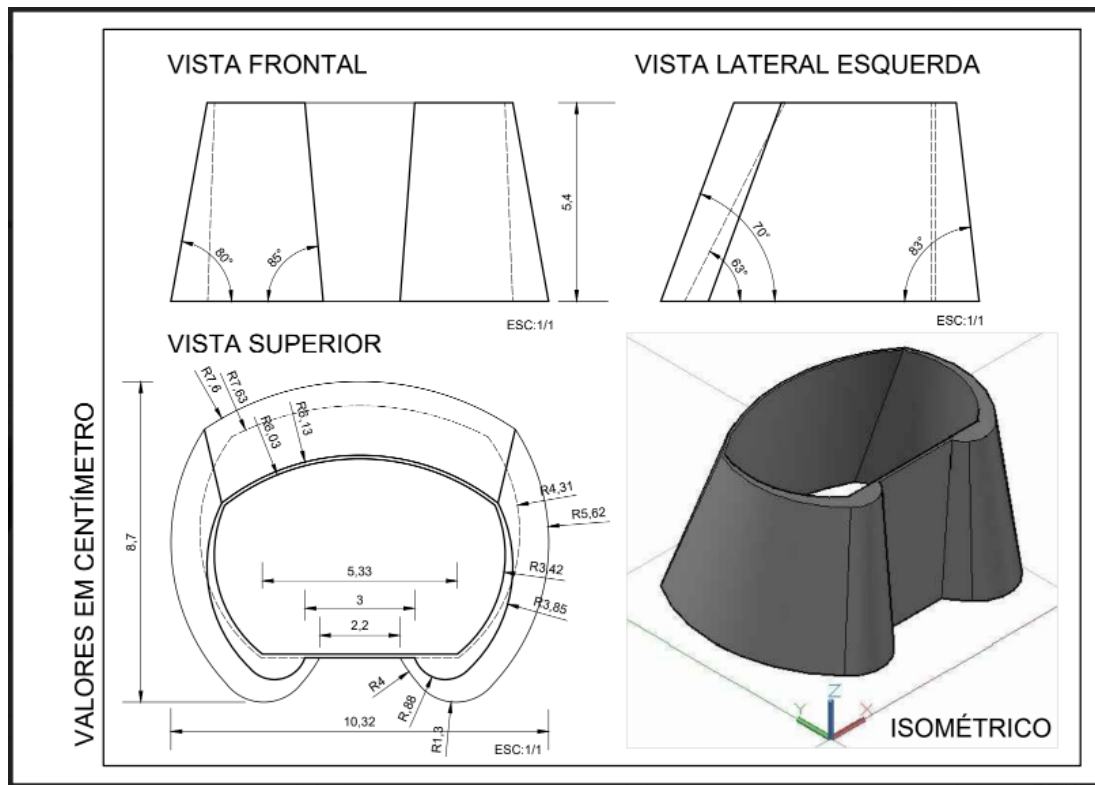


Figura 11. Desenho Técnico do novo recipiente, em várias vistas.

A elaboração do desenho projetivo dependeu diretamente da precisão das medições, por isso o formato do recipiente de pó do aspirador original poderia influenciar de forma positiva ou negativa. Nesse sentido, a irregularidade do aspirador de pó escolhido tornou mais trabalhosa a realização das medições e do desenho, apesar de ter sido efetivo para o objetivo desejado e de o AutoCAD ter facilitado a elaboração dos esquemas. Devido a essa dificuldade, percebeu-se que a utilização de um aspirador de pó cujo formato fosse mais regular poderia minimizar os esforços realizados e tornar mais preciso o desenho técnico. De forma semelhante, os equipamentos propostos por Azrang (1976), Brophy *et al.* (1982), Clinch (1971) e Dietrick (1961) também demonstraram formatos que dificultam o projeto e confecção dos referidos aparelhos. Por outro lado, Gary e Lorenzen (1987), Jaycox (1970), Johnson *et al.* (1957), Natal e Marucci (1984) e Schauff (2001) descreveram aspiradores entomológicos com formatos cilíndricos (do aparelho todo ou do reservatório), em que apenas o diâmetro e a altura já possibilitam a elaboração dos desenhos. Já o equipamento confeccionado por Gary e Marston (1976) possui um formato semelhante ao proposto. Desta forma, embora o formato utilizado no decorrer do projeto tenha possibilitado a obtenção de todas as medidas precisamente e a elaboração de um desenho técnico com inúmeros detalhes, os melhores formatos para serem realizadas as medições são os cilíndricos.

