

De/Re:Geração: desenvolvimento de uma obra multimídia baseado em cigarras e bioplásticos como interfaces de toque

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO ORAL EM SIMPÓSIO TEMÁTICO (ON-LINE)

SUBÁREA: Ecologia Sonora e Criação Musical

Adriano Claro Monteiro
Universidade Federal de Goiás
adrianomonteiro@ufg.br

Rafaela Blanch Pires
Universidade Federal de Goiás
rafaela.pires@ufg.br

Resumo: Este artigo apresenta resultados parciais de uma pesquisa artística em andamento. O trabalho tem por objetivo criar uma obra que integra aspectos da ecologia sonora das cigarras em um ambiente multimídia interativo, controlado por interfaces tangíveis confeccionadas com bioplásticos à base de amido de mandioca. Com estreia prevista para outubro de 2025, a obra articula perspectivas ecológicas tanto em sua dimensão poético-conceitual — inspirada no ciclo de vida das cigarras e nas ideias de regeneração — quanto em sua dimensão material, por meio da aplicação de materiais biodegradáveis na construção de objetos cênicos e de sua incorporação a dispositivos eletrônicos. O artigo discute aspectos teóricos e técnicos do projeto, incluindo uma introdução aos bioplásticos e às cigarras, e apresenta as duas etapas principais do processo criativo. A primeira consistiu no desenvolvimento de um protótipo de interface multimídia, no qual biomateriais foram integrados a sensores, realizada durante residência dos autores no Ligeti Zentrum (Hamburgo, Alemanha), com apoio do programa Ibermúsicas. A segunda etapa concentra-se no aprofundamento conceitual e na finalização do aparato performativo, que abrange um sistema com 48 motores vibratórios distribuídos pelas paredes do espaço expositivo, subwoofers para a emissão de ondas de baixa frequência — capazes de estimular a percepção tátil do público — e mecanismos eletrônicos que evidenciam, visual e sonoramente, a vibração como meio de produção sonora.

Palavras-chave: Performance multimídia; Instalação multimídia, Cigarras; Interfaces tangíveis; Bioplásticos.

De/Re:Generation: development of a multimedia work based on cicadas and bioplastics as touch interfaces

Abstract. This article presents partial results from an ongoing artistic research project. The work aims to create an artwork that integrates aspects of the acoustic ecology associated with cicadas within an interactive multimedia environment, controlled through tangible interfaces made from cassava-starch-based bioplastics. Scheduled to premiere in October 2025, the piece brings together ecological perspectives both in its poetic-conceptual



dimension — drawing on the cicada life cycle and ideas of regeneration — and in its material dimension, through the use of biodegradable materials in the construction of scenic objects and their incorporation into electronic devices. The article discusses theoretical and technical aspects of the project, including an introduction to bioplastics and to cicadas, and presents the two main stages of the creative process. The first consisted in developing a multimedia interface prototype in which biomaterials were integrated with sensors, carried out during the authors' residency at the Ligeti *Zentrum* (Hamburg, Germany), with support from the Ibermúsicas program. The second stage focuses on conceptual refinement and on finalizing the performative apparatus, which includes a system with 48 vibration motors distributed along the walls of the exhibition space, subwoofers for the emission of low-frequency waves — capable of stimulating the audience's tactile perception — and electronic mechanisms that render vibration, visually and sonically, as a medium of sound production.

Keywords: Multimedia performance, Multimedia installation; Cicadas, Tangible interfaces; Bioplastics.

1. Introdução

Apresentamos neste artigo, os resultados parciais de uma investigação artística que combina o uso de plásticos biodegradáveis feitos a partir do amido de mandioca e de dispositivos eletrônicos para criação de uma obra que tematiza as cigarras e seu papel na ecologia sonora. O projeto nasceu da vontade dos autores de combinar os resultados de suas pesquisas anteriores: a criação de performances audiovisuais, realizados pelo primeiro autor (Monteiro e Pires, 2025), e a investigação artística sobre a aplicação de biomateriais feitos à base de mandioca desenvolvidas pela segunda autora (Pires, 2025; Pires e Júnior, 2019). A obra que resulta desta pesquisa será estreada em meados do mês de outubro de 2025 no Centro Cultural da UFG, na cidade de Goiânia (GO).

Para este novo projeto, nosso objetivo foi criar uma obra musical e cênica que incorpore objetos feitos com os bioplásticos como interfaces tangíveis no controle de um ambiente de performance multimídia. O trabalho dialoga com perspectivas ecológicas tanto em sua dimensão poético-conceitual, nas sonoridades e visualidades que as cigarras possam suggestionar em nosso processo de criação artística, quanto materialmente, na aplicação de biomateriais para a feitura dos objetos cênicos e a sua incorporação em interfaces eletrônicas.

A inspiração poética nas cigarras veio da observação de que as peças feitas de bioplásticos desenvolvidas anteriormente pela segunda autora no projeto *We are Seeds* (Figura 1) lembram, em muitos aspectos, os exoesqueletos deixados pelas cigarras ao emergirem do solo. Essa semelhança está nas cores, transparência, nas formas irregulares, além de remeterem



simbolicamente à ausência dos corpos que um dia ocuparam aquelas peles. A emergência das cigarras na primavera é um evento natural notório àqueles que habitam boa parte dos ecossistemas brasileiros. No cerrado, onde vivemos, marca a mudança de estação do período seco ao período chuvoso. Quando as cigarras emergem com as primeiras chuvas, seu canto em coro e os milhares de exoesqueletos espalhados pelos troncos das árvores são índices inescapáveis de sua presença no ambiente, marcando a passagem de sua fase de ninfa para adultas.

Tal conexão poética e conceitual foi explorada inicialmente na obra escultural intitulada “Circadiana” desenvolvida pela segunda autora. “Circadiana” foi composta por eletrônicos, sons gravados de cigarras ativados pelo toque, restos de bioplásticos que um dia foram uma segunda pele, e exoesqueletos de cigarras (Figura 2).

