



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS
CURSO DE MÚSICA LICENCIATURA

SISTEMA AUXILIAR DE MUSICALIZAÇÃO INFANTIL (SAMI - III): UM
DISPOSITIVO (OU APARELHO, OU HARDWARE) PARA APLICAÇÃO EM
ATIVIDADES MUSICAIS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

RENATO AUGUSTO DO NASCIMENTO PINHEIRO

SÃO LUÍS
2022

RENATO AUGUSTO DO NASCIMENTO PINHEIRO

SISTEMA AUXILIAR DE MUSICALIZAÇÃO INFANTIL (SAMI - III): UM
DISPOSITIVO (OU APARELHO, OU HARDWARE) PARA APLICAÇÃO EM
ATIVIDADES MUSICAIS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Monografia submetida ao Curso de Música
Licenciatura da UFMA como requisito parcial
para a obtenção do grau de Licenciado em
Música, sob orientação da Profa. Dra. Brasilena
Gottschall Pinto Trindade.

São Luís, dezembro de 2022

C780

Pinheiro, Renato Augusto do Nascimento.

SISTEMA AUXILIAR DE MUSICALIZAÇÃO INFANTIL (SAMI-III): UM DISPOSITIVO (OU APARELHO, OU HARDWARE) PARA APLICAÇÃO EM ATIVIDADES MUSICAIS NA EDUCAÇÃO INFANTIL- São Luís, 2022. 64 f.

Orientador: BRASILENA GOTTSCHALL PINTO TRINDADE.

Monografia (Licenciatura em Música) – Universidade Federal do Maranhão, [2022].

1. Recursos tecnológicos. 2. Ensino de música. 3. Educação Infantil.
I Trindade, Brasilena Gottschall Pinto. II. Sistema Auxiliar de Musicalização Infantil (SAMI – III): Um dispositivo (ou aparelho, ou Hardware) para aplicação em atividades musicais na educação infantil.

Autorizo a cópia de minha monografia “SISTEMA AUXILIAR DE MUSICALIZAÇÃO INFANTIL (SAMI III): UM DISPOSITIVO (OU APARELHO, OU HARDWARE) PARA APLICAÇÃO EM ATIVIDADES MUSICAIS NA EDUCAÇÃO INFANTIL” para fins didáticos (RENATO AUGUSTO DO NASCIMENTO PINHEIRO).

RENATO AUGUSTO DO NASCIMENTO PINHEIRO

SISTEMA AUXILIAR DE MUSICALIZAÇÃO INFANTIL (SAMI III): UM
DISPOSITIVO (OU APARELHO, OU HARDWARE) PARA APLICAÇÃO EM
ATIVIDADES MUSICAIS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Monografia submetida ao Curso de Música
Licenciatura da UFMA como requisito parcial
para a obtenção do grau de Licenciado em
Música, sob orientação da Profa. Dra. Brasilena
Gottschall Pinto Trindade.

Aprovado em 09/ 12/ 2022.

Profa. Dra. Brasilena Gottschall Pinto Trindade – Orientadora

Prof. Dr. Daniel Lemos Cerqueira – Primeiro Examinador

Prof. Dr. Ricardo Mazzini Bordini – Segundo Examinador

Dedico esta Monografia aos meus queridos Pais - Maria Fortunada do Nascimento, Raimundo Nonato Araújo Pinheiro, e à Minha Avó Tereza de Jesus Nascimento.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência!

À minha Orientadora, Profa. Dra. Brasilena Gottschall Pinto Trindade, pelo apoio profissional/acadêmico, acolhendo-me e direcionando-me, eticamente, nos momentos mais difíceis desta trajetória.

Aos Chefe de Departamento, Coordenador e Professores do Curso de Licenciatura da UFMA, pela dedicação em seus ensinamentos, desde o início da minha jornada. Neste sentido, enfatizo o apoio do Prof. Dr. Daniel Lemos Cerqueira, quanto às questões referentes a tecnologia educacional. Da mesma forma, agradeço a todos os Funcionários do Curso, por me oferecerem condições de chegar ao final desta caminhada.

Aos Colegas, pelas parcerias nos estudos e atividades acadêmicas. Em especial, a colega Kátia Salomão.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, compartilharam do meu caminhar.

“A criação existe apenas nos imprevistos necessários.”

Pierre Boulez.

RESUMO

Esta monografia apresenta um recurso tecnológico a ser utilizado nas atividades musicais da educação infantil. Assim sendo, são apresentados: os caminhos do fazer musical na educação infantil; a fundamentação do termo “recurso tecnológico” na educação (musical); e a criação de um protótipo tecnológico computacional a ser desenvolvido nas atividades musicais nesta etapa educacional. Ao final, será respondida à questão-problema – Qual a importância do recurso tecnológico criado para ser utilizado nas atividades musicais da educação infantil? A fundamentação utilizada ancora-se: em documentos internacional e nacional de educação e em autores que versam sobre educadores musicais e tecnologia na educação. Sua metodologia, de abordagem qualitativa, apoia-se na pesquisa bibliográfica e no método experimental. Ao final, foi apresentado o Protótipo “Sistema Auxiliar de Musicalização Infantil” (SAMI-III), em sua terceira versão, porém a primeira no âmbito da música computacional, assim como o desenvolvimento de seu *Hardware* e do seu *Software* de comando e comunicação, que torna possível sua integração com os computadores no ambiente escolar, permitindo que seja possível sob a forma de brincadeiras lúdicas, inserir *software* do tipo *Digital Audio Workstation* que normalmente é usado em ambientes de gravação e mixagem de estúdio para a sala de aula oferecendo uma gama de possibilidades sonoras ao ser usado como um dos recursos tecnológicos nas atividades musicais, além de exemplos práticos envolvendo seu uso.

Palavras-Chave: 1. Recursos tecnológicos. 2. Ensino de música. 3. Educação Infantil.

ABSTRACT

This monograph presents a technological resource to be used in musical activities in early childhood education. Therefore, the following are presented: the ways of making music in early childhood education; the foundation of the term “technological resource” in (music) education; and the creation of a computational technological prototype to be developed in musical activities in this educational stage. In the end, the question-problem will be answered - What is the importance of the technological resource created to be used in musical activities in early childhood education? The foundation used is anchored: in international and national education documents and in authors who deal with music educators and technology in education. Its methodology, with a qualitative approach, is based on bibliographic research and the experimental method. At the end, the Prototype "Sistema Auxiliar de Musicalização Infantil" (SAMI-III) was presented, in its third version, but the first in the field of computer music, as well as the development of its Hardware and its Command and Communication Software, which makes its integration with computers in the school environment possible, allowing it to be possible, in the form of playful games, to insert software of the Digital Audio Workstation type, which is normally used in recording and mixing studio environments, into the classroom, offering a range of sound possibilities when used as one of the technological resources in musical activities, as well as practical examples involving its use.

Keywords: 1. Technological resources. 2. Teaching music. 3. Early Childhood Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conector para a troca de protocolo MIDI do tipo DIN/DIN 5 pinos.....	31
Figura 2. Representação esquemática em perspectiva aérea do projeto SAMI – III.....	33
Figura 6. Lógica do comando da nota Dó 4 de acordo com a linguagem C++ e o protocolo MIDI..	39
Figura 7. A lógica de comando usando condicional else.....	39
Figura 16. Sistema de notação de George Self.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estrutura da Educação Básica segundo a BNCC	18
Tabela 2. Os Caminhos da Educação Infantil – Pré-escola	19
Tabela 3. TDIC's e Competências Gerais do BNCC.....	20
Tabela 4. TDIC's sugeridas pelo BNCC em cada Etapa da educação.....	21
Tabela 5. Modalidade de uso do computador como “máquina de ensinar”	24
Tabela 6. Modalidade: o computador como ferramenta educacional	24
Tabela 7. Especificações técnicas do conjunto placa Arduino e microcontrolador	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 O FAZER MUSICAL NA EDUCAÇÃO INFANTIL.....	16
3 RECURSOS TECNOLÓGICOS EDUCACIONAIS	22
3.1 Tecnologia na Educação (Musical)	25
3.2 Produção de TDIC’S como material didático musical.....	26
4 O PROTÓTIPO TECNOLÓGICO “SAMI – III”	30
4.1 As escolhas de materiais e programas.....	30
4.2 Desenvolvimento do software de comando do SAMI – III.....	35
4.3 Desenvolvimento do Hardware e estrutura física do projeto SAMI – III	40
4.4 Elaborando a parte eletrônica do Projeto SAMI – III	42
4.5 Configurando a comunicação entre o Sistema SAMI – III e o computador	43
5 O USO DO PROTÓTIPO SAMI – III	45
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICES/ANEXOS.....	54

1 INTRODUÇÃO

A escola, no contexto tecnológico em que nos é apresentada, percebe a necessidade de se fazer presente “[...] como mediadora quanto as complexidades sociais que surgem destas interações entre homem e máquina ao longo da história” (MENDES, 2007, p. 9). A tecnologia, ao longo do tempo, trouxe à humanidade tanto avanços como reveses. De forma social, na segunda revolução industrial, muitas famílias ficaram desempregadas por conta do aumento do trabalho mecanizado em detrimento do trabalho manual. No entanto, ocorreram avanços sociais que a tecnologia proporcionou ao longo das décadas. Hoje em dia, a educação, bem como muitas famílias, apoia-se na ânsia de que seus estudantes/filhos possam vivenciar experiências educacionais tecnológicas na certeza de bons resultados gerais, enfatizando o mercado de trabalho. Mas, informatizar o ensino não quer dizer, contudo, a informatização escolar (MENDES, 2007, p. 10).

Nossos antepassados deram novas possibilidades de uso aos mais simples objetos encontrados na natureza, tais como: galhos, troncos, carcaças de animais, pedras, folhas etc., distinguindo-se, assim, dos outros animais no ambiente, promovendo para si uma nova realidade em sua forma de viver. Tais ações, as quais passaram do uso de simples objetos à modificação dos mesmos para a criação de utensílios do dia a dia, e o quanto estes objetos e técnicas empregadas influenciaram em cada fase da humanidade transformaram radicalmente o ser humano e sua compreensão da natureza (KENSKI, 1997, p. 2). Cada período vivenciado pela humanidade e sua relação com a tecnologia resultavam em um novo significado de memória e retentiva, ou até mesmo a forma de aquisição de conhecimento nas diversas sociedades em cada época, como o desenvolvimento da escrita, a cerâmica etc. (KENSKI, 1997, p. 2).

Contemporaneamente, esse mesmo fenômeno entre homem e tecnologia é observado na forma como nos relacionamos com as novas ferramentas ligadas à informação e com os elementos que fazem parte dela. Assim, influencia a forma retentiva e a memória e como adquirimos conhecimento e a realidade tecnológica nos é apresentada. Consegue criar, em nós, sensações, lembranças e sentimento para os quais, em outras épocas, seria imprescindível o deslocamento do observador até o local ou objeto a ser observado (KENSKI, 1997, p. 2). Desta maneira, a forma como nos relacionávamos com a tradição oral de transmissão e relatos de experiência, na atualidade, acabou transferida da memória do homem para a memória eletrônica (KENSKI, 1997, p. 2). Socialmente falando, a tecnologia moderna, ao fornecer-nos elementos sob uma maneira mais dinâmica, possibilita-nos uma reinterpretação social, o que acaba por refletir no conhecimento científico e como avaliamos os nossos valores (KENSKI, 1997, p. 2).