Para a elaboração dos desenhos projetivos, o emprego do *software* AutoCAD foi essencial. Através dele, a estrutura da peça foi produzida em arquiteturas 2D e 3D. Assim, as vantagens destacadas por Scheidt (2004) são confirmadas, principalmente a possibilidade de utilização dos dois ambientes (bidimensional e tridimensional) de forma rápida e fácil. Ademais, o aplicativo disponibiliza diversos formatos para salvar os arquivos produzidos, nos quais o projeto sai pronto para a plotagem. Essa vantagem também é confirmada por Scheidt (2004), dado que ele apontou que as ferramentas CAD facilitam a impressão e o armazenamento digital do desenho.

Com isso, a utilização do programa foi extremamente vantajosa e otimizou o processo de elaboração dos desenhos projetivos da nova peça.

Os desenhos foram salvos em formato *Standard Tessellation Language* — *STL* (Linguagem de Tesselação Padrão, em português) para que a empresa contratada, a 3DRE Robótica e Engenharia, pudesse ter acesso às dimensões e realizasse a plotagem. O custo da impressão 3D foi de R\$ 65,00. Ao final, o custo total do aparelho foi cerca de R\$ 285,50, o aspirador de pó original R\$ 156,00, plotagem 3D R\$ 65,00, as colas R\$ 7,00, tela metálica com o frete R\$ 52,00, anel de borracha R\$ 1,50 e as duas lixas utilizadas nos acabamentos R\$ 4,00. Devido aos fretes e aos pequenos ajustes o preço pode variar dependendo do local e das marcas escolhidas. Nesse quesito, nenhum dos aspiradores entomológicos encontrados na literatura especificou os custos para a realização do projeto. Desta forma, é importante ressaltar que os materiais utilizados neste projeto são acessíveis, sendo uma grande vantagem. Além disso, ele pode ser adaptado para um modelo de aspirador mais barato, já que o projeto é simples.

Após a impressão do utensílio, ele foi inserido no aspirador de pó para verificar se as medidas eram adequadas, bem como o encaixe, a firmeza para movimentação, e se as partes mais arredondadas eram cabíveis. O teste demonstrou que as medidas foram perfeitamente calculadas, pois, o encaixe da nova peça demonstrou a inexistência de lacunas entre a parede do corpo do aspirador e a do reservatório. Sua altura também foi adequada, considerando a posterior inserção do filtro com a tela. Contudo, foi constatado que as partes salientes mais baixas do recipiente de pó deveriam ser preenchidas, posto que os insetos coletados cairiam ali, dificultando a remoção dos mesmos. Tendo em vista que nenhuma dessas partes irregulares auxilia a sucção da amostragem, a obstrução delas não reduz a eficácia do aparelho. Devido a isso, foram inseridas, gradualmente, cola quente e cola de silicone nas lacunas do recipiente de pó. A cola quente foi utilizada nas partes maiores, pois ela preencheu com maior rapidez e versatilidade. Foram colocadas camadas suficientes para cobrir até o nível próximo à abertura para entrada do pó. Como a substância era quente, a inserção ocorreu gradativamente, para esperar que as primeiras camadas pudessem esfriar e endurecer. Já as aberturas mais complexas, de difícil acesso, foram preenchidas com cola de silicone, com o auxílio de uma seringa a qual permitiu a inserção em pontos específicos mais inacessíveis. Como essas partes não tinham aberturas por onde a cola pudesse escorrer, ela secou e fixou corretamente.