Para o trabalho aqui relatado decidimos aprofundar estes conceitos e aspectos técnicos em um novo projeto no campo da performance musical e cênica intitulado “De/Re:Geração”. Nos itens seguintes deste artigo realizamos uma introdução sobre os bioplásticos, as cigarras, para discutirmos as etapas de desenvolvimento da pesquisa, seus resultados e prospecções futuras.

Figura 1 - Exoesqueleto humano de bioplástico de amido de mandioca para a obra *We are Seeds* (Performer: Jarlene Pinheiro)



Fonte: Acervo próprio dos autores

Figura 2 - “Circadiana”, exposta na galeria Canteiro, 2024.



Fonte: Acervo próprio dos autores

1.1 Bioplásticos

Bioplásticos ou biopolímeros são plásticos produzidos a partir de fontes renováveis ao invés de insumos não renováveis como o petróleo na produção dos plásticos convencionais (Pires, 2025). Existem inúmeros tipos de bioplásticos que variam entre maior e menor quantidade de ingredientes de fontes renováveis e não renováveis e os que são mais ou menos biodegradáveis. Muitos bioplásticos produzidos industrialmente recebem aditivos que auxiliam a estabilizar o material para uso mercadológico, atendendo às características esperadas pelo consumidor de alta durabilidade, resistência e hidrorrepelência. Porém, tais aditivos podem fazer com que o material não se degrade com tanta facilidade, mantendo alguns impactos ambientais como os encontrados no plástico convencional. Neste artigo, trataremos dos bioplásticos que passam por polimerização e que são feitos de forma caseira, com ingredientes simples encontrados nos supermercados, como amido de mandioca, vinagre de álcool, água e glicerina. A polimerização é uma reação química de encadeamento molecular que dá origem a materiais poliméricos, podendo ocorrer por meios sintéticos ou estar presente em materiais de

origem natural. A polimerização do bioplástico de amido de mandioca ocorre através do processo de gelificação quando os ingredientes são levados a temperaturas mais quentes.

Estes bioplásticos feitos de forma caseira, no formato faça-você-mesmo e de baixo custo, vem ganhando destaque como material para a realização de artesanato, para designers como meios de experimentos iniciais, ou como potenciais alternativas de produtos circulares e/ou com baixo impacto ecológico. Os resultados destas receitas, porém, apresentam características menos estáveis que os plásticos convencionais: eles enrugam e deformam suas dimensões com o tempo, podem embolorar com mais facilidade, alteram suas texturas e flexibilidade de acordo com a umidade do ar, podem rasgar, estilhaçar ou esfarelar com facilidade. Por outro lado, sob um ponto de vista artístico, tais características conferem espaço rico de possibilidades performativas e de significação a partir do comportamento do material. Por exemplo, o projeto *We are Seeds* (Pires, 2025) adotou a característica da facilidade do material em se degradar a partir da ação de microrganismos do solo (Samir et al., 2022; Stathatou et al. 2023), para uma performance na qual partes de corpos femininos feitos com bioplástico de amido de mandioca com a adição de sementes são lançados contra uma parede, os “corpos” estilhaçam lançam as sementes que caem sobre a terra, que germinam enquanto os estilhaços de bioplástico se degradam. Assim, o cenário das plantas que crescem enquanto as “partes do corpo” se degradam mantém rastros da performance, que trata da regeneração ao longo do tempo, mesmo após o momento do ato performático.

Para a obra desenvolvida no projeto homônimo, *De/Re:Geração*, o biomaterial tomou forma arredondada, de um casulo, que remete à membrana que encobre o corpo da cigarra em estado de ninfa, servindo tanto à ambientação visual da instalação, quanto como interface sonora (que será discutido com mais profundidade nos itens a seguir) e objeto performativo (Figura 3), carregando simbolicamente a conotação da degradabilidade (degeneração), regeneração e ciclicidade/circularidade dos corpos e exúvias das cigarras em seu meio ambiente.

Tal temática nesta prática artística pode se correlacionar com o pensamento de Donna Haraway, especialmente no livro “Ficar com o problema” (2016), no qual a autora propõe que precisamos aprender a morrer não como um fim passivo, mas como parte de processos regenerativos e coletivos de transformação. Haraway ficcionaliza ao propor um novo tempo geológico-cultural, o Chthuluceno, no qual humanos aceitam que não são separados do mundo



natural, e que nossas existências estão entrelaçadas a ciclos de vida, morte e regeneração de múltiplas espécies e materiais, por isso aprendem a morrer, aceitando essa morte não como apocalíptica, mas compostável. Além disso, Haraway convida a pensar sobre relações multiespécies, nas quais humanos, bactérias, plantas, fungos e até objetos estão imbricados em relações de co-criação e simpoiese (produzir com).

Figura 3: Experimentos cênicos com performers do grupo Nalini Cia de Dança e casulos de bioplásticos realizados para o projeto De/Re:Geração, 2025.



Fonte: Acervo próprio dos autores

1.2 Cigarras

De acordo com o livro de divulgação científica e catalogação sobre as espécies de cigarras no Brasil intitulado “Cigarras do Brasil” (Nunes et al., 2023), as cigarras pertencem à ordem Hemiptera, à família Cicadidae¹ e são conhecidas pela produção de sons emitidos pelos machos para atrair as fêmeas durante a reprodução. Conforme indicam os autores, cada espécie de cigarra têm um som característico, o que facilita o reconhecimento de cada uma, mesmo quando várias espécies coexistem. O livro indica a presença de 168 espécies diferentes no território Brasileiro, de acordo com a bibliografia disponível, número que se altera cada vez que novas espécies são descobertas. Nos diversos continentes, com exceção da Antártida, foram catalogados 450 gêneros e mais de 3000 espécies (Jiang, Moulds e Blank, 2025).

¹ De acordo com os autores, é importante não confundir as cigarras das cigarrinhas, as quais pertencem a outras famílias da mesma ordem e se distinguem por apresentarem dois ocelos, menor tamanho, asas coloridas e mais ornamentação.