A sociedade adaptou-se à realidade tecnológica que, paulatinamente, nos foi apresentada, organizando-se frente a várias características, no caso, a forma de se fazer a educação, que, em

geral, as informações e a transmissão de conhecimento ficavam a cargo da escola (KENSKI, 1997, p. 2). A ida para a instituição escolar tinha um significado social da aquisição de conhecimento sistemático, o qual estava estruturado de forma a ter um limite curricular, e, ao final de uma vida escolar, o estudante estava “formado”, por ter alcançado um nível de conhecimento básico para seguir alguma profissão. A realidade de hoje não se configura desta maneira, devido à velocidade das informações e de novos espaços (KENSKI, 1997, p. 2). Para Kenski, “[...] múltiplas são as agências que apresentam informações e conhecimentos virtuais a que se pode ter acesso, sem a obrigatoriedade de deslocamentos físicos até as instituições tradicionais de ensino para aprender”. Continuando, as “escolas oferecem vários tipos de ensinamentos *online*, além de inúmeras possibilidades de se estar informado, a partir das interações com todos os tipos de tecnologias mediáticas” (KENSKI, 1997, p. 3).

Seguindo por este caminho de reflexão, temos como objetivo geral apresentar um recurso tecnológico a ser utilizado nas atividades musicais na educação infantil. Neste sentido, construímos três objetivos específicos: 1) Apresentar os caminhos do fazer musical na educação infantil; 2) Fundamentar o termo “recurso tecnológico” e seu uso na educação (musical); e 3) Criar um protótipo tecnológico computacional a ser desenvolvido no ensino de música no último nível da educação infantil. Ao final, responderemos à nossa questão problema — Qual a importância do protótipo tecnológico a ser criado como recurso didático a ser desenvolvido nas atividades musicais da educação infantil – último nível?

Quanto à nossa justificativa pelo tema, apontamos a necessidade em prosseguirmos com as pesquisas que já havíamos iniciado no campo da “Tecnologia da Educação”, desenvolvidas durante o Seminário Avaliativo Semestral, da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), resultando em dados preliminares para questões referentes à construção, do já mencionado, Protótipo “SAMI – II”. Da mesma forma, justificamos o tema pela necessidade de agregar novas propostas tecnológicas, antes usadas na música computacional, agora no ambiente escolar, contemplando parâmetros didáticos e pedagógicos voltados a esta proposta, observando as possibilidades de ensino e aprendizagem musical dos estudantes da educação infantil – última etapa.

Assim sendo, compreendemos que o referido Projeto se torna relevante ao ser pensado e estruturado para a realidade de aulas coletivas e/ou atividades musicais direcionadas por educadores musicais, promovendo, assim, a interação social dos envolvidos, possibilitando-lhes a criação de regras, jogos e brincadeiras com base nos sons fornecidos pela interface computacional.

Quanto à nossa fundamentação teórica, ancoramos esta pesquisa em documentos internacionais (McCARTHY, 2004) e nacional (BRASIL, 1996; 2018), nos educadores musicais que solidificaram a Educação Musical, tais como: Jacques Dalcroze e George Self, citados na obra de Maria Trench de Oliveira Fonterrada (2008) e em autores que refletem sobre tecnologia na

educação — Vani Moreira Kenski (1997), José Armando Valente (1993) e Flávio Ramos Mendes (2007). Na música eletrônica computacional, apontamos: Eloy F. Fritsch (2008) e, na educação musical em geral, Denis Martino Cota (2016) e Gerson Rio Lemes, em parceria com Cláudia Ribeiro Bellochio (2007).

Diante do exposto, optamos pela metodologia de trabalho apoiada na pesquisa qualitativa, quanto à abordagem, por ser apropriada para o entendimento de fenômenos complexos e com algum grau de especificidade, profundidade, usando como ferramenta a descrição, a interpretação e a comparação entre os elementos que fazem parte do tema em estudo. Quanto à sua natureza, ela é básica, por tratar-se de uma pesquisa com a finalidade de adquirir conhecimentos novos e possibilidades de contribuições à ciência que podem ou não, eventualmente, serem aplicadas de forma prática no futuro. Assim, “[...] neste tipo de pesquisa, o investigador acumula conhecimentos e informações que podem, eventualmente, levar a resultados acadêmicos ou aplicados importantes” (FONTELLES *et al.*, 2009, p. 6). Nesta fonte, é mencionado que, “há autores que incluem, neste tipo, as pesquisas acadêmicas, aquelas realizadas na instituição de ensino superior como parte das atividades de ensino-aprendizagem, tal como nos trabalhos de conclusão de curso” (FONTELLES *et al.*, 2009, p. 6).

Quanto ao objetivo de pesquisa, ela é exploratória, pois tem como meta a indagação sobre a observação e análise do tema, que pode ser caracterizado como inovador, dando estruturas primárias para que outros pesquisadores futuramente tenham ferramentas sobre a mesma área, dando-lhe continuidade, utilizando dados da pesquisa. É preciso que a pesquisa explore (daí o termo exploratória) um tema, de forma inovadora e criativa, visando gerar encaminhamentos, problemas de pesquisa, pontos de partida, indagações, que servirão a pesquisas futuras (BERTUCCI, 2012, p. 49).

No tocante ao procedimento de pesquisa, ela é experimental, pois envolve a elaboração de um protótipo tecnológico na vertente de música computacional e como poderá ser usada em sala de aula na educação infantil. Tal ação acaba por envolver diretamente o observador no fenômeno a ser observado, o qual atua diretamente nas incógnitas da ação ou proposta a ser estudada. Neste perfil de pesquisa, “[...] o investigador seleciona as variáveis que serão estudadas, define a forma de controle sobre elas e observa os efeitos sobre o objeto de estudo, em condições pré-estabelecidas”. Consequentemente, “[...] pelo fato das variáveis, ou da variável, poderem ser manipuladas pelo pesquisador, equívocos e vieses praticamente desaparecem, sendo, por esta razão, considerada o melhor tipo de pesquisa científica, pois proporciona maior confiabilidade em seus resultados” (FONTELLES *et al.*, 2009, p. 6).

A seguir, de acordo com os objetivos específicos, sinalizaremos, no Capítulo 2, “o fazer musical na educação infantil” e, no Capítulo 3, os recursos da tecnologia na educação (musical).

Continuando, no Capítulo 4, descreveremos o processo da criação do “protótipo tecnológico SAMI – III”, seguido de suas possíveis aplicações como análise e avaliação (Capítulo 5). No Capítulo 6, abordaremos as nossas considerações finais e responderemos à questão anteriormente perquirida, com as devidas sugestões. Por fim, apresentaremos as nossas referências de base.

2 O FAZER MUSICAL NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Refletindo em nível internacional, temos muitas instituições que vêm apoiando o ensino de música em vários espaços e contextos, a exemplo da Declaração da Missão da Sociedade Internacional de Educação Musical (ISME), de 1998, a qual enfatiza que a educação musical possa ser vista como educação em música e educação por meio da música (MCCARTHY, 1994 apud TRINDADE, 2008, p. 401). Assim sendo, o educando apoia-se nos elementos dos saberes, contando com a música como ferramenta didática facilitadora no seu processo de ensino e aprendizagem. Em adição, a música passa a ser coadjuvante no processo de aquisição do conhecimento de outras linguagens do saber e, por outro lado, chama a atenção para a educação em música, em que o estudante entra em contato com os elementos musicais na apreensão da própria linguagem musical (MCCARTHY, 1994 apud TRINDADE, 2008, p. 401).

Este documento defende que o ensino da música deve abranger todas as idades, promovendo o contato e a vivência musical do educando durante todas as fases de sua existência, o que se reflete na qualidade de vida emocional, bem como melhora a cognição e o aprendizado dos estudantes mediante os estímulos propostos pela educação musical. É importante que barreiras — socioeconômicas, étnicas, regionais e tensões — a respeito do contraste entre zonas urbana e rural e de periferias não criem limites para a quantidade e qualidade da educação musical ofertada ao educando (MCCARTHY, 1994 apud TRINDADE, 2008, p. 401).

A ISME ressalta que o educando tenha contato com todo o espectro do fazer musical, incluindo: as atividades de apreciação musical e apuração sonora perceptiva, na forma de executantes musicais, na área da composição, e como improvisadores. Tais atividades musicais pautadas nessas práticas tornam-se fios condutores dos estudantes para o fazer musical da cultura em que estão inseridos, além de servir como meio de produção cultural e conhecimento de outros costumes e sociedades, ampliando sua visão de mundo sobre o homem (MCCARTHY, 1994 apud TRINDADE, 2008, p. 401).

Quanto ao educando, segundo a ISME, este deve ter a oportunidade de desenvolver-se culturalmente no meio em que vive, para que, por sua vez, tenha condições para obter uma visão crítica sobre aquilo que possa surgir como uma manifestação cultural à sua volta, analisando com propriedade, de acordo com sua perspectiva, questões como qualidade de desempenho e estética musical (TRINDADE, 2008, p. 401 apud MCCARTHY, 1994). Em adição, a ISME considera todas as manifestações musicais do mundo importantes, sobretudo aquelas ligadas fortemente com suas comunidades, acreditando “[...] que a riqueza e a diversidade das músicas do mundo são uma causa de celebração e uma oportunidade para o aprendizado intercultural e para o incremento da

compreensão, cooperação e paz internacional.” (MCCARTHY, 1994 apud TRINDADE, 2008, p. 401).

Outro documento internacional que nos fortalece é o Fórum Latino-Americano de Educação Musical (FLADEM), criado em 1995. Para o FLADEM, a educação musical é de suma importância para o ser humano e deve estar presente em todos os ambientes no qual este convive, tanto no ambiente escolar como fora dele. No caso de estudantes e educandos, a sua importância é tanta que ela deve responder aos urgentes anseios sociais e individuais (TRINDADE, 2008). Segundo o FLADEM, a educação musical é a principal ferramenta de fomento dos elementos culturais presentes nas várias formas de atividades musicais de diversos povos da América Latina, sendo de vital importância para a fortificação do caráter cultural e a transmissão destes conhecimentos e sua troca entre estes povos. Por estas razões mencionadas, a educação musical precisa ser observada com cuidado, sendo reconhecida como importante meio de produção e difusão cultural musical (TRINDADE, 2008).

A Missão do FLADEM é preservar os modelos educacionais que nasceram dos processos históricos e culturais de diversos povos da América Latina, Ibérica e Caribenha. Essa preservação se dá pela integração dos diferentes povos mediante a troca de informações e preservação da sua riqueza material e imaterial musical que remontam essas regiões (TRINDADE, 2008). O FLADEM amplia a participação dos educadores musicais, músicos performáticos e professores de outras áreas que deles façam parte por aderirem a sua declaração de princípios em outros movimentos e outras organizações, tornando-se uma instituição com ampla área de abrangência artística e humana (TRINDADE, 2008).