Em seguida, o filtro do recipiente de pó foi adaptado (figura 12) para possibilitar o encaixe de todas as peças. O filtro de poeira utilizado no aspirador original tem como material para a retenção de poeira o feltro, material que os cupins conseguem romper facilmente. Portanto, ele precisou ser descosturado da sua base de plástico. Antes disso, porém, as hastes internas da parte plástica, as quais impediam o feltro de dobrar, precisavam ser removidas. Para isto, foi utilizado um estilete de papel e a abertura superior do feltro foi primeiro descosturada com o auxílio de uma pinça para remover mais cautelosamente as linhas, logo após, as estruturas internas foram retiradas, completamente, até ficar apenas a parte em que estão os furos. Feito isto, foi descosturado o filtro, já que, pela sua relevância para impedir partículas de entrarem no motor, sua retirada total era inviável. Com o estilete, toda a costura foi retirada, tanto a que o unia ao suporte de plástico, quanto a que transformava os dois pedaços do material em um filtro só. Uma vez descosturado, foi concluído que uma parte do feltro apenas seria necessária, pois seu tamanho possibilitaria a costura em um tamanho rente ao plástico. Após a constatação, o passo seguinte foi costurar uma das partes do filtro adjacente à tampa, para ficar lisa, com certa folga para facilitar o manuseio com a tela de metal. Para a costura ficar firme foi aplicada linha encerada e os antigos furos do próprio recipiente facilitaram o procedimento.



Figura 12. Filtro de feltro adaptado.

Concluída esta etapa, foi necessário inserir uma tela de metal, pois seu material pode conter os térmitas, os quais não conseguem danificar objeto metálico. Para a escolha da tela foi considerada uma granulometria que não dificultasse a sucção e que não permitisse a passagem de cupins para o filtro de feltro e para o motor. A tela escolhida foi de aço inox de malha 40, com abertura de 0,20 mm. Para a fixação da referida tela foi considerada a necessidade desta permanecer firme no momento da amostragem e na retirada do material coletado. A solução encontrada foi a colagem da tela metálica no reservatório, com o intuito de formar uma peça única, a qual possibilita que os cupins permaneçam no reservatório após a retirada do filtro. Para tal, foi utilizada cola de silicone, a qual fixou firmemente a estrutura metálica na peça de ABS, como pode ser observado na figura 13. Para prender a nova estrutura no filtro de feltro, foram empregadas braçadeiras de arame de fio 14 com 1,6 mm de espessura. Essas braçadeiras foram essenciais para manter o reservatório firme na remoção da amostragem, além de permitir a limpeza do filtro de feltro, visto que os arames podem ser retirados e inseridos novamente para a realização da atividade. A possibilidade de limpar o feltro é relevante, pois a sujeira acumulada atrapalha a sucção e danifica o motor, comprometendo a qualidade do equipamento e, conseqüentemente, da coleta. Assim, o reservatório para Isoptera foi finalizado, conforme a figura 13.

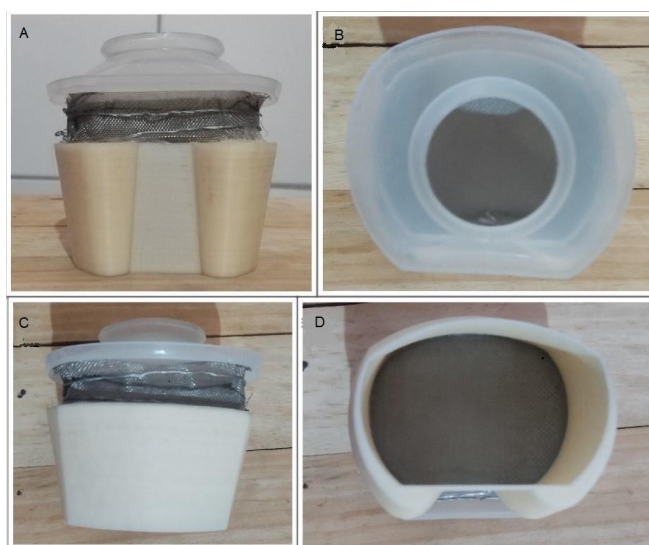


Figura 13. Vistas da peça final.