As cigarras desempenham um papel significativo no equilíbrio dos ecossistemas. Elas servem de alimento para diversos predadores, como aves e outros animais, integrando a cadeia alimentar e auxiliando na manutenção do equilíbrio ecológico.

Figura 4: Ninfa cavando túnel subterrâneo próximo à raízes de plantas



Fonte: Foto do acervo de Kleber Damaso, 2025.

Durante a fase ninfal, subterrânea, que pode durar de 1 a 17 anos dependendo da espécie, as ninfas das cigarras cavam túneis no solo (Figura 4). Essa atividade contribui para a aeração e drenagem do solo, promovendo um ambiente saudável para o crescimento das plantas. Após a fase de ninfa, as cigarras emergem do subsolo, saem dos seus exoesqueletos (também conhecidos como exúvia), marcando a transição para a fase adulta e prontas para o acasalamento. Os exoesqueletos, geralmente, podem ser vistos presos nos troncos de árvores ou caídos no solo, próximos aos troncos. Na vida adulta, as cigarras morrem e seus corpos se decompõem, liberando nutrientes essenciais que enriquecem o solo e beneficiam o desenvolvimento da vegetação local.

De acordo com a imagem abaixo (Figura 5) é possível visualizar as espécies de cigarras distribuídas pelas regiões e estados brasileiros.



Figura 5: Principais cigarras nos estados brasileiros



Fonte: NUNES, et al. 2023.

Além dos diferentes sons emitidos por distintas espécies de cigarras, os sons podem também variar entre a própria espécie e entre diferentes espécies, de acordo com o artigo de Sueur e Sanborn (2003) sobre a relação da temperatura ambiente e a potência do som do canto das cigarras. Conforme argumentam os autores, os machos das espécies do gênero *Tibicina*, encontrada no mediterrâneo, podem produzir quatro principais categorias de sinais acústicos em diferentes ocasiões: a canção de rivalidade é produzida quando dois machos competem por um local para cantar, enquanto a canção de angústia é emitida quando os machos são capturados por um predador. Já a canção de chamado é o principal sinal acústico usado pelos machos para atrair fêmeas a longas distâncias. A canção de cortejo é produzida quando um macho está próximo de uma fêmea, sendo um sinal de curta distância para estimular o acasalamento.

A interseção entre música e bioacústica não é incomum. Citamos exemplos no campo da música eletroacústica como a obra *Círculos Ceifados* (1997, 2008), de Rodolfo Caesar, ou *De Silenti Natura* (2021), de Henrique Vaz, que utilizam processos de análises e ressíntese dos sons de mosquitos, sapos, morcegos, (entre outros) para incorporá-los em suas composições. Caesar opera pela observação de semelhança entre os espectros de frequências produzidos por

animais e aqueles produzidos pela síntese por modulação de frequência. Vaz utiliza a síntese sonora por modelagem física para modelar algoritmicamente o comportamento mecânico dos sistemas físicos de produção sonora dos animais. Também não poderíamos deixar de mencionar a gravação do canto das cigarras como elemento protagonista na peça pioneira do gênero da paisagem sonora *Presque rien No1, le lever du jour au bord de la mer* (1967-70) de Jean Luc-Ferrari.

Naturalmente, nos inspiramos nos cantos das cigarras para a concepção musical do projeto De/Re:Geração. Iniciamos buscando referência direta nos sons das cigarras através de gravações de campo realizadas em duas cidades do país: Goiânia (GO) e Campinas (SP) (observamos tipos de canto diferentes que sinalizam espécies distintas predominantes nessas regiões), bem como adotando processos computacionais miméticos dos sons da cigarras através de sínteses por modelos físicos (Matsumura, 2022; Farnell, 2010), no mesmo espírito das obras de Ferrari, Caesar e Vaz. Ao decorrer da pesquisa nossa concepção musical e os métodos de produção sonora foram alterados. Passamos a optar por abordagens de referenciação indireta como estratégias poéticas, abordagens que enfatizam o mecanismo produtor de som pela vibração e a evidenciação da perspectiva de percepção sonora das cigarras, trajetória que é descrita em mais detalhes nos itens a seguir.

2. Primeira etapa da pesquisa: desenvolvimento do primeiro protótipo de interface com bioplásticos

Esta etapa da pesquisa foi desenvolvida entre outubro de 2024 e fevereiro de 2025 e enfocou na elaboração de um primeiro protótipo de interface multimídia a partir da integração dos biomateriais a base de amido de mandioca com componentes eletrônicos.

A etapa se iniciou na Universidade Federal de Goiás em Goiânia (GO), instituição de nosso vínculo profissional, e teve sua finalização no Ligeti *Zentrum*, um espaço interdisciplinar na cidade de Hamburgo, Alemanha, vinculado à quatro universidades da região², entre Janeiro e

² Hamburger Hochschule für Musik und Theater (HfMT) (Universidade de Música e Teatro de Hamburgo), Technischen Universität Hamburg (TUHH) (Universidade de Tecnologia de Hamburgo), der Hamburger Hochschule für Angewandte Wissenschaften (HAW) (Universidade de Ciências Aplicadas de Hamburgo) e Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE) (Hospital universitário Hamburg-Eppendorf).



Fevereiro de 2025, período no qual estivemos como pesquisadores visitantes no centro com financiamento do programa Ibermúsicas.

A orientação que demos para o desenvolvimento das interfaces foi a de manter o aspecto *DIY* (faça-você-mesmo) e de (relativo) baixo custo, indo ao encontro das características dos bioplásticos caseiros e adequando-o ao contexto econômico brasileiro, com intuito de ampliar o acesso e a reprodutibilidade dos objetos desenvolvidos.