Refletindo em nível nacional, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, veio nortear toda a educação brasileira — educação básica e o ensino superior. No seu Art. 1º, § 1º, afirma que “esta Lei disciplina a educação escolar, que se desenvolve, predominantemente, por meio do ensino, em instituições próprias” (BRASIL, 1996). Mais adiante, no Art. 26, § 2º, determina a obrigatoriedade do ensino do componente curricular arte na educação básica. Este componente é representado pelas linguagens: Artes Visuais, Dança, Música e Teatro, conforme § 6º do mesmo artigo.

Logo após sua aprovação, muitos documentos educacionais norteadores foram criados no sentido de orientar os gestores e educadores na condução dessa nova educação à luz do século XXI que se anunciava. Como exemplo, temos: o Referencial Curricular da Educação Infantil (RCN-EI), Parâmetros Curriculares do Ensino Fundamental I e II (PCN-EF I e II) e do Ensino Médio (PCN-EM). Em todos eles, o ensino de música estava presente de forma direta e/ou inter-relacionada (BRASIL, 1998a, 1997, 1998b, 2000). Recentemente, tais documentos foram substituídos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que norteia toda a educação do século XXI (BRASIL, 2018).

A BNCC é um documento educacional normativo que sinaliza o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os educandos devem desenvolver ao longo das três etapas e modalidades da Educação Básica, segundo sua estrutura sinalizada na Tabela 1.

Tabela 1. Estrutura da Educação Básica segundo a BNCC

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR ESTRUTURA DAS ETAPAS DA EDUCAÇÃO BÁSICA					
1ª ETAPA			2ª ETAPA		3ª ETAPA
EDUCAÇÃO INFANTIL (5 anos de escolaridade)			ENSINO FUNDAMENTAL (9 anos de escolaridade)		ENSINO MÉDIO (3 anos de escolaridade)
Bebês 0 - 1 a 6m	Crianças bem pequenas 1a7m - 3a11m	Crianças pequenas 4 a - 5a e 11m	Dos 6 aos 10 anos 1º ao 5º ano	Dos 11 aos 14 anos 6º ao 9º ano	Dos 15 aos 17 anos 1º 2º 3º anos
Creche		Pré-Escola	Anos Iniciais	Anos Finais	Última Etapa

Fonte: BNCC (BRASIL, 2018, p. 32, 33, 44), com adaptação de Trindade *et al.*, (2021)

Na BNCC, a Educação Infantil – Pré-Escola aborda uma série de competências que as crianças precisam assimilar na vida escolar, e este documento colabora “[...] para superar a fragmentação das políticas educacionais, enseje o fortalecimento do regime de colaboração entre as três esferas de governo e seja balizadora da qualidade da educação” (BRASIL, 2018, p. 8). Inicialmente, este documento sinaliza dez competências gerais, que consubstanciam os direitos de aprendizagem e desenvolvimento. O termo “competência” significa a “mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 9). Enfim, suas Competências Gerais, presentes em toda a educação básica, são:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente [...];
1. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade [...];
2. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, dos locais às mundiais [...];
3. Utilizar diferentes linguagens – verbal [...], corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artísticas [...];
4. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica [...];
5. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências [...];
6. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos;
7. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional [...];
8. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação [...];
9. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação [...] (BRASIL, 2018, p. 7-8).

Portanto, é possível considerarmos a utilização e valorização de músicas de diferentes perfis e contextos históricos, culturais, artísticos etc. em consonância com o cuidado com o outro em distintos aspectos, exercitando diálogo, autonomia, responsabilidade, criatividade, entre outros.

Na Tabela 2, a seguir, a educação infantil, segundo a BNCC, consta de seis Direitos de Aprendizagem da criança e seus cinco respectivos Campos de Experiências, contendo cada um deles um ou mais objetivos de aprendizagem e desenvolvimento. Quanto aos Direitos de Aprendizagem, temos: Conviver, Brincar, Participar, Explorar, Expressar e Conhecer-se. Nos Campos de Experiências, temos: O eu, o outro e o nós; Corpo, gestos e movimentos; Traços, sons, cores e formas; Escuta, fala, pensamento e imaginação; Espaços, tempos, quantidades, relações e transformações. Em relação ao nosso foco de pesquisa, elencamos os Campos de números 2, 3 e 4, por fazerem parte da aprendizagem sonora musical na educação infantil - último período.

Tabela 2. Os Caminhos da Educação Infantil – Pré-escola

BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf EDUCAÇÃO INFANTIL (Crianças pequenas - pré-escola de 4 anos a 5 anos e 11 meses)		
DIREITOS DE APRENDIZAGEM	CAMPOS DE EXPERIÊNCIAS	OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO
CONVIVER BRINCAR PARTICIPAR EXPLORAR EXPRESSAR CONHECER-SE	(1. O eu, o outro e o nós)	(EI03CG01) Criar com o corpo formas diversificadas de expressão de sentimentos, sensações e emoções, tanto nas situações do cotidiano quanto em brincadeiras, dança, teatro, música. (EI03CG03) Criar movimentos, gestos, olhares e mímicas em brincadeiras, jogos e atividades artísticas como dança, teatro e música.
	2. Corpo, gestos e movimentos	
	3. Traços, sons, cores e formas	(EI03TS01) Utilizar sons produzidos por materiais, objetos e instrumentos musicais durante brincadeiras de faz de conta, encenações, criações musicais, festas. (EI03TS03) Reconhecer as qualidades do som (intensidade, duração, altura e timbre), utilizando-as em suas produções sonoras e ao ouvir músicas e sons.
	4. Escuta, fala, pensamento e imaginação	(EI03EF02) Inventar brincadeiras cantadas, poemas e canções, criando rimas, aliterações e ritmos.
	(5. Espaços, tempos...)	
(BRASIL, 2018, p. 38)	(BRASIL, 2018, p. 41-43)	(BRASIL, 2018, p. 47 - 49)

Fonte: BNCC (BRASIL, 2018), com adaptação de Trindade *et al.* (2021)

Portanto, os Objetivos de Aprendizagem e Desenvolvimento são identificados por um código alfanumérico, correspondentes aos seus Campos de Experiências. Elencamos: dois objetivos do Campo 2; dois objetivos do Campo 3; e um objetivo do Campo 4. Os citados Campos de Experiências estão interligados aos seis Direitos de Aprendizagem, anteriormente mencionados, suscitando ações condizentes ao: Conviver, Brincar, Participar, Explorar, Expressar e Conhecer-se (BRASIL, 2018, p. 38).

Cada objetivo aqui apresentado sugere vários caminhos de criatividade musical, assim como vários materiais didáticos a serem criados, adaptados e utilizados. Da mesma forma, sugerem a realização de atividades e/ou parâmetros musicais variados. Neste sentido, estão em consonância com Swanwick (1979), em sua Abordagem CLASP, e com Trindade (2008), ao defender a sua Abordagem Musical CLATEC, uma ampliação da anterior, composta das atividades

de: construção de instrumentos, literatura, apreciação, técnica, execução e criação.

A BNCC nos traz em suas “competências gerais”, de forma prévia, como as TDIC’s estão inseridas na construção do conhecimento. Elaboramos a Tabela 3, que demonstra sua relação e em quais das competências gerais são mencionadas.

Tabela 3. TDIC’s e Competências Gerais do BNCC

Competências	Contexto em que as TDIC’s se relacionam com as competências gerais (BNCC)
1	Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e <u>digital</u> para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva
2	Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (<u>inclusive tecnológicas</u>) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
4	Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e <u>digital</u> –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5	Compreender, utilizar e criar <u>tecnologias digitais de informação e comunicação</u> de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Fonte: Brasil (2018, p. 9-10), adaptado pelo Autor (2022)

Na Tabela 3, foi mencionado que, apesar de as TDIC’s surgirem relacionadas ao contexto das competências em quatro das dez apontadas pelo BNCC, apenas no tópico cinco ela é explicitamente abordada, não somente como campo de conhecimento sobre si, mas como ferramenta ou meio para construção de vários outros conhecimentos, e como meio de comunicação entre os educandos.

A BNCC nos alerta quanto à sua prática inclusão de forma significativa e crítica na vida do educando. Para que isso ocorra, é preciso lembrar que incorporar as tecnologias digitais na educação não se trata de utilizá-las somente como meio ou suporte para promover aprendizagens ou despertar o interesse dos estudantes, mas sim de utilizá-las com os estudantes para que construam conhecimentos com e sobre o uso dessas TDIC’s (BRASIL, 2018).

Para que o educando possa utilizar as TDIC’s como ferramentas na construção do conhecimento, é preciso pensar (avaliar de forma crítica) quais delas melhor se encaixam em cada etapa do ensino. A BNCC, ao longo do seu documento, insere sugestões de tecnologias digitais a serem usadas em cada uma destas etapas, conforme a Tabela 4.

Tabela 4. TDIC's sugeridas pelo BNCC em cada Etapa da educação

ETAPAS DA EDUCAÇÃO	TIDIC'S SUGERIDAS PELA BNCC
Educação Infantil	<i>Material audiovisual, CDs e tablets, simulador musical etc.</i>
Ensino Fundamental	<i>Software de edição de texto, web, material audiovisual, vlogs, mídia digital, Músicas Sampleadas, multimeios, animações, jogos eletrônicos, fotografia, ambientes virtuais, aplicativos, tablets, smartphones etc.</i>
Ensino Médio	Artefatos digitais físicos – computadores, celulares, <i>tablets</i> etc. Artefatos digitais virtuais – internet, redes sociais e nuvens de dados, entre outros

Fonte: BRASIL (2018, p. 41 - 474), adaptado pelo Autor (2022)

Baseados nessa premissa, elaboramos as TIDIC's sugeridas pelo documento, separadas em cada etapa de ensino. Muitas delas já vêm sendo substituídas por novas mídias, a depender do nível da comunidade em que a tecnologia se encontra.

3 RECURSOS TECNOLÓGICOS EDUCACIONAIS

A era da informatização aponta para a Educação mudanças nos papéis desempenhados, até então, tanto pelo professor quanto pela escola. Enquanto o professor passou a assumir a função de facilitador do processo de aprendizagem do educando, a escola, por sua vez, antes era percebida socialmente como o núcleo do saber e das informações, encontrando-se, hoje, como o espaço para análise das diversas fontes de informação e de aprendizado que os educandos têm acesso em vários meios de informação (MENDES, 2007, p. 8).

As constantes e novas formas de aquisição de conhecimento, por meios tecnológicos, apresentam-nos, ao mesmo tempo, outras realidades de interações sociais diferentes de formas anteriores a essa realidade, tanto no que diz respeito a entretenimento quanto na forma como os educandos se comunicam um com o outro. Segundo Mendes, “essas mudanças de valores e comportamento merecem nossa atenção, pois trouxeram os germes de uma nova expressão cultural” (2007, p. 9). Por outro lado, existe o fato de que essas mudanças conseguem nos apontar ideias concretas para amenizar situações difíceis e antigas do mundo em que vivemos, e não somente a capacidade que nossa sociedade tem de desenvolver novas tecnologias da informação. A respeito disso, apontamos “um dos grandes desafios da sociedade da informação não são as tecnologias, mas a racionalidade que está se formando a partir dela, que não consegue por fim ao analfabetismo, ao desemprego estrutural, à fome e à miséria”. Assim sendo, “essas são questões mais preocupantes que o desenvolvimento das tecnologias” (MENDES, 2007, p. 9).