Para a testagem do novo aparelho, inicialmente, o novo reservatório de cupins foi introduzido no recipiente de pó e o corpo do aspirador com o motor foi acoplado, de modo a se verificar a união da estrutura completa. O aspirador entomológico não teve sua estrutura externa modificada, porém o novo equipamento possui uma estrutura adicional internamente, específica para abrigar os cupins coletados e assegurar a integridade deles. No encaixe das duas partes, entretanto, foi percebida certa dificuldade para inserir a parte do motor na peça do recipiente, pois a estrutura para manuseio da parte plástica do filtro ficou um pouco mais para cima do que era antes. Apesar disso, não houve necessidade de modificar mais nada. Ao contrário de Gary e Lorenzen (1987), que deixaram espaços sobrando na parte interna do equipamento, este ficou bastante apertado. Positivamente, possibilitou um local maior para o depósito da amostragem e, conseqüentemente, possibilidade de coletar mais insetos. O aparelho de sucção elaborado por Gary e Lorenzen (1987) permite a obtenção de uma quantidade muito limitada de insetos, que poderia ser maior com um melhor aproveitamento do espaço interno da máquina utilizada como molde.

Com o aspirador completamente apoiado, foi analisado se algum utensílio ficou solto. O manuseio da máquina permitiu a constatação de que a estrutura de retenção ficou firme, tanto pela cola presente na parte inferior, quanto pelo filtro presente na parte superior. Desta forma, nenhum cupim teria espaço para escapar da estrutura. Além disso, seu manuseio permaneceu simples e seu peso final foi de cerca de 1,4 kg. Nessa perspectiva, o aparelho obtido é muito mais leve do que a maioria dos equipamentos encontrados, cujos pesos foram especificados. O único aspirador com o peso semelhante é o de Gary e Marston (1976), com 1,8 kg. Os aparelhos mais pesados descritos foram os de Dietrick (1961), com 12,247 kg, e de Johnson *et al.* (1957), com 7 kg. Os equipamentos de Azrang (1976) e Brophy *et al.* (1982) foram indicados pelos autores com 3 kg. Desta forma, observa-se que o reservatório confeccionado não comprometeu a portabilidade do aspirador entomológico, tendo em vista que ele é extremamente leve. Embora o de sucção bucal encontrado em Gibb e Oseto (2019), Schauff (2001) e Steyskal *et al.* (1986) seja muito pequeno, portanto, bastante leve, seu tamanho é reduzido para a amostragem de térmitas.

Ademais, foi medido que a abertura maior de sucção possui cerca de 35 mm de largura e 10 mm de altura, e a abertura do bocal para cantos e frestas tem aproximadamente 14 mm de largura e 9 mm de altura. A partir desses dados, constata-se que térmitas maiores que esses valores não podem ser sugados por esse aspirador. É importante ressaltar que o recipiente de pó do aspirador possui um formato irregular, por isso não foi possível obter um diâmetro específico de abertura. Nesse ponto de vista, o aparelho proposto por Dietrick (1961) possui uma abertura grande para a passagem dos insetos, de 203,2 mm de diâmetro, a qual pode ocasionar a sucção de muito material indesejado. Por outro lado, Brophy *et al.* (1982), Gary e Marston (1976) e Jaycox (1970) elaboraram equipamentos entomológicos cujas aberturas de aspiração são pequenas. O de Jaycox (1970) possui um tubo de vinil com diâmetro de 25 mm, e os outros dois equipamentos apresentam aberturas semelhantes. Dentre os aspiradores entomológicos que tiveram o diâmetro de abertura especificados, o de Gary e Lorenzen (1987) possui um tamanho favorável à amostragem de cupins, com 23 mm, contudo, ele não dispõe de um bocal que facilite a coleta em espaços mais específicos. Desta forma, observa-se que, além de o espaço para a entrada de cupins do aspirador entomológico retratado ser adequado para a amostragem de Isoptera, um ponto muito vantajoso é a disposição do bocal para cantos e frestas.