Iniciamos a pesquisa com testes de integração dos materiais bioplásticos com sensores de toque por capacitância elétrica³. Um sensor de capacitância foi a base do processo de interação no trabalho “Circadiana”, escolha factível devido à condutividade (ainda que baixa) apresentada pelo bioplástico de mandioca, provavelmente devido às moléculas de água que fazem parte de sua composição. Para o projeto *De/Re:Geração*, desejamos tornar a interação por toque com o material mais sofisticada. Porém, novas tentativas através da capacitância do material falharam em proporcionar resultados estáveis e detecção de padrões de toque mais refinados. Duas frentes foram tomadas para avançar nesse objetivo: 1) a modificação da receita do bioplástico através de dopagem com substâncias condutivas; 2) a pesquisa, na literatura especializada da área, por outras abordagens de construção de sensores de toque. Abaixo apresentaremos uma breve descrição dos resultados dessas etapas. Maiores detalhes serão discutidos posteriormente em publicações dedicadas.

A primeira frente foi desenvolvida entre outubro e dezembro de 2024 em Goiânia (GO). Novas amostragens de biomateriais foram criadas a partir da adição de carvão ativado, grafite e/ou óxido de zinco à receita, bem como foram testadas variações nas proporções dos ingredientes e a substituição do amido de mandioca por gelatina (Figura 6).

³ Método amplamente difundido e facilmente implementado através de circuitos de prototipagem como arduinos e módulos eletrônicos dedicados que são disponíveis no mercado.



Figura 6: Estudo de receitas base com dopagem de ingredientes que pudessem incrementar a condutibilidade do material

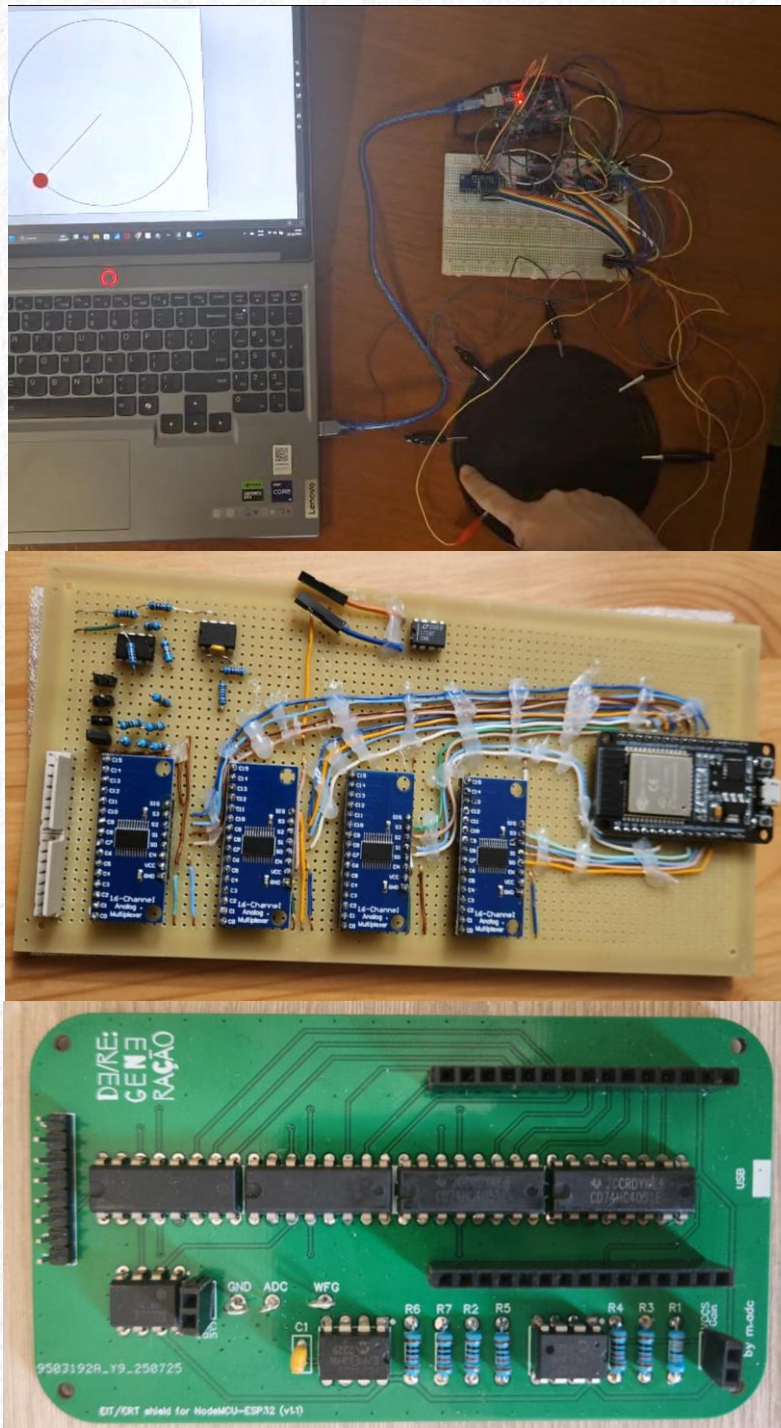


Fonte: Acervo próprio dos autores

A condutividade elétrica das amostras desenvolvidas foi medida. Os resultados apontaram que a dopagem (especialmente a com grafite) aumentou a condutividade dos materiais, ainda que também tenham alterado significativamente aspectos físicos e características estéticas, como coloração, textura, flexibilidade e resistência à quebra.

Em relação à metodologia para construção de sensores, iniciamos com um levantamento bibliográfico no campo da engenharia de interfaces que nos levou à literatura sobre aplicação de métodos de tomografia por impedância elétrica para construção de interfaces (Yoon et al, 2027; Chen et al. 2021). Realizamos estudos e protótipos de implementação da metodologia em aumento gradual de nível de complexidade, primeiramente com circuitos construídos em placas de ensaio, culminando num primeiro protótipo soldado em placa de fenolite realizado durante a residência no Ligeti *Zentrum* em Hamburgo (Figura 7). A implementação do circuito feito para o protótipo na placa de fenolite foi posteriormente realizada numa placa de circuito impresso (PCI) customizada, já de volta à Goiânia (GO), na segunda etapa da pesquisa relatada no item a seguir.