É muito comum que, para evitar ou amenizar tais dificuldades sociais apontadas anteriormente, muitas famílias busquem escolas que se apoiem nas TDIC's como “ferramenta/recurso didático”. Por sua vez, a respeito da melhoria do ensino e aprendizagem, esta procura, baseada na ideia de que a presença dela seja o resumo da melhoria na educação de seus filhos, pode não ser a melhor saída no ambiente escolar, pois “[...] a informatização do ensino não se resume a informatização da Escola” (MENDES, 2007, p. 10).

Presente nas escolas como parte dos Laboratórios de Informática, o computador tem sido usado com o objetivo de dinamizar as disciplinas e como ferramenta didática e de pesquisa durante o processo de ensino e aprendizagem. Contudo, a realidade da imensa maioria dos nossos educandos é precária, pois, segundo Mendes, “[...] após as aulas eles retornam ao lar e deparam-se com uma realidade de pobreza, abandono, dificuldades financeiras e baixa estima de seus pais e do lugar em que vivem” (2007, p. 57).

Compreendemos ser preciso que, cada vez mais, as TDIC's se façam presentes em várias áreas do nosso cotidiano, muito embora “[...] o grande desafio da sociedade da informação não é o

de ensinar o aluno a usar um computador, mas ajudar por um fim às desigualdades sociais” (MENDES, 2007, p. 57). Para que a sociedade tenha a possibilidade de transpor estes desafios, é importante percebermos a relação entre as práticas de ensino e o uso das TDIC's. Para Valente, no contexto educacional, “[...] o computador tem sido utilizado tanto para ensinar sobre computação — ensino de computação ou *computer literacy*— como para ensinar praticamente qualquer assunto — ensino através do computador” (1993, p. 3).

Estas modalidades de uso do meio computacional, no processo de ensino, limitam-se a questões do entendimento do educando sobre o computador na sociedade, ensino sobre o equipamento em si, mas não aprofundando, na maioria dos casos no ambiente escolar, a possibilidade de produção de tecnologia pelo uso da linguagem de programação por parte do estudante. Para além do ensino por meio do computador, o equipamento na escola é usado para que o educando tenha experiências com saberes que não envolvam o equipamento em si, mas sim que este seja observado mediante sua utilização como ferramenta (VALENTE, 1993, p. 3).

No começo do processo da inserção da informática na escola, o computador era visto como uma “máquina de ensinar”, já atualmente o computador é usado como “ferramenta educacional”. Esse pensamento sobre o uso da informática não eliminou o seu uso de forma mais tradicional na escola, ainda como “máquina de ensinar”. Essas duas propostas acabam coexistindo na escola em conjunto. Sobre isso, “[...] é importante lembrar que estas diferentes modalidades de uso do computador na educação vão continuar coexistindo. Não se trata de uma substituir a outra, como não aconteceu com a introdução de outras tantas tecnologias na nossa sociedade”, mas, o mais “importante é compreender que cada uma destas modalidades apresenta características próprias, vantagens e desvantagens” (VALENTE, 1993, p. 5-6).

Os métodos tradicionais de ensino são a base da modalidade computador como “máquina de ensinar”, sendo, em verdade, a versão computadorizada dessa concepção de educação. Baseando-nos em Valente, a respeito da modalidade do uso do *software* em sua obra, apresentamos, na Tabela 5, o computador como máquina de ensinar representado por quatro *Software*, em consonância com suas: Características, Vantagens e Desvantagens no Ensino.

Tabela 5. Modalidade de uso do computador como “máquina de ensinar”

SOFTWARE	Características	Vantagens no ensino	Desvantagens no ensino
Programas Tutorais	Releitura computadorizada da instrução programada	A possibilidade do uso de materiais audiovisuais e animações para além do papel	Apresentam pouca profundidade pedagógica se resumindo em poucas opções de interação ao educando
Programas de exercício e prática	Seu uso é voltado para a prática da memorização e repetição em sala de conteúdos prévios, geralmente apresentam-se sob a forma de jogos	Disponibilidade de infinitas atividades com graus de dificuldade diferentes. Coletam informações sobre a performance do aluno.	Não apontam uma visão mais ampla do porquê dos erros e acertos cometidos pelo educando durante o seu uso, apresentando somente estatísticas de erros e acertos nas atividades para o professor
Jogos educacionais	Apresentam estrutura que permite a exploração autodirigida por parte do educando	Maior liberdade para que o estudante possa descobrir por si só os conceitos presentes no jogo sem um dirigismo do ensino, apresentando os temas abordados de forma divertida.	A competição acaba se impondo como mais importante que o aprendizado do conteúdo presente no jogo.
Simulação	Replicam objetos e fenômenos do mundo real	Permitem o trabalho em grupo e a testagem de hipóteses pelos educandos em uma realidade simulada e sua maior interação	As possibilidades de escolha no mercado de simulações ainda são superficiais, já que, quanto maior o número de fenômenos e objetos a serem simulados maior o poder computacional.

Fonte: Valente (1993), adaptado pelo Autor (2022)

A segunda modalidade do uso de computador e do *software* contido nele, no processo de ensino e aprendizagem, é apontada por Valente como sendo o computador enquanto ferramenta educacional, na qual “[...] o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo” (VALENTE, 1993, p. 8). Assim como na modalidade anteriormente mencionada, esta também apresenta características próprias de uso no ambiente escolar.

Tomando por base os apontamentos do autor citado, sintetizamos tais características na Tabela 6, o computador como ferramenta educacional, em que abordamos: Software, Objetivos e Exemplos de Aplicação.

Tabela 6. Modalidade: o computador como ferramenta educacional

SOFTWARE	Objetivos	Exemplos de Aplicação
Aplicativos para uso do aluno e do professor.	Usar programas com o intuito de manipular informações com autoria.	Programas para edição de textos, de planilhas, construção e manipulação de gráficos.
Resolução de problemas através do computador.	Apresentar ao educando um ambiente em que este possa resolver problemas quer seja através do aprendizado de linguagens de programação, ou por <i>software</i> que usem representações gráficas que possam ser manipuladas.	Sistemas voltados para a criação de programas de computador, jogos geométricos manipuláveis etc.
Produção de	Aprender os elementos musicais em	<i>Software</i> nos computadores usados no

música.	composição, por meio do fazer musical sem a necessidade do aprendizado de instrumentos, apenas pelo computador.	processo de composição e viabilização da peça musical
Programas de controle de processo.	Oferecer ao educando contato com processos manipuláveis para o entendimento de como controlá-los.	Aplicação na educação normalmente se dá no projeto LEGO-logo em que o estudante aprende a construir sistemas elétricos ou mecânicos usando o jogo lego e este por sua vez é controlado através da linguagem de computador criada para a educação chamada logo.
Computador como Comunicador.	Formar uma cadeia e comunicação entre si (internet) e enviar documentos e bancos de dados entre os usuários.	Aplicação do sistema é variado, usado como meio de comunicação pela internet, como meio de comunicação entre pessoas com PcD em que o sistema é capaz de traduzir os gestos em escritas ou gestos.

Fonte: Valente (1993), adaptado pelo Autor (2022)

Muitos educadores que tiveram experiências com as tecnologias ligadas à educação expõem em geral o mesmo ponto problemático: o baixo nível didático em muitos programas ofertados para uso nas escolas. Essa queixa, apesar de proceder, é fruto da pouca interação entre pedagogos e engenheiros de *software* (KENSKI, 1997, p. 13). Desenvolvidos por profissionais não afeitos às metodologias do ensino, os programas são levados às escolas e empresas de educação como elementos promissores na mudança da realidade na educação destes estabelecimentos. Por sua vez, os educadores que não entendem das técnicas referentes às TDIC's se colocam intimidados diante destes programas que apresentam o problema de baixo nível didático (KENSKI, 1997, p. 13).

A participação do professor nas equipes de elaboração e desenvolvimento dessas TDIC's seria, em tese, uma saída para esse impasse, ou, ainda, se os cursos de formação de professores dessem aos graduandos conhecimento extra para que o profissional da educação também fosse produtor dessas tecnologias, unindo, assim, o saber pedagógico com o saber computacional (KENSKI, 1997, p. 13). Assumindo essa postura, o professor tornar-se-ia operador e crítico dessas novas tecnologias educacionais, avaliando quando e qual ferramenta usar em sua necessidade didática. Neste sentido, Gatti indaga: “Será que vamos delegar essa função, que nos é específica dos professores a outros técnicos que não vivenciam o cotidiano escolar?” (GATTI, 1993, p. 25-26 *apud* KENSKI, 1997, p. 13). Há muito por refletirmos...

3.1 Tecnologia na Educação Musical

O educador musical, ao observar o mundo mais informatizado no seu contexto laboral, opta pelo uso de ferramentas tecnológicas em suas atividades, como mediadoras do processo de suas tarefas. Além disso, essa opção, primariamente, ocorre baseada no contexto de sua própria experiência com as tecnologias (LEME; BELLOCHIO, 2007, p. 88). É interessante mencionarmos que o educador musical, ao adotar ferramentas tecnológicas, sempre o faça consciente das suas

funções no ambiente escolar e se realmente seu uso será necessário, pois “[...] a tecnologização da educação musical é peculiarmente negativa, se entendida como a disponibilização de recursos tecnológicos por si só” (LEME; BELLOCHIO, 2007, p. 88). A melhoria do processo do ensino de música não pode estar presa ao tipo de tecnologia a ser utilizada pelo professor e pelos educandos, mas sim ao uso coerente quanto a suas atividades. Para Leme e Belloichio, “o professor de música precisa, então, entender as diferenças e semelhanças entre os recursos tecnológicos para situar-se criticamente em relação aos mesmos” (2007, p. 90).

Ocorrendo a escolha por parte do professor de música sobre qual ferramenta melhor poderá lhe auxiliar, determinadas opções sugeridas podem acabar sendo adotadas, a exemplo do uso dos *smartfones* e dos *tablets* em detrimento do computador de mesa, principalmente, no que se refere à mobilidade do recurso. Em adição a esta afirmativa, Cota enfatiza que “os computadores de mesa continuam tendo sua contribuição, mas aos poucos vêm sendo deixados de lado, sobretudo pelos jovens”. Continuando, “em se tratando do fazer musical, isso fica evidente ao observar os vídeos postados por eles no YouTube, de grupos utilizando *smartfones* e *tablets* como instrumento musical” (COTA, 2016, p. 36-37).

Como exemplo pontual da importância das TDIC's no ensino de música como ferramenta, podemos citar o Celular (*Smartphone*) como uma das ferramentas em igualdade de oferta que o computador de mesa apresenta sob a forma de: afinador digital para diversos instrumentos, *looping* de acompanhamento em atividades de improvisação musical, controlador MIDI tanto manipulável direto na tela quanto para controladores físicos externos, como estúdio virtual com vários instrumentos virtuais (VSTi), editor de partitura, editor de áudio, aplicativos educacionais interativos para percepção musical, entre outros.

3.2 Produção de TDIC'S como material didático musical

A produção de material didático musical no âmbito computacional tem seu início nos anos 60, em instituições acadêmicas que comportavam os grandes e caros computadores da época, que ocupavam grandes espaços. As primeiras atividades nesses equipamentos ainda se limitavam aos exercícios de teoria ou a atividades de escuta. As escolas de ensino infantil ou de ensino médio ainda não contavam com o auxílio destas ferramentas, justamente pela necessidade de grandes espaços para esses equipamentos e pelo elevado custo desta tecnologia que estava dando seus passos significativos na sociedade civil.