Concluídas estas verificações, foi realizada uma coleta dos insetos para comprovar a eficácia do aspirador entomológico. Contudo, a pandemia do SARS-CoV-2 impossibilitou a realização de amostragem de cupins. Devido a isso, um pequeno número de formigas foi coletado, dado que possuem características semelhantes aos cupins e são mais fáceis de encontrar.

A partir da sucção dos referidos insetos foi possível constatar que a potência do aparelho foi adequada, pois, permitiu a realização de uma coleta rápida de um bom número de espécimes sem danificá-los. Contudo, o teste também demonstrou que insetos muito pequenos ficam presos na tela granulométrica, sendo então degradados. Nesse sentido, o primeiro aspirador presente em Gibb e Oseto (2019), Schauff (2001) e Steyskal *et al.* (1986) demonstrou ser desvantajoso para a coleta, visto que pode comprometer a saúde do indivíduo e exige esforços físicos respiratórios. O primeiro problema foi solucionado pelo aspirador tipo sopro, mas o segundo não foi mitigado. Neste caso não é possível saber se houve perda de amostragem. Johnson *et al.* (1957), por sua vez, confeccionaram um aspirador cujo esforço também é reduzido, entretanto, os autores destacaram que insetos mais macios são mortos e aqueles muito pequenos ficam presos na mangueira. Devido a isso, a coleta de cupins é inviável com o aparelho, tendo em vista que térmitas são insetos que possuem o corpo sensível. No projeto desenvolvido por Jaycox (1970), o autor ressaltou que insetos muito pequenos ultrapassam a rede de náilon e podem chegar ao ventilador. O mesmo problema foi constatado no aspirador descrito no presente artigo, mas neste caso o contato com o motor foi impedido pelo filtro de feltro. Brophy *et al.* (1982) confeccionaram um aspirador que envolve esforço físico, já que o vácuo é formado pela movimentação de um fole. De forma benéfica, os autores utilizaram uma válvula direcional para impossibilitar a fuga dos artrópodes, impedindo, assim, a passagem delas para o fole. Gary e Lorenzen (1987) produziram um dispositivo de amostragem que reduz o esforço humano, além de conseguir coletar duas abelhas por segundo. Por outro lado, se a gaiola de coleta estiver muito cheia parte do material é perdido, e foi salientado a possibilidade de materiais e insetos entrarem no impulsor rotor. Por fim, Dietrick (1961) e Gary e Marston (1976) não destacaram se houve perda de material, mas uma vantagem dos aparelhos destes autores é que também funcionam por ação de um motor e de uma bateria, respectivamente, embora o de Dietrick (1961) seja pesado e exija, por isso, o emprego da força, e o de Gary e Marston (1976) não permita uma vasta amostragem. Em suma, o novo aspirador entomológico foi muito vantajoso para a coleta, pois o método de sucção pelo motor é prático e, embora haja perda de pouco material, ela é reduzida pelo feltro acoplado. Os outros equipamentos ora apresentaram impossibilidade de utilização para a amostragem de térmitas, ora apresentaram a desvantagem de exigir algum esforço do usuário.