Figura 7: Acima, a implementação do protótipo inicial do sensor de toque com base no bioplástico de mandioca em placa de ensaio; ao centro, o protótipo posterior soldado em placa de fenolite; abaixo, a placa de circuito impresso customizada, com o mesmo circuito da versão anterior.



Fonte: Acervo próprio dos autores

Como resultado dessa etapa, realizamos ao final de nossa estadia Ligeti Zentrum uma instalação sonora com um objeto escultural contando com o nosso primeiro protótipo de interface obtido da combinação entre os materiais bioplásticos, o *hardware* desenvolvido, e de algoritmos de aprendizagem de máquina. Na exibição da instalação, cinco padrões de toques sobre o objeto de bioplástico foram treinados. Os reconhecimentos desses padrões foram mapeados para controlar uma paisagem sonora sintetizada em tempo real e difundida num sistema de som imersivo de 32 alto falantes instalado no *Production Lab* do Ligeti Zentrum (Figura 8).

Figura 8 : Registro da exposição do primeiro protótipo de objeto escultural interativo de bioplástico no Ligeti Zentrum, Hamburgo, Alemanha.



Fonte: Acervo próprio dos autores

Naturalmente, na composição da paisagem sonora escolhemos o canto das cigarras como sonoridade protagonista. Conforme mencionado anteriormente, o som das cigarras foi obtido pela reprodução de uma gravação realizada em setembro de 2024, no campus da Universidade Federal de Goiás, bem como por algoritmos de síntese por modelagem física derivados do trabalho de Matsumura (2022). A paisagem sonora completa também contou com sínteses por modelos físicos de outros insetos, as quais foram baseadas no livro *Designing*

Sound de Andy Farnell (2010). Os reconhecimentos de cada um dos cinco padrões de toque no objeto de bioplástico foram mapeados para disparar alterações paramétricas no algoritmo gerador da paisagem sonora: na presença e na trajetória das fontes sonoras no espaço tridimensional, e nos parâmetros dos algoritmos de síntese, fazendo com que os sons resultantes transitassem entre mimesis realistas dos insetos e fontes claramente sintéticas.

3. Segunda etapa da pesquisa: aprimoramentos e criação da obra

A segunda etapa de pesquisa se deu a partir de março de 2025 em Goiânia (GO), sendo o estágio o qual se encontra a pesquisa enquanto redigimos essa comunicação. Nesta etapa, nos concentramos na concepção da obra e no aprimoramento do método de interface desenvolvido. Nos ateremos neste relato a tratar sobre o primeiro item, cabendo à descrição da interface, conforme mencionado anteriormente, uma publicação futura dedicada⁴.

Eventos ocorridos na primeira fase da pesquisa influenciaram decisões que foram tomadas na segunda etapa: o contato com o trabalho desenvolvido com motores de vibração e transdutores pelos pesquisadores do *Haptics Lab* do *Ligeti Zentrum* (laboratório de pesquisa em dispositivos hápticos), e a fortuita tomada de conhecimento sobre um instrumento eletrônico denominado “Cicada”⁵, quando buscamos pela literatura sobre algoritmos de modelagem física de sons de cigarras. Esse instrumento é baseado na aplicação de transdutores acústicos acoplados a excitadores em formato de palhetas, que operam sobre a excitação e a modulação dos modos de ressonância de superfícies para posterior recaptura elétrica do sinal acústico.

Em conjunto com membros da equipe de cenografia e performance do projeto, realizamos um exercício de especulação poético-conceitual. Partimos do dado de que a produção sonora das cigarras é feita pela vibração de uma membrana alojada no exterior do seu abdômen, denominada tímalo (Maccagnan, 2008). Nos lembramos de que a cigarra passa a maior parte de sua vida no subsolo, como ninfa. Elucubramos: os fenômenos sonoros subterrâneos seriam relevantes para as cigarras? A priori não parece que a produção de sons no

⁴ Vale brevemente mencionar que a continuidade da pesquisa sobre a interface com materiais bioplásticos conta com aprimoramento do *hardware* customizado, com implementação da PCI conforme mostrado no item anterior, aprimoramentos no *design* circuito, bem como aprimoramentos no *software* de aprendizagem de máquina utilizado.

⁵ Desenvolvido pela empresa estadunidense *Physical Synthesis* (<https://www.physical-synthesis.com/>)



subsolo seja de maior relevância. E, imerso em terra, provavelmente os “sons” mais relevantes para esse inseto seriam infrassons: as vibrações de baixa frequência propagadas pelo meio sólido, no qual a ninfa da cigarra está imersa, e que seriam percebidos através da superfície de seu corpo. Informações valiosas sobre o seu ambiente. Logo, a ecologia sonora em que a cigarra se insere, na maior parte de sua vida, deve ser guiada por qualquer sentido de inseto semelhante ao que denominamos de “tato”: a sensação de vibração percebida através da superfície de seu pequeno corpo. Talvez seja apenas quando ela emerge do solo, nos últimos dias de sua existência, que os sons aéreos se tornem mais importantes – aqueles que definirão o seu encontro com um parceiro de acasalamento e garantirão a reprodução da espécie.

Por último, mas não menos importante, nos lembramos de que o sentido da audição, com toda permissão poética para generalizações e imprecisões, é não mais do que uma especificação fisiológica e cognitiva de um mecanismo, a priori, tátil. Uma membrana que traduz as vibrações do meio através de um conjunto com células especializadas em que canais iônicos mecanicamente sensíveis são ativados pelo deslocamento físico de membranas celulares ou estruturas associadas, permitindo influxo de íons e despolarizando às células receptoras que iniciam a transmissão do sinal por nervos especializados.⁶

Esse conjunto de influências, coincidências e reflexões nos fez considerar as seguintes diretrizes para a continuidade do trabalho:

- A percepção *tátil* do som passou a ser elemento central da composição sonora/musical do projeto.
- Dispositivos eletrônicos de vibração seriam incluídos na concepção da obra.
- O material sonoro usado no projeto seria dividido em sons subterrâneos (táteis, de baixa frequência) e sons aéreos (de alta frequência).