Gradualmente, as TDIC's acabam tornando-se uma ferramenta viável fora das grandes instituições de ensino superior, com o barateamento da informática dessa, quando surgem os computadores pessoais, os quais por sua vez acabam ficando mais próximos das escolas, pois, “[...]”

com a criação e o barateamento dos computadores pessoais se iniciou o desenvolvimento de *software* projetados para distintas áreas da educação, dentre elas a música” (GIRÁLDEZ, 2017, p. 20, tradução nossa).

A situação se modifica novamente nos anos 80, com a criação do sistema *Musical Instrument Digital Interface* – Interface Digital de Instrumentos Musicais (MIDI), possibilita-se uma gama maior de atividades musicais no ensino musical e na performance profissional musical, modificando inclusive a paisagem sonora eletrônica de até então. Essa revolução tecnológica tem possibilitado um maior enriquecimento no ensino da música e contribuído para que atividades que anteriormente eram impensáveis, agora se tornem possíveis, pois “as tecnologias significaram uma autêntica revolução para o mundo da música e tem potencial para modificar substancialmente a educação musical [...]” (GIRÁLDEZ 2017, p. 20, tradução nossa).

A forma como se ensina e se aprende música passou por modificações por conta do gradual desenvolvimento dos microcomputadores e do surgimento da *internet*. Vários criadores de materiais didáticos computacionais, sob forma de *software*, bem como criadores de outros conteúdos para o ensino da música, depositam suas contribuições intelectuais, disponíveis mundialmente, que acabam sendo difundidas entre músicos e professores de música, o que, em uma biblioteca tradicional, antes da era das TDIC’s, seria inviável, pois dessa forma “o corpo discente pode acessar a qualquer momento uma grande quantidade de informação musical disponível na internet [...]” (GIRÁLDEZ, 2017, p. 21, tradução nossa).

O ambiente de troca de informações e os acervos intelectuais promovidos pela *internet* possibilitam na educação musical uma realidade bem diferente de antes, em relação aos períodos anteriores às TDIC’s, com: Manuais, livros virtuais, *software* interativos, materiais audiovisuais, partituras etc. A quantidade de informações produzidas e disponibilizadas no ambiente virtual cresce rapidamente, “qualquer computador conectado a rede nos permite acessar níveis de informação que rivalizam com aquelas preservadas nas grandes bibliotecas [...]” (GIRÁLDEZ, 2017, p. 23, tradução nossa).

O que pode ser entendido como vantagem sob o ponto de vista do volume de informações, por outro lado, torna-se também um problema, pois, em meio a muitas informações, sempre existe a realidade de informações distorcidas. Para Giráldez (2017, p. 23, tradução nossa), “[...] isto se soma a desigual qualidade e importância das fontes de informação, como é a tônica geral em qualquer dos temas depositados na internet”.

Outra ferramenta tecnológica que passou por modificações substanciais e uma relativa popularização na sociedade é o celular, que hoje, bem mais computadorizado que os modelos antecessores, tornou-se uma importante ferramenta portátil, conectado à *internet* e presente junto aos educandos. Percebemos que os estudantes brasileiros de ensino fundamental vêm lançando mão

dessa ferramenta, cada vez mais, quer seja para recreação em jogos eletrônicos, em que o ensino de música não é o foco, comunicação ou mesmo para produção de mídia (FRANCHI; BLANCO, 2016, p. 2).

Apontando novamente o celular como meio didático no processo de ensino e aprendizagem musical, possui grande potencial como ferramenta por conta das suas possibilidades de acesso a aplicativos de jogos musicais que usem os elementos primordiais da música, já que esta ferramenta como meio tecnológico está sempre presente na vida dos jovens (FRANCHI; BLANCO, 2016, p.2).

O *Smartphone*, que nada mais é que uma versão computadorizada do celular, apresenta-se ao estudante como uma ferramenta contendo uma vasta gama em material multimídia sob a forma de aplicativos e *hardware* embutidos. No entanto, diferente do *Tablet*, que possui um tamanho maior, oferece uma maior mobilidade, muito embora o último mencionado tenha maior processamento e, por ter uma tela maior, oferece ampla imersão na experiência proporcionada pela ferramenta computacional. Ambas possuem perfis de versatilidade no uso, tanto por parte de professores quanto por parte de estudantes para as suas respectivas atividades (DUARTE; MARINS, 2015, p. 2).

Os aparelhos TDIC's móveis têm a característica de levar o ensino e aprendizagem para além dos muros da escola e, assim, promoverem a interação com ambiente extraescolar. Por terem em geral um custo menor que o dos computadores, acabam possibilitando a inclusão digital de estudantes oriundos de famílias com poder aquisitivo baixo e, por seu perfil modular que se adequa ao usuário de acordo com os aplicativos que este use, colabora com os adolescentes e jovens, visto que se dão melhor com as práticas tecnológicas do mundo a sua volta.

Apesar desse fato, muitos professores de música têm se colocado desfavoráveis ao uso destas ferramentas em sala, por questões que vão desde o posicionamento mais conservador com relação à educação musical até a falta de prática no uso dessas tecnologias em sala (DUARTE; MARINS, 2015, p. 4). Isto porque o celular (*smartfone*), como ferramenta didática na educação musical, nem sempre é pensado desta maneira por muitos educadores, mas sim como uma ferramenta inválida e sendo visto como um empecilho e não como uma ferramenta facilitadora ou que tenha potencial para contribuir na educação de jovens. Devido a “[...] esse fato o celular tornou-se o aparelho tecnológico mais proibido na sala de aula através de leis, com apoio de coordenações das escolas e de professores, ironicamente o celular é o aparelho mais usado nas salas de aula pelos alunos” (FRANCHI; BLANCO, 2016).

Mas, com o surgimento do Corona Vírus 19, professores, educandos e a própria escola passaram a aprender a usar o aparelho para terem acesso e comunicação entre si para possibilitarem o ensino, e com o principal objetivo de amenizar os problemas causados pela recente Pandemia que se alastrou pelo mundo, trazendo desafios ao formato de ensino presencial, praticado há décadas,

para o ensino remoto (síncrono e/ou assíncrono)

Com efeito, devido ao fato do maior uso dessa ferramenta no contexto escolar, novas atividades foram desenvolvidas com o uso do celular moderno. Para Arruda (2021, p. 77), “a partir desse suporte, uma variedade de atividades tem sido desenvolvida: envio de áudios, imagens e vídeos, ligações”. A Pandemia, de forma trágica, fez com que educadores mais conservadores repensassem sua postura a respeito do uso das TDIC's no ambiente escolar em pleno séc. XXI. De qualquer forma, no atual cenário, nós indagamos: Como se sustentará a filosofia dos mais resistentes à adoção da tecnologia no ensino no cenário de pós-pandemia?

Não podemos nos esquecer de que “o ensino remoto que vem sendo utilizado durante a pandemia é, sem dúvidas, uma oportunidade de, no mínimo, repensar a nossa relação com as tecnologias e, se possível, desconstruir paradigmas conceituais e mudar posturas”. Neste sentido, “[...] ainda que diante de um momento atípico e dramático, se sairá melhor no pós-pandemia quem não continuar resistindo ao óbvio e se abrir para o novo (ARRUDA, 2021, p. 79)”.

É esperado que, após este período, o celular não volte a ficar marginalizado quanto ao seu uso em tempos anteriores à pandemia de COVID-19, na sala de aula, sendo um suporte tecnológico amplo na educação, e que possa se tornar uma ferramenta inclusive de comunicação entre pais, educandos e a escola, já que tradicionalmente acompanhavam o progresso do aprendizado de seus filhos em reuniões escolares em períodos insuficientes. A respeito desta afirmação, Arruda afirma que “[...] os grupos de mensagem deverão continuar como um canal de permanente diálogo entre escola e família”. Quanto à “[...] gestão e organização pedagógica, o uso do celular deverá ser ampliado, sobretudo como suporte pedagógico e administrativo para formações, estudos, reuniões e interações mútuas contínuas” (ARRUDA, 2021, p. 79).

4 O PROTÓTIPO TECNOLÓGICO “SAMI – III”

4.1 As escolhas de materiais e programas

Equipamentos e bens que surgem de processos tecnológicos e se transformam em ferramentas úteis em nossas mãos passam, antes, pelo processo de prototipagem. Esse processo de elaboração resulta em modelos funcionais que precisam vir em número reduzido e com características únicas, para que possam passar por avaliações, observações e apontamentos para suas melhorias. O modelo refere-se ao objeto que é feito “pela primeira vez e, normalmente, é usado como padrão, sendo copiado ou imitado”. Em outras palavras, é aquele “produto unitário usado para testes feitos antes da fabricação em grande escala. Versão de um sistema que antecede à principal, normalmente reduzida, para ser aperfeiçoada” (PALHAIS, 2015, p. 2).

O Protótipo desta pesquisa caracteriza-se por ser uma plataforma musical interativa que usa o sistema MIDI, sobre a qual pode-se criar diversas atividades musicais usando por base abordagens ativas que trabalhem movimentos corporais. A sua proposta também é de permitir que os estudantes criem rasuras sobre o sistema que capta seus movimentos, no caso, os sensores de contato. Muito embora o Projeto seja a criação de um material didático, ele foi pensado para que seja um instrumento de ensino e aprendizado musical e, também, um instrumento lúdico, propício à realização de jogos e brincadeiras. Neste sentido, “[...] é importante diferenciar a brincadeira que acontece em sala de aula da brincadeira do jogo espontâneo, praticado pelas crianças sem intervenção nem orientação dos adultos”. Assim sendo, “esses jogos podem ser facilmente observados quando as crianças brincam em espaços não escolarizados, o que não diminui a importância do papel do educador em estabelecer e participar do brincar na escola” (BEINEKE, 2011, p. 11).

Como o Protótipo no âmbito da música computacional, ou seja, da música obtida mediante o uso do computador como instrumento musical ou ferramenta de manipulação sonora, através do uso da linguagem binária, o Sistema Auxiliar de Musicalização Infantil (SAMI), assim como outros periféricos e instrumentos musicais eletrônicos, foi idealizado para que houvesse comunicação entre computadores, usando o Protocolo MIDI através de uma conexão física, como o caso dos Cabos de Comunicação (FRITSCH, 2008, p. 227).

É oportuno mencionar que, desde a criação do Protocolo MIDI (em 1983), passaram-se mais de 30 anos e as formas como essas conexões se apresentam hoje são mais diversificadas do que quando foram criadas e aplicadas naquela época, como era o caso do Cabo de Conexão MIDI Din/Din, de três vias, conforme a Figura 1, apresentada em seguida.

Figura 1. Conector para a troca de protocolo MIDI do tipo DIN/DIN 5 pinos



Fonte: Luminis (2022)

Em modelos de equipamentos MIDI dos anos 80 aos 90 do século passado, e em alguns equipamentos mais antigos em atividade, este tipo de cabo era popular e seu funcionamento tinha por base se conectarem às portas correspondentes do tipo “fêmea”, em que cada uma atua como: porta MIDI IN – que se caracterizava pelo recebimento das mensagens do protocolo; MIDI OUT – que se caracterizava pelo envio de mensagens geradas pelo instrumento; e a terceira porta, chamada de MIDI THRU, que era responsável por retransmitir as mensagens da porta MIDI IN (FRITSCH, 2008, p. 228).