Em relação ao material do recipiente de armazenamento, os testes demonstraram que o ABS suporta bem as vibrações produzidas pelo motor, além de ser economicamente bastante acessível. As propriedades do material permitem a constatação de que ele consegue resistir bem à ação dos cupins. Sendo assim, sua escolha foi adequada para a função requerida. O bocal para cantos e frestas, que entra em contato com os térmitas em algumas coletas, também é de ABS, portanto, é apropriado para a função e não precisou ser modificado em nada. Nenhum dos autores encontrados utilizou o ABS, assim como nenhum realizou a confecção do reservatório mediante impressão 3D. Dentre os equipamentos descritos, apenas os de Brophy *et al.* (1982), que é de *teflon*, de Natal e Marucci (1984), de PVC e de Gary e Lorenzen (1987), de alumínio, possuem recipientes de armazenamento elaborados com materiais resistentes aos térmitas. Nos outros aparelhos os cupins entram em contato com materiais que eles podem danificar. Além disso, os térmitas não conseguem digerir a rede metálica empregada, por isso a escolha dela foi conveniente. Nos testes com formigas foi possível constatar que a tela aprisiona insetos muito pequenos, mas a escolha de uma granulometria menor atrapalha o trabalho do motor, por isso o tamanho escolhido também foi apropriado. O filtro de feltro ficou protegido da mandíbula dos insetos, além de ter sido posicionado de forma que a mão do coletor retire com facilidade a amostragem succionada. Neste quesito, os

aspiradores de Brophy *et al.* (1982) e de Gary e Lorenzen (1987) foram os únicos que apresentaram mecanismos para a contenção dos térmitas elaborados de materiais que não são destruídos por esses cupins. Brophy *et al.* (1982) utilizaram uma válvula unidirecional e Gary e Lorenzen (1987) empregaram uma tela de arame com tampa de folha de alumínio. Entretanto, a válvula pode ser cara e a tela de arame pode possibilitar a passagem dos insetos menores. A ausência de um filtro para a proteção do motor é uma grande desvantagem neste caso. Em virtude disso, a tela metálica de aço inox associada ao filtro de feltro foi extremamente vantajosa para a amostragem de térmitas e, inclusive, de outros insetos. A fixação da referida tela metálica no reservatório foi satisfatória, pois ela permaneceu firme na coleta e na remoção do material amostrado. Além disso, pode ser facilmente unida novamente, já que a cola é acessível. As partes excedentes do aspirador também foram suficientemente preenchidas, pois, os insetos ficaram contidos na superfície. A junção do reservatório com o filtro também foi eficiente e o recipiente de armazenamento ficou muito bem ajustado, como havia sido conferido anteriormente. A remoção para limpeza é fácil, pois o arame pode ser retirado sem muito trabalho.

Além do exposto, o aparelho apresentou um baixo ruído de funcionamento e pouca vibração, tornando o trabalho produtivo e bastante preciso. O motor foi apropriado para a coleta, pois conseguiu sugar rapidamente um bom número de espécimes sem degradar o material. Esse resultado permite a conclusão de que o método empregado para o trabalho, através do motor, foi muito propício. Resultados semelhantes foram descritos por Gary e Lorenzen (1987), Jaycox (1970), e por Natal e Marucci (1984), pois os aspiradores utilizados por estes possuem motores apropriados para a captura de insetos, diferentemente de Brophy *et al.* (1982), Gibb e Oseto (2019), Schauff (2001) e Steyskal *et al.* (1986) que descreveram aspiradores que não otimizam o trabalho do usuário, pois dependem do esforço humano, seja bucal ou braçal, tornando a amostragem mais lenta e menos eficiente. O motor utilizado por Johnson *et al.* (1957), por sua vez, possui muita força de sucção, podendo matar os cupins na coleta. Similarmente, o de Dietrick (1961) também é muito forte, pois consiste em um motor a combustão. Já os equipamentos de Clinch (1971) e Gary e Marston (1976) são movidos a baterias de 12V. Devido não só a isso, mas ao projeto mecânico todo dos aspiradores, ambos não são muito eficazes para o intuito desejado. Assim sendo, os motores mais apropriados para a coleta de térmitas são o do aspirador de pó Electrolux BOSSH, empregado neste projeto mecânico, e os motores dos equipamentos entomológicos utilizados por Gary e Lorenzen (1987) e Jaycox (1970).