Consequentemente, os métodos de produção sonora foram reformulados em relação ao que havia sido realizado na primeira fase da pesquisa, para a instalação exibida no Ligeti *Zentrum*. Passamos a adotar exclusivamente dois métodos de geração sonora: 1) o uso de *subwoofers* para reprodução de ondas senoidais com altas amplitudes e baixas frequências (de

⁶ Ou talvez, em uma generalização um pouco menos imprecisa, possamos dizer que os sentidos auditivo e tátil são especificações de um mesmo mecanismo fisiológico.



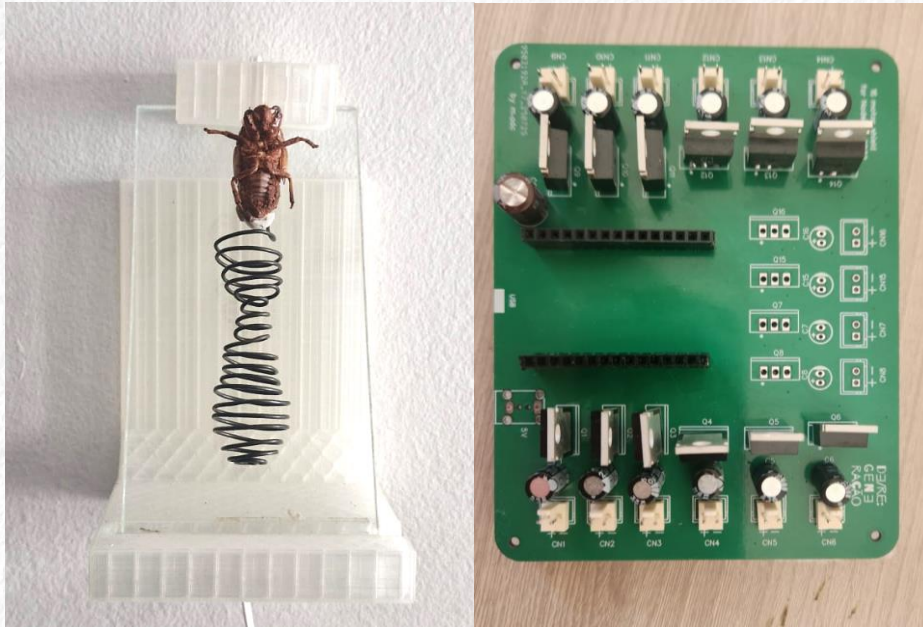
não mais de uma centena de Hertz), buscando salientar fortes interações de batimentos e percepções táteis diretamente estimuladas no corpo, ou com a vibração por simpatia de objetos do ambiente (sons subterrâneos); 2) a construção de mecanismos eletrônicos que evidenciem (sonora e visualmente) a vibração mecânica enquanto meio de produção sonora (sons aéreos).

Para execução do segundo item, iniciamos experimentações de construção de dispositivos eletrônicos inspirados no instrumento “Cicada”, reproduzindo o mecanismo de propagação de vibrações baseado no acoplamento entre um transdutor acústico, uma palheta (objeto excitador) e uma superfície ressonadora. Posteriormente, entendemos como esteticamente mais interessante para nossa proposta um segundo tipo de dispositivo composto de motores de vibração de massa rotativa excêntrica conectados a objetos de formatos livres feitos de fios metálicos, que propiciaram variados modos de excitação nas superfícies de ressonâncias e, como consequência, diferentes sonoridades. Estabelecemos placas com superfície de 15cm x 8cm de diversos materiais (como vidro, cerâmica, MDF, metal, etc.) como os modelos de materiais ressonadores. Construímos um suporte para esses materiais e o motor acoplado ao objeto excitador através de impressão 3D com filamentos de PLA. No projeto de concepção da obra, 48 desses dispositivos estarão espalhados fixados nas paredes da sala de apresentação (Figura 9, à esquerda). Os padrões de vibração dos dispositivos são controlados algoritmicamente através de uma interface construída com um microcontrolador e uma placa de circuito impresso customizada com entrada para 16 motores (Figura 9, à direita). Os objetos de bioplásticos espalhados na sala serão utilizados como interfaces de interação com os sistemas de produção sonora através do sistema de sensores. A Figura 10 apresenta uma maquete digital do ambiente-instrumento composto para o trabalho.

A obra será apresentada em dois formatos: 1) como uma performance musical e cênica em que todo o aparato de produção sonora será tocado pelos autores através de computadores conectados às interfaces e de algoritmos criados para esse formato, acompanhando a performance corporal de um ou mais artistas do corpo que também irão interagir com os objetos de bioplásticos; 2) como uma instalação em que o público lida diretamente com as esculturas de bioplásticos (conectadas ao sistema de sensores) que controlará o aparato de produção sonora intermediado por algoritmos criados para esse formato.