Esse sistema de conexões tinha uma característica importante em sua época — os conectores através das portas não alimentavam os instrumentos musicais com corrente elétrica ao mesmo tempo em que trocavam informações em forma de comandos. Cada instrumento musical digital tinha a sua alimentação elétrica independente. Este cenário muda com o desenvolvimento da computação na área das conexões, surgindo as portas de conexão do tipo *Universal Serial Bus* (USB), que migram para o mercado dos instrumentos digitais, como é o caso da conexão do tipo “*Interface MIDI USB*”, muito encontrada atualmente. Neste caso, a função entrada e saída correm pela USB através de *drivers* no computador, sendo, portanto, uma transição para o sistema de conexão MIDI, feito por USB.

Tais mudanças representaram uma enorme diferença em relação a instrumentos e projetos que usem o protocolo MIDI, pois cada vez mais instrumentos digitais precisavam se conectar com computadores e *notebooks*, e estes, por sua vez, estavam sofrendo a padronização das conexões por conta da indústria computacional da segunda metade dos anos 90, que se inclinou para a tecnologia USB, principalmente por conta da sua velocidade de transferência.

Observando todos estes pontos relacionados, a conexão escolhida para a proposta do nosso Projeto foi o Conector USB – B, comumente usado em impressoras e controladores musicais computacionais. Sua escolha se deu por conta da facilidade em serem encontrados no mercado, o que acarreta baixos custos, e pela característica de conexão de entrada do próprio circuito de tecnologia embarcada escolhido para este projeto, pois já contava com essa conexão de dados em sua configuração física de fábrica, além de que o cabo USB – B substitui as antigas conexões MIDI IN, OUT e THRU apenas por uma via de troca de dados. Esta conexão apresenta a vantagem de permitir alimentação elétrica de todo o sistema através do computador ao mesmo tempo em que os comandos são enviados.

O presente Protótipo foi pensado como possível plataforma interativa para atividades que trabalhem o som e o movimento dos estudantes, reagindo de forma sonora às ações do tipo passos de seus usuários. O sistema de captação dos movimentos adotado para este projeto é feito a partir dos conjuntos de sensores de contato que podem ser fisicamente habilitados ou desabilitados pelos estudantes (Comutadores).

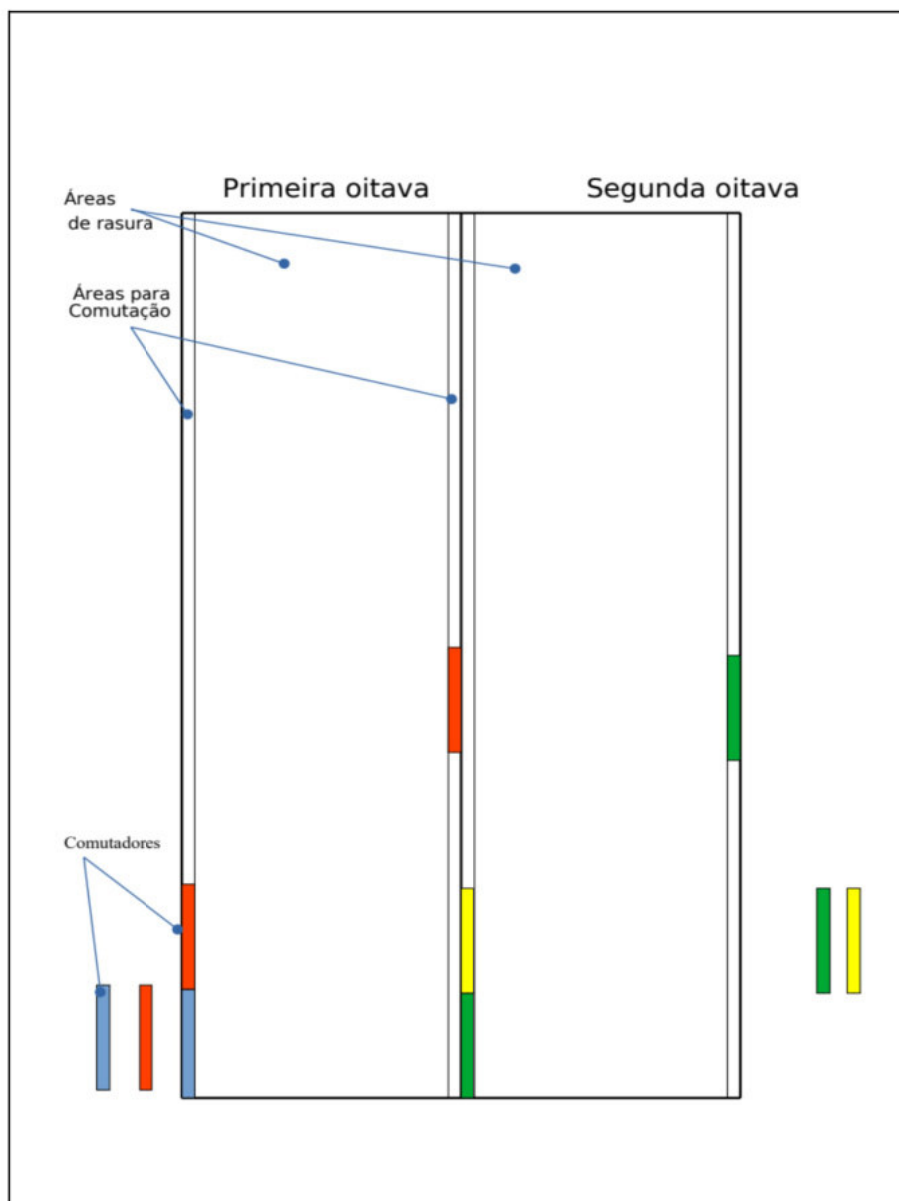
Os Comutadores elaborados se apresentam como dispositivos de comando para o circuito elétrico presente neste material didático musical computacional, baseados no funcionamento das chaves elétricas do tipo comutadoras. Segundo Franchi, são “dispositivos de comando: elementos de comutação que permitem ou não a passagem da corrente elétrica entre um ou mais pontos do circuito” (2013, p. 2-3). Na prática, os comutadores indicam para o sistema quais notas estão ativas e, por exclusão, quais as inativas, além da utilização do campo das rasuras. Este campo objetiva oferecer maior liberdade aos estudantes para que se criem símbolos que possam ser associados com os sons produzidos com a prática no equipamento com o corpo, através dos pés, das mãos ou de ambos.

O Protótipo SAMI – III se constitui de duas grandes áreas retangulares, em que a da esquerda dá possibilidade ao educando de compor melodias para serem tocadas com o corpo em uma tessitura mais grave, enquanto a da direita apresenta um sequencial de 1 oitava em cromática acima. Na hipótese de que haja uma maior utilidade no ambiente escolar, nosso Protótipo foi desenvolvido para que os materiais de escrita usados no quadro branco – marcador piloto e apagador – possam ser usados no processo de gravura.

O material usado para permitir maior aderência do traçado dos pincéis e a facilidade de remoção das tintas dos pilotos escolares foi a manta transparente de PVC, que se localiza sobre os módulos dos sensores de contato, servindo tanto de proteção na manipulação por pés quanto para a própria atividade de rasurar. Os elementos marcadores de área e chaveadores do sistema têm a utilidade de facilitar o uso do equipamento no processo de composição musical. Apresentamos os locais de inserção destes comutadores manuais, bem como a área em que os educandos poderão

criar gravuras sob a forma de representação esquemática em perspectiva aérea do projeto, conforme a Figura 2.

Figura 2. Representação esquemática em perspectiva aérea do projeto SAMI - III



Fonte: Autor (2020)

Para que o processo de produção sonora fosse aplicado nos moldes do âmbito do protocolo MIDI, adotamos o *software* que ficaria instalado no computador para o qual o projeto deste TCC enviaria os comandos. Esses programas são chamados de *Digital Audio Workstation* (DAW), ou melhor, “estações de trabalho”, usados em outro âmbito do meio musical, normalmente no dia a dia que contempla o meio performático, ou de estúdio, de produção musical e de mixagem, sob a forma de processamento digital (MEIRELLES, 2008). Os Programas DAW contêm tecnologia *Virtual Studio Technology Instrument* (VSTi), que são plugins ou módulos de extensão — instrumentos virtuais contendo os timbres digitalizados de vários instrumentos musicais reais.

A DAW que escolhemos para este Projeto foi o *Linux Multimedia Studio* (LMMS). Sua escolha se deu pelo fato de conter uma grande quantidade de VSTis em sua biblioteca, podendo fornecer às atividades escolares musicais uma quantidade variada de timbres, visto que é *Open Source*, ou seja, de código aberto, disponibilizado de forma gratuita para desenvolvedores, estudantes, músicos e compositores, além de ter sido desenvolvido na linguagem computacional C++ (GITHUB, 2020). Esta última característica é importante por ser a mesma linguagem usada na programação da proposta deste material didático em música computacional presente neste Projeto.

Adotamos a tecnologia embarcada da placa *Arduíno Mega* por esta ter uma boa capacidade de memória para este tipo de atividade, a qual requer comandos em um maior número de portas de entradas e saídas digitais. Essas características são importantes por serem ideais para trabalhos que requerem uma gama razoavelmente grande de informações captadas do meio externo mediante sensores que fazem parte do Projeto. Oportuno conceituarmos o *Arduíno* como “[...] uma plataforma de *hardware open source*, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que atuam com o ambiente, dispositivos estes que utilizem como entrada sensores de temperatura, luz som etc., criando desta forma possibilidades ilimitadas” (SOUZA *et al.*, 2011, p. 2). O *Arduíno* que empregamos no presente projeto foi o modelo Mega, com o microcontrolador ATMEGA 2560. Apresentamos as particularidades físicas que permitem a integração do microcontrolador presente na placa *Arduíno* para com o Projeto SAMI – III, conforme a Figura 3 (Anexo A).

Para que projetos que tenham por base tecnologias em microcontroladores embarcados possam se comunicar com computadores, seja nas artes, como no caso da música computacional, seja nas áreas do próprio saber científico tecnológico, é necessária a criação de *software* por parte do desenvolvedor do projeto, para que o microcontrolador possa, em conjunto com o PC, realizar as tarefas pretendidas.

Os programas elaborados para que o microcontrolador possa funcionar são criados em ambientes de desenvolvimento de *software*, chamados de *Integrated Development Environment* (IDE), interface de desenvolvimento integrado. Esses “programas escritos usando o software *Arduíno* (IDE) são chamados de *sketches*. Esses esboços são escritos no editor de texto e são salvos com a extensão de arquivo INO. O editor possui recursos para recortar/colar e pesquisar/substituir texto” (ARDUINO, 2022, n.p, tradução nossa).