Embora o ABS seja um ótimo material para o emprego proposto, como foi destacado, com o passar do tempo ele pode ficar desgastado. Além disso, o manual de instruções do aspirador de pó recomenda que a sucção de água e de materiais muito úmidos seja evitada. Como o motor não foi alterado, sugere-se que a indicação seja atendida para impedir a destruição do equipamento. Ademais, o aparelho proposto funciona apenas a energia elétrica, por isso, a coleta só pode ser realizada em locais nos quais é possível utilizá-la. Desta forma, os ninhos são levados para o laboratório e os térmitas são então removidos, reduzindo, assim, a mobilidade do aspirador. É crucial salientar que, para a remoção da amostragem, o novo equipamento entomológico deve ser inclinado ou colocado em posição vertical, com a abertura de sucção virada para cima. Nessa posição, o indivíduo pode retirar a parte do motor, inserir a mão na parte plástica do filtro e remover cuidadosamente o reservatório, sem haver perda de material. É recomendável também que o filtro e a tela sejam higienizados com água após cada coleta para impedir a obstrução do ar e a poluição do motor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que a modificação mecânica atingiu seu objetivo principal de adaptar um aspirador de pó para um aspirador entomológico específico para coleta de Isoptera a partir de desenhos efetuados mediante realização de medições e utilização do AutoCAD. Observa-se que os desenhos técnicos foram suficientes para o projeto, atendendo ao propósito de armazenar vasta quantidade de térmitas e formar um encaixe adequado com o recipiente de pó.

A efetivação dos testes não foi totalmente satisfatória devido à pandemia que inviabilizou a realização de verificações com cupins. Todavia, este impasse não comprometeu a confiabilidade do novo aspirador, pois os testes com outros insetos ofereceram resultados significativos, e as pesquisas a respeito dos materiais complementam os conhecimentos adquiridos. Como a flotação em água não pôde ser eliminada do processo, o problema do desperdício não foi completamente solucionado. Com efeito, o problema da falta de aspiradores entomológicos específicos para cupins e adequados para a amostragem de grande número destes insetos com menos interferência foi solucionado.

A facilidade para execução do projeto permite que mais cientistas brasileiros possam se engajar nas pesquisas sobre térmitas. Tendo em vista a relevância dos cupins, espera-se que o novo equipamento entomológico possa cooperar para a ampliação do conhecimento sobre estes importantes artrópodes. Como já foi mencionado, o que dificultou a realização de algumas medições e a construção de alguns detalhes do desenho no AutoCAD foi a irregularidade do aspirador escolhido, por isso, recomenda-se o emprego de um modelo mais simétrico com o motor semelhante. Contudo, a agilidade e o fácil manuseio foram totalmente possibilitados pelo equipamento.

Como sugestão para futuros trabalhos, pode-se adaptar a alimentação do aspirador entomológico por meio da utilização de uma bateria automotiva que consiga alimentar o motor do aparelho. Além disso, a facilidade para confecção do novo reservatório e da adaptação mecânica permitem que aspiradores automotivos possam ser utilizados como molde, assim como nos artigos de Gary e Lorenzen (1987), Gary e Marston (1976) e Jaycox (1970). Desta forma, as coletas podem ser realizadas em campo.

REFERÊNCIAS

- ACIOLI ANS; OLIVEIRA PVC. Cupins (Isoptera) invasores da rede elétrica em áreas urbanas na Região do Alto Solimões, Amazônia Ocidental, Brasil. **EntomoBrasilis** 6(2), 150-156, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8403: **Aplicação de linhas em desenhos** - Tipos de linhas - Largura das linhas. Rio de Janeiro: ABNT; 1984.
- AZRANG, M. A simple device for collecting insects. **Entomol. Tidskr** 97, 92-94, 1976.
- BATISTA FG; MELO RR; CALEGARI L; MEDEIROS DT; LOPES PJG. Resistência natural da madeira de seis espécies à *Nasutitermes corniger* Motsch. em condição de campo. **Madera y bosques** 26(2), 2020.
- BROPHY JJ; NELSON D; PAILLE RR. A vacuum aspiration apparatus for the efficient collection of ants. **Australian Journal of Entomology** 21(4), 303-305, 1982.
- CLINCH PG. A battery-operated vacuum device for collecting insects unharmed. **New Zealand Entomologist** 5(1), 28-30, 1971.
- CONSTANTINO R. **Manual de coleta e identificação de cupins**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Zoologia, Laboratório de Termitologia. 9p. 2018.
- DIETRICK EJ. An improved backpack motor fan for suction sampling of insect populations. **Journal of Economic Entomology** 54(2), 394-395, 1961.
- ELECTROLUX. **Manual do usuário BOSSH**. Curitiba: Electrolux. Pesquisado em: 2021.