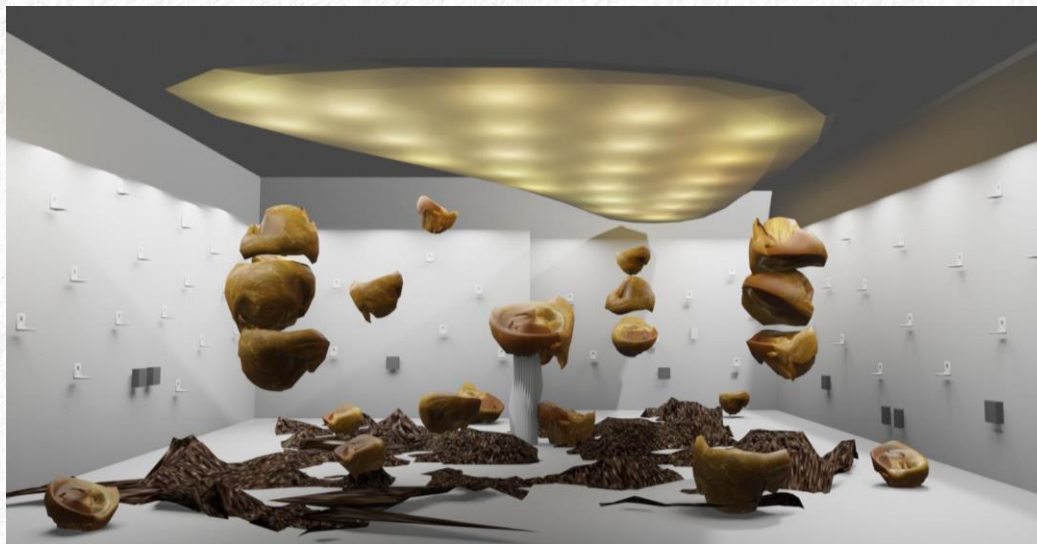


Figura 9 : À esquerda, módulo de mecanismo de vibração e emissão sonora do projeto De/Re:Geração; à direita PCI com circuito customizado para controle da vibração dos motores no módulo à esquerda.



Fonte: Acervo próprio dos autores

Figura 10: Maquete 3D para o ambiente instalativo da obra De/Re:Geração



Fonte: Acervo próprio dos autores

4. Discussão e considerações finais

Nesse artigo relatamos o desenvolvimento de uma pesquisa artística com objetivo de produzir uma nova obra musical e cênica tematizando a ecologia sonora em torno das cigarras e integrando objetos feitos à base de bioplásticos de amido de mandioca com recursos eletrônicos em um ambiente de performance multimídia.

O projeto sonoro-musical do trabalho propõe uma perspectiva de ecologia sonora que coloca o inseto cigarra como protagonista. Partimos de uma concepção eco-acústica, na primeira fase da pesquisa, em que o ouvinte, pressupostamente humano, é colocado em posição central: imerso numa paisagem sonora onde o canto das cigarras, e de outros insetos do ambiente natural onde elas habitam, compõem o ecossistema sonoro que o cerca. Na segunda fase da pesquisa trouxemos uma mudança da perspectiva: o ouvinte é colocado no lugar de percepção eco-acústica das cigarras: a importância da tatilidade do fenômeno acústico é trazida para o primeiro plano, tal como, hipoteticamente, seria para as cigarras na maior parte de suas vidas submersas no solo, em estado de ninfa.

Relatamos no artigo duas fases da pesquisa. Na primeira tivemos como principais resultados a implementação de um sistema eletrônico que transforma os bioplásticos em interfaces tangíveis. Relatamos a sua aplicação na produção de um protótipo de objeto cênico-escultural interativo que controlou uma paisagem sonora sintética, difundida através de um sistema de som imersivo multicanal. Sobre a segunda fase, descrevemos a reelaboração sonoro-musical da obra com o uso de 48 motores de vibração espalhados no ambiente, e de *subwoofers* para emissão de ondas acústicas de baixa frequência e alta amplitude, ambos buscando enfatizar o aspecto tátil da percepção sonora conforme a mudança de perspectiva eco-acústica relatada acima. Associação que é reforçada pelas interfaces tangíveis a base de bioplástico. Assemelhando-se em aspecto com os exoesqueletos deixados pelas cigarras, os padrões de toque em sua superfície dispararam esses eventos sonoros, conectando ação e reação pelo sentido do tato e tendo as cigarras como elemento simbólico dessa intermediação.

O sistema de produção sonora que em parte é baseado nos dispositivos com motores vibratórios dialoga com algumas obras no campo das artes sonoras, como os trabalhos do artista suíço Zimoun ou a obra “Lugares Sonoros (Teclado Dodecafônico Concreto)” do brasileiro



Paulo Nenflidio. Diferentemente desses trabalhos, entendemos o ambiente instalativo menos como a obra finalizada⁷, e mais como um “instrumento composto” (Schenell e Battier, 2002) que integra a obra que será performada através dele. Esse instrumento composto inclui algoritmos que intermediam o controle dos motores e portam parte do planejamento de organização musical para atender a dinâmica da performance.

No momento da redação desta comunicação, o projeto se encontra nos estágios finais de desenvolvimento. As concepções musicais e cênicas para a performance estão em fase de elaboração e ensaio, bem como alguns dos recursos técnicos (como os circuitos e algoritmos de interface de toque) passam por constante aprimoramento.

A estreia da obra está prevista para outubro de 2025 no Centro Cultural da UFG na cidade de Goiânia (GO). Durante trinta dias será apresentada em dois formatos: enquanto instalação interativa, e como uma performance musical-cênica e multimídia em que o aparato de objetos-sensores de bioplásticos e os dispositivos de produção sonora serão performados acompanhando a performances corporais.

Referências

CAESAR, Rodolfo. *Círculos Ceifados*. Rio de Janeiro: 7 Letras/Fapesp, 2008.

CHEN, Haofeng; YANG, Xuanxuan; WANG, Peng; GENG, Jialu; MA, Gang; WANG, Xiaojie. *A Large-Area Flexible Tactile Sensor for Multi-Touch and Force Detection Using Electrical Impedance Tomography*. *IEEE Sensors Journal*, [S.l.], v. 22, n. 7, p. 7119–7129, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2022.3155125>. Acesso em: 28 jul. 2025.

CÍRCULOS CEIFADOS. Rodolfo Caesar (Compositor). Obra eletroacústica acusmática. Composta em 1997. Álbum: Rodolfo Caesar - Música Eletroacústica Brasileira. São Paulo: selo Lami, 2021. Disponível em: <https://lami-usp.bandcamp.com/track/c-rculos-ceifados>. Acesso em: 28 jul. 2025.