As IDEs, para além de ambientes de desenvolvimento de Programas e Games, são os ambientes para a elaboração de comandos que usam caracteres da linguagem de alto nível que se aproximem da linguagem humana. Assim, usam alfabetos, a fim de que a tarefa de programar seja mais simples do que foi nos anos 40, durante o início do desenvolvimento dos computadores. Paralelo a isto, temos a linguagem de máquina ou linguagem de baixo nível, linguagens de programação um pouco mais próximas da linguagem de máquina, as quais, por sua vez, são

baseadas em código binário, no qual a máquina entende apenas o “0” como nível lógico baixo (desligado), e “1” como nível lógico alto (ligado). A respeito disso, Bertolini *et al.* afirmam que a linguagem de baixo nível “[...] é usualmente considerada difícil pois o programador precisa conhecer a estrutura da máquina para usá-la, ou seja, ela é associada a estrutura de uma CPU (Unidade Central de Processamento)” (2019, p. 3). Dessa forma, este tipo de linguagem aproxima-se mais da linguagem da própria máquina que a do programador.

Bertolini *et al.* nos afirmam também que as linguagens de alto nível, por sua vez: “[...] possuem uma abstração maior que as linguagens de baixo nível [...]” (2019, p. 4). Essa abstração se aproxima mais da linguagem da pessoa que programa a máquina do que da máquina, símbolos como: números, letras do alfabeto que são compiladas para a linguagem de máquina etc. Neste sentido, conceituamos linguagens como sendo um conjunto de instruções que o programador elabora, e o sistema de compilação traduz, por sua vez, para a linguagem de máquina, ou seja, em código binário, tendo como base “0” e “1”.

4.2 Desenvolvimento do *software* de comando do SAMI – III

As linguagens de alto nível usadas para programar o microcontrolador *At mega 2560*, bem como outros microcontroladores Atmel AVR, são tanto a C quanto a C++, muito embora haja uma especificidade no caso do Arduíno, pois, para Chavier (2018, n.p), a linguagem “[...] utilizada no Arduíno é a linguagem C++ (com pequenas modificações) [...]”.

Para a fase de elaboração das linhas de comandos que são a base da programação do microcontrolador deste Projeto, foram necessárias algumas medidas, tais como: a instalação da IDE para a edição do *sketch* (esboços), que faria parte do programa para ser carregado no *Arduíno*, bem como o seu compilador em anexo que, após a conclusão do programa, este, o compilador, transcreve automaticamente os comandos editados para a linguagem de máquina e, por sua vez, a pesquisa dos dados específicos do protocolo MIDI para serem aplicados na linguagem C++, e a configuração do sistema SAMI para que fosse reconhecido e mapeado pela DAW, previamente instalada no computador de testes.

Algumas medidas e configurações são comuns a qualquer projeto, independente da área de conhecimento que usará este elemento de tecnologia embarcado. Outras, no entanto (como a pesquisa do protocolo MIDI para incorporá-lo na linguagem), referem-se apenas ao processo deste Projeto musical. Após a instalação da interface de desenvolvimento, o Programa foi escrito em cada uma das linhas do ambiente virtual, para que, posteriormente, fosse compilado e carregado na memória do microcontrolador.

O ambiente de desenvolvimento de *software* é dividido em duas partes principais: a ***void setup ()***, em que os comandos redigidos são executados automaticamente uma única vez ao se ativar o Projeto SAMI; e o ***void loop ()***, em que os comandos escritos, quando carregados através do cabo USB, serão executados, repetidamente, infinitas vezes, até a desativação do equipamento a que ele estiver conectado, e cada comando criado pelo programador, em cada linha, é executado por ordem, uma linha por vez, a uma taxa de execução de 1 milhão de comandos por segundo (GUIMARÃES, 2019). Apresentamos a interface de desenvolvimento usada na programação do microcontrolador do presente projeto de acordo com a Figura 4 (Apêndice A).

Para que o código em desenvolvimento do programa enviasse comandos para a DAW, instalada no computador previamente de forma satisfatória, baixou-se a biblioteca referente ao envio de protocolo MIDI, para que ela fizesse parte deste código fonte em desenvolvimento. Uma biblioteca é um complemento de funções previamente elaboradas para projetos que envolvam programação das mais variadas áreas do saber — no caso dessa pesquisa, em música computacional. Portanto, as bibliotecas usadas para ajudar no projeto, criadas pelas pessoas que fazem parte da comunidade *Arduíno*, disponibilizam de forma gratuita aos outros desenvolvedores, em sua tarefa de programação, pois estas “[...] fornecem funcionalidade extra para uso em esboços, por exemplo, trabalhar com hardware ou manipular dados. [...]” (ARDUINO, 2022, n.p, tradução nossa).

A função de incluir dados pré-definidos como o desta biblioteca para o código em desenvolvimento do projeto em linguagem C++ é função da **diretiva *#include***, digitada no cabeçalho do programa — a diretiva de um programa é simbolizada pelo sinal #. Todas as diretivas de pré-processador se iniciam com o símbolo #, e não podemos ter nenhum caractere antes de uma diretiva em uma linha, exceto espaços em branco (REIS, 2021). A **diretiva *#include*** informa ao pré-processador da IDE que o arquivo da biblioteca **MIDI library <MIDI.h>** disponibilizada na comunidade *Arduíno* fará parte do código desenvolvido para o presente trabalho, antes do processo de compilação. Esta biblioteca permite que seja possível a realização de interface em MIDI entre o protótipo e o computador.

A outra diretiva usada na elaboração do esboço deste programa foi a ***#define***, que tem por função dar um nome a um valor constante antes de o programa ser compilado. Neste caso, usamos esta diretiva para que o compilador coloque em linguagem de máquina a instrução ao computador de que o projeto em desenvolvimento usará o canal 1, dentre os 16 canais que fazem parte do protocolo MIDI. Sobre isso, “o sistema MIDI permite o endereçamento de mensagens através de 16 canais de MIDI. Cada canal MIDI poderá acionar um instrumento diferente. Quando um instrumento transmite uma mensagem, inclui nesta um código que identifica o canal de transmissão”. Sendo assim, “para que outro instrumento possa executar o comando contido na

mensagem, é necessário que ele esteja ajustado para receber no canal de mesmo número daquele codificado nela” (FRITSCH, 2008, p. 230-231).

A seguir, aplicamos os dados acima, referendados e fundamentados na criação do esboço, usando, para isso, uma “variável”, que são identificadores comuns nas linguagens C e C++. As variáveis servem como identificadores que aplicamos para emitir um valor ou uma referência em objetos no código fonte (REIS, 2021). Assim, nós declaramos uma variável para um objeto do código. Neste caso, usamos a variável **int**, usada para declarar valores de números inteiros, para enumerar os nossos objetos, que são os sensores de contato, nas linhas de comando, chamados de bot.

O **int** foi usado nesse *sketch* para enumerar os sensores de contato (bot) do corpo físico do protótipo, aqui definidos como “bot 1, bot 2 até bot 25” (botão), os quais estão conectados aos pins ou portas digitais =2, =3, até =34. Os comentários que explicam o que cada linha de comando faz no presente projeto são expostos após o símbolo //, de acordo com o que permitem as regras sobre o uso da linguagem computacional C++ (CARVALHO FILHO, 2016). Esses comentários não entram no código binário ao serem compilados como software, sendo ignorados no processo de compilação. Segundo Pereira, “a linguagem C++ introduz uma nova forma de comentários. Além dos símbolos /* e */ , oferecidos em C, podemos agora empregar também o símbolo //, a partir do qual todo o texto até o final da linha é ignorado” (PEREIRA, 1999, p. 1).

Desse modo, temos em detalhes as funções das linhas de comando programadas junto ao microcontrolador, partindo do primeiro até o último – `int bot 1 = 2, int bot 2 = 3 ... int bot 25 = 34`, considerando que o microcontrolador usado possui 54 portas digitais de entrada e saída, no entanto, nem todas as portas foram usadas neste projeto, que conta com 26 notas musicais e algumas dessas portas, sendo – 0, 1, 14, 15, 16, 17, 18 e 19 as mais indicadas à comunicação serial entre a placa e computador, enquanto que as portas 20 e 21 são classificadas como portas para protocolo twi (I2C). Segundo Carvalho, “[...] largamente utilizada em microcontroladores. O I2C permite que diversos circuitos integrados se comuniquem entre si em uma mesma placa utilizando somente duas vias” (2016, p. 11). Dessa forma, começamos nosso código fonte pela porta 2, evitando as portas 14, 15, 16, 17, 18, 19 20 e 21, influenciando também a fase de confecção e montagem do circuito elétrico do projeto SAMI que se integra ao microcontrolador. Apresentamos, conforme a Figura 5 (Apêndice B), o segmento do código fonte da programação em que mostramos a sequência de portas interligadas com os sensores de contato do sistema.

Após esta primeira fase de desenvolvimento, prosseguimos para a segunda parte da elaboração do *sketch*. O seguinte conjunto de comandos aplicados faz parte da função `void setup()` do programa. É nesta função que são inicializadas as variáveis que serão usadas no programa a ser compilado, como o modo de pin (portas de entradas ou saídas digitais) (ARDUINO, 2022, n.p,

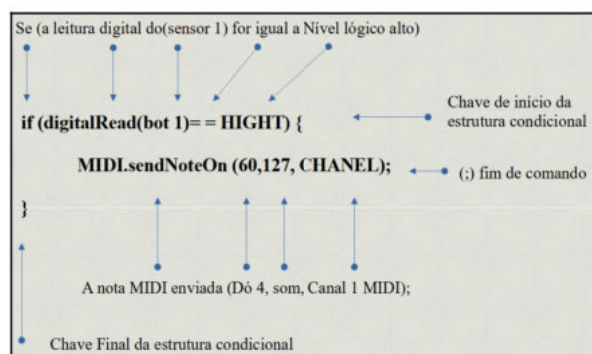
tradução nossa). Desta forma, os parâmetros para essa função são – pin, que indicará qual o número do pino do *Arduíno*, e mode, que indicará o modo como essa porta digital se comportará, se Entrada de Dados Lendo Sensores Externos (INPUT), Emissora de Sinais e Comandos (OUTPUT), e/ou INPUT_PULLUP, neste último caso, os resistores de *Pull up* internos da própria placa são acionados via configuração *software* durante a edição do programa a ser criado, invertendo a lógica digital em relação a nível alto e nível baixo (ligado ou desligado). Neste caso, o microcontrolador, até em trabalhos musicais em MIDI, reconhece o nível lógico, ao contrário do que normalmente acontece em sinais digitais, referentes à lógica binária. O microcontrolador por configuração no *setup* passa a reconhecer o nível lógico baixo (0) como ligado, e o nível lógico alto (1) como desligado.

Após as aplicações na parte de configuração da edição do programa, partimos para a elaboração dos seus comandos, que é a parte do *void loop* (...), segundo o qual o sistema rodará de forma infinita os comandos aplicando e executando aquilo que lhe é informado pelo meio externo (GUIMARÃES, 2019) — no caso deste Projeto, pelas pressões feitas sobre os sensores de contato pelos educandos. Para esta parte, usamos dois comandos lógicos condicionais, próprios da linguagem C++, o “*if*” e o “*else*”. O comando “*if*” apenas executa tarefas se forem diferentes de 0, também chamado de “*true*”, caso o comando seja 0, entra o papel do comando “*else*”, de fazer o contrário da condicional “*if*” (MICROSOFT, 2022).