- FAJAR A.; HIMMI SK; LATIF A; TARMADI D; KARTIKA T; GUSWENRIVO I; YUSUF S; YOSHIMURA, T. Termite assemblage and damage on tree trunks in fast-growing teak plantations of different age: A case study in West Java, Indonesia. **Insects** **12**(4), 295, 2021.
- FERNANDES VJ. **Preferência alimentar de Coptotermes gestroi (Wasmann, 1896) (Blattodea: Rhinotermitidae) por diferentes tipos de madeira em áreas urbanas**. 53 f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade e Biotecnologia Aplicada) - Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2017.
- FERREIRA R de C; FALEIRO HT; SOUZA RF de. **Desenho técnico. Apostila de Circulação interna da Escola de Agronomia e Eng. de Alimentos da Universidade Federal de Goiás**. Goiânia: UFG, 2008.
- GARY N; LORENZEN K. Vacuum device for collecting and dispensing honey bees (Hymenoptera: Apidae) and other insects into small cages. **Annals of the Entomological Society of America** **80**(5), 664-666, 1987.
- GARY N; MARSTON J. A vacuum apparatus for collecting honey bees and other insects in trees. **Annals of the Entomological Society of America** **69**(2), 287-289, 1976.
- GERHARDT TE; SILVEIRA DT. **Métodos de pesquisa**. 1. Ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIBB T; OSETO C. **Insect collection and identification: techniques for the field and laboratory**. Academic Press, 2019.
- JAYCOX E. Collecting and counting honey bees with a vacuum cleaner. **Journal of economic entomology** **63**(1), 327-328, 1970.
- JOHNSON CG.; SOUTHWOOD TRE; ENTWISTLE HM. A new method of extracting arthropods and molluscs from grassland and herbage with a suction apparatus. **Bulletin of entomological research** **48**(1), 211-218, 1957.
- KHAN Md A; AHMAD W (Ed.). **Termites and sustainable management**. Cham, Switzerland: Springer, 2018.
- MARCON FM; DE LUCCA-FILHO, J. Desenho técnico como ferramenta de apoio para eliminação de desperdícios: estudo em empresa metal mecânica. **Revista Interface Tecnológica** **16**(1), 594-606, 2019.
- NATAL D; MARUCCI D. Aparelho de sucção tipo aspirador para captura de mosquitos. **Revista de Saúde Pública** **18**, 418-420, 1984.
- PEIXOTO VV. **Estimulando a visão espacial em Desenho Técnico**. 81p. Dissertação em (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFSC, Florianópolis, 2014.
- SALES MJD; DELABIE JC. Cupins (Blattodea: Termitoidae) em cultivos de eucaliptos: aliados ou problemas? **Centro de Pesquisas do Cacau: Boletim técnico** **213**, 1-28, 2019.
- SCHEIDT JA. **Propondo um ambiente virtual de ensino-aprendizagem para o desenho técnico**. 154f. Dissertação em (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – UFSC, Florianópolis, 2004.
- SCHAUFF ME. (Ed.). **Collecting and preserving insects and mites: techniques and tools**. Washington, Estados Unidos: USDA, 2001.
- STEYSKAL G; MURPHY W; HOOVER E (Ed.). **Insects and mites: Techniques for collection and preservation**. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1986.
- VASCONCELLOS A; MOURA FMS. Wood litter consumption by three species of *Nasutitermes termites* in an area of the Atlantic Coastal Forest in northeastern Brazil. **Journal of Insect Science** **10**(1), 72, 2010.