DE SELENTI NATURA. Henrique Vaz (Compositor). Obra eletroacústica acusmática. Composta em 2021. Álbum: De Silenti Natura. Lucenec, Slovakia: selo Mappa, 2024. Disponível em: <https://mappa.bandcamp.com/track/hidrofonias>, Acesso em: 28 jul. 2025.

⁷ Ainda que a exposição do ambiente e do sistema interativo enquanto instalação também seja uma versão de apresentação do trabalho que será realizada. Contudo, para esse caso, os processos algorítmicos que intermediam as detecções de padrões de toque nos bioplásticos, bem como as respostas dos sistemas geradores de som, serão reprogramados para atender a especificidade do formato.



FARNELL, Andy. *Design Sound*. Cambridge: MIT Press, 2010.

HARAWAY, Donna. *Ficar com o problema: fazer parentes no Chthuluceno*. São Paulo: N-1 Edições, 2023.

MORIYAMA, Minoru; NUMATA, Hideharu. *Induction of egg hatching by high humidity in the cicada *Cryptotympana facialis**. *Journal of Insect Physiology*, v. 52, n. 11–12, p. 1219–1225, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2006.09.005>. Acesso em: 28 jul. 2025.

JIANG, Hui; MOULDS, Maxwell S.; BLANK, Stephan M.; RUST, Jes; WEDMANN, Sonja. *Sounds from the Eocene: the first singing cicada from the Messel Pit, Germany*. *Scientific Reports*, v. 15, art. 12826, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94099-7>. Acesso em: 28 jul. 2025.

MACCAGNAN, Douglas Henrique Bottura. *Cigarra (Hemiptera: Cicadidae): emergência, comportamento acústico e desenvolvimento de armadilha sonora*. 2008. 90 f. Tese (Doutorado em Ciências, Área: Entomologia) — Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Departamento de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Ribeirão Preto, 2008. Disponível em: https://www.ffclrp.usp.br/imagens_defesas/02_05_2013_16_12_59_45.pdf. Acesso em: 7 set. 2025.

MATSUMURA, Seiichiro. *Synthesis of Cicada Chirping Sound By Physical Modeling Synthesis*. *Journal of Sonic Arts (Japanese Society for Sonic Arts)*, v. 14, n. 2, p. 9–12, 2022. Disponível em: <https://data.jssa.info/paper/2022v14n02/2.Matsumura.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2025.

MONTEIRO, Adriano Claro; PIRES, Rafaela Blanch. *A Dissolução do Ser: do audiovisual às máscaras instalativas*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO EM MÍDIAS INTERATIVAS – SIIMI, 12., 2025, São Caetano do Sul. Anais... São Caetano do Sul: Instituto Mauá de Tecnologia, 2025.

NUNES, Vera L.; RUSCHEL, Tatiana P.; MACCAGNAN, Douglas B. H.; SIMÕES, Paula C.; ACOSTA, Riuler C. *Cigarras do Brasil, Guia Fotográfico*. 1. ed. [S.l.]: s.n., 2023. 46 p. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7712483>. Acesso em: 28 jul. 2025.

PIRES, Rafaela Blanch. *The performative aspects of biomaterials: Biodegradable manioc (cassava) starch costumes for performances of regeneration*. *Studies in Costume & Performance*, v. 10, n. 1, p. 11–35, jun. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1386/scp_00128_1. Acesso em: 16 jul. 2025.

PIRES, Rafaela Blanch; JÚNIOR, F. G. O. *Experimentação com bioplásticos de amido de mandioca: uma colaboração entre designers de moda e produtores das artes da cena para o uso de materiais econômica e ambientalmente sustentáveis*. In: COLÓQUIO DE MODA, 15., 2019, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Colóquio de Moda, 2019.



PRESQUE RIEN No 1: Le Lever Du Jour Au Bord De La Mer. Jean Luc Ferrari (Compositor). Obra eletroacústica acusmática. Composta entre 1967-70. Álbum: Luc Ferrari , Presque Rien. Paris: Luc Ferrai, 2012. Disponível em: <https://lucferrari.bandcamp.com/album/presque-rien-2>. Acesso em: 28 jul. 2025.

SAMIR, Aya; ASHOUR, Fatma; HAKIM, Abdel; BASSYOUNI, Mohamed. *Recent advances in biodegradable polymers for sustainable applications*. *npj Materials Degradation*, v. 6, art. 68, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41529-022-00277-7>. Acesso em: 28 jul. 2025.

SCHNELL, Norbert; BATTIER, Marc. *Introducing Composed Instruments, Technical and Musicological Implications*. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW INTERFACES FOR MUSICAL EXPRESSION – NIME, 2., 2002, Dublin. Anais... Dublin: NIME, 2002. p. 156–160. Disponível em: http://www.nime.org/proceedings/2002/nime2002_156.pdf. Acesso em: 28 jul. 2025.

SUEUR, Jerome; SANBORN, Allen F. *Ambient temperature and sound power of cicada calling songs (Hemiptera: Cicadidae: Tibicina)*. *Physiological Entomology*, v. 28, p. 340–343, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3032.2003.00345.x>. Acesso em: 28 jul. 2025.

STATHATOU, Patrissia Maria; CORBIN, Liz; MEREDITH, J. Carson; GARMULEWICZ, Alysia. *Biomaterials and Regenerative Agriculture: A Methodological Framework to Enable Circular Transitions*. *Sustainability*, [S.l.], v. 15, n. 19, art. 14306, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/19/14306>. Acesso em: 28 jul. 2025.

YOON, Sang Ho; HUO, Ke; ZHANG, Yunbo; CHEN, Guiming; PAREDES, Luis; CHIDAMBARAM, Subramanian; RAMANI, Karthik. *iSoft: A Customizable Soft Sensor with Real-time Continuous Contact and Stretching Sensing*. In: ANNUAL ACM SYMPOSIUM ON USER INTERFACE SOFTWARE AND TECHNOLOGY – UIST, 30., 2017, Quebec City. Anais... New York: ACM, 2017. p. 665–678. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/3126594.3126654>. Acesso em: 28 jul. 2025.