A função que usamos para a leitura do estado do pin do microcontrolador nessa parte da elaboração do programa foi o *digitalRead()*, que tem como papel interpretar o sinal que está sendo recebido pelo pino em relação ao que ocorre com o conjunto de sensores de contato, ou como nível lógico alto (*HIGHT*) ou em nível lógico baixo (*LOW*), já que os pinos em *void setup()* haviam sido configurados previamente como conexões de entrada de dados (*input*), e não de saída (*out put*) (ARDUINO, 2022, n.p).

Com relação ao campo musical computacional do Projeto, estas linhas enviam para o computador os comandos de quais notas serão tocadas e a qual velocidade, se esta for igual a “0”, é entendida pelo protocolo MIDI como sensor desligado ou pausa. Desse modo, para Fritsch, “os valores vão de 0 a 127, sendo que o 60 é o Dó central do piano (C4). O número 127 corresponde à nota Sol mais aguda do piano (G9)” (2008, p. 235). Nessa perspectiva, apresentamos a lógica da programação do sistema SAMI – III, que envia a nota Dó 4 ao computador. Especificamos as partes dessa linha de comando em sua sintaxe tanto a respeito da linguagem C++ quanto do protocolo MIDI, usado em conjunto com ela, conforme a Figura 6.

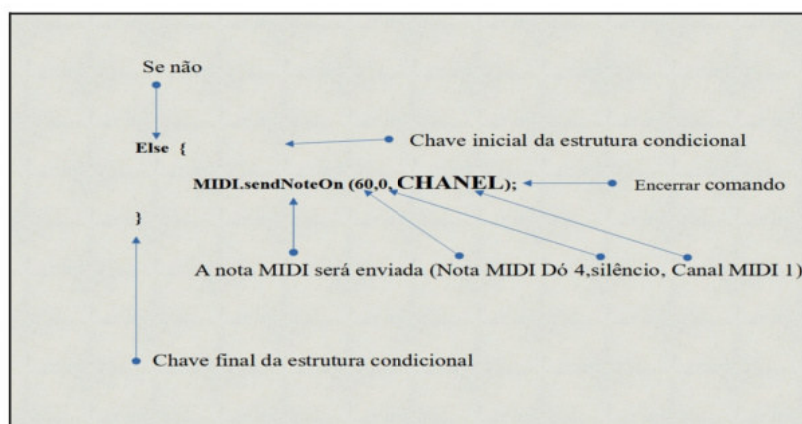
Figura 6. Lógica do comando da nota Dó 4 de acordo com a linguagem C++ e o protocolo MIDI



Fonte: O autor (2020)

Desse modo, o comando enviado para que a DAW instalada no computador conectado ao Projeto nos retorne com a Nota Dó 4, na condicional **if**, é verdadeiro. Em caso contrário a essa afirmação lógica, o computador nos retornará com outro comportamento, por exemplo, se a velocidade da nota em protocolo MIDI for “0”, desta forma, Fritsch nos diz que “[...] a nota ativada com velocidade = 0 é interpretada como uma mensagem de nota desativada” (2008, p. 235). Apontaremos, conforme a Figura 7, a lógica de comando oposta à anterior, usando **else** (se não).

Figura 7. A lógica de comando usando condicional else



Fonte: O autor (2020)

Como podemos ver na lógica apontada acima, ao enviarmos um nível lógico baixo, o computador nos retornará com silêncio, no entanto, o comando MIDI, mesmo em pausa, envia o comando 60 da nota (C4) para a DAW pelo Canal 1. Logo, a figura a seguir expõe as ações de cada linha de comando de acordo com os comandos MIDI editados, conforme a Figura 8 (Apêndice C).

4.3 Desenvolvimento do Hardware e estrutura física do projeto SAMI – III

O processo de criação da estrutura física do protótipo SAMI – III se deu por base da análise dos projetos anteriores (SAMI I e II), bem como das limitações na sua aplicabilidade em sala de aula, e aprimoramento na sua otimização para que sirva de plataforma para aplicações de atividades de abordagens ativas no ensino da música que contemplem, principalmente, o uso do corpo em música e movimento. A produção de um material didático, seja tecnológico ou manual, para que tenha um sentido educacional, precisa se nortear de forma que contemple: o Método, a técnica e as estratégias de ensino.

Sem uma abordagem nesse sentido com relação à escola, resultaria em problemas com relação ao porquê de seu uso, tal como já ocorre na escola brasileira, em que há muitos casos de professores que, sem um suporte técnico, acabam por subutilizar o material didático ou, muitas vezes, abandona-os, optando apenas por exposição de seu conteúdo de forma tradicional (FREITAS, 2009, p. 17).

O próprio material didático já existente em sala de aula, por mais simples que seja, quando usado de forma eficiente, de acordo com a intenção no processo, resulta em uma melhora no processo de entendimento por parte dos estudantes (FREITAS, 2009, p. 17). No entanto, a realidade a respeito da criação do próprio material didático pelo professor é algo plenamente possível, implementado em boa parte do Brasil e nem sempre relegado a terceiros. Sobre isso, “o que dizer, então, das possibilidades de construção do próprio material didático? Isso mesmo! A produção que atendam às demandas específicas de cada escola, de cada turma ou mesmo de cada estudante é uma prática não só possível como muito utilizada em todo o Brasil” (FREITAS, 2009, p. 17).

A principal característica aplicada na proposta do projeto SAMI - III, por se tratar de um equipamento voltado para crianças, é o seu papel lúdico, o que sempre foi abordado desde os primeiros conceitos, sob a forma de amarelinha, um jogo infantil muito conhecido em brincadeiras de roda em todo o Brasil. Uma abordagem mais livre, em relação ao *layout* do material didático sob forma de jogo, traz maiores possibilidades para que os estudantes criem novas formas de jogar e de se expressar através dele, musicalmente.

Do antigo projeto, apenas tomou-se como base a ideia quanto à forma geométrica retangular, contando com duas grandes áreas para o envio de comandos para o computador. Neste sentido, apresentando dimensões de 3,52m de comprimento por uma largura de 1,00m, e cada “caminho” representando a primeira oitava mais grave e a segunda oitava mais aguda, com 0,50 cm de largura cada, conforme a Figura 9 (Apêndice D).

Para que houvesse uma melhor manipulação do protótipo durante suas eventuais atividades, necessitou-se projetá-lo sob o aspecto modular. Com isso, seguindo os passos do

conceito de “organização Modular”, pois, segundo Sonego, “[...] a modularidade também auxilia a superar a complexidade que a customização traz aos sistemas de manufatura, atuando como ferramenta para decompor a estrutura em unidades menores [...]” (2013, p. 9).

Desta maneira, seguindo este perfil de organização da manufatura para a elaboração da parte física do protótipo — separando por unidades menores no caso —, os módulos que se integram formando o sistema auxiliar de musicalização infantil MIDI apresentam-se integrados, conforme a Figura 10 (Apêndice E).

O “Módulo de sensor/ controlador” – é o principal módulo em que fica alojado o circuito programado embarcado *Arduíno*, bem como o conjunto de conexões que o ligam ao conjunto de sensores de contato em toda a extensão do objeto. Os módulos que contam com conjunto de sensores enviam sinais computacionais para que sejam interpretados como MIDI no *notebook* ou computador, os quais comunicarão ao sistema conectado. Os “Módulos sensores A1 e B1” enviam para o microcontrolador do aparelho, comandos para que o computador interprete como notas da oitava mais grave, enquanto os “Módulos sensores A2 e B2”, por sua vez, suportam o conjunto de sensores de contato que remontam à série mais aguda da oitava. Fechando o sistema modular, temos o “Módulo sensor Auxiliar” - Este módulo conta com o sensor referente à última nota da oitava aguda do sistema (C6).

Cada Módulo pode ser grafado ou rasurado, como já mencionado, com o auxílio de lápis piloto usado em sala de aula em quadros Brancos, tanto pelos professores quanto pelos alunos. O material escolhido para ser usado como estrutura dos módulos em que os sensores ficam alojados é apresentado conforme a Figura 11 (Anexo B), que, em conjunto, forma o chassi para que ali possam ser alojados os elementos eletrônicos.

Foram aplicados no chassi do sistema o uso de dobradiças com o objetivo de facilitar ainda mais o seu manuseio e transporte, conforme a evolução do movimento destas no corpo do objeto, a evolução do movimento no ato de encerrar as atividades e guardar para o acondicionamento em locais de pouco espaço, mantendo a integridade eletrônica do material para transporte, complementando o processo modular descrito anteriormente.

A aplicação destes elementos comuns em outras formas de saber, e mesmo na construção civil e na manufatura, tem objetivo estrutural, e não musical, para diminuir o seu tamanho nos casos de acondicionamento em momentos do não uso no ambiente escolar, facilitando assim o seu manuseio.

4.4 Elaborando a parte eletrônica do Projeto SAMI - III

O microcontrolador At Mega fixado em sua placa de prototipagem Arduíno é uma parte importante do projeto por nós elaborado, no entanto, não se apresenta como resumo do Projeto. Foi de suma importância que tenhamos que elaborar e projetar a placa-mãe em forma de *shield* (escudo), para que essa possa servir de interface lógica entre os movimentos dos alunos e o programa que desenvolvemos na programação do microcontrolador. Para que isso fosse possível, é oportuno mencionarmos que o microcontrolador e sua placa possuem especificações técnicas para seu uso, apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7. Especificações técnicas do conjunto placa Arduíno e microcontrolador

Microcontrolador	Atmega2560
Tensão operacional	5V
	7-12V (de entrada recomendada)
	6-12V (tensão limite)
Número de Pino digitais	54
Números de Pinos Analógicos	16
Corrente Contínua por Pino de entrada e saída	20mA
Corrente Contínua para pino de 3,3V	50mA
Memória Flash	256 KB
Memória SRAM	8KB
Memória EEPROM	4KB
Velocidade do relógio	16MHz
Dimensões Físicas	101,52 mm de comprimento
	53,3 mm de largura
	37g de peso

Fonte: Arduino (2022), adaptado pelo Autor (2022)

De posse dos dados acima, projetamos a placa-mãe do sistema que se acopla e se integra ao sistema da placa Arduíno no módulo de processamento para a troca de informações com o meio externo e o microcontrolador. A placa-mãe *shield* projetada possui três objetivos: manter as portas do Arduíno em nível lógico baixo com o uso de 25 resistores; funcionar como interface entre o microcontrolador e os sensores do projeto; e proteger o sistema contra flutuações causadas por interferências eletromagnéticas do ambiente que podem ser captadas pelos sensores, caso estes fiquem em nível lógico baixo. O seu aspecto, as partes que a fazem funcionar acopladas à placa do microcontrolador, e a unidade de processamento montada encontram-se em detalhes na Figura 12 (Apêndice F).

Para que possamos oferecer as portas lógicas nível baixo em “0” (pausa), exigido pelo programa elaborado, é necessária, ao produzimos a placa-mãe *Shield* (que se conecta entre o

protótipo e o microcontrolador), a aplicação de resistores que farão o papel de *pull down* (que puxem esse valor para baixo) e que manterão uma constante 0 nas portas lógicas, além de protegê-las contra fenômenos eletromagnéticos ambientais. Para isso, aplicaremos a fórmula da lei de ohm. Para sabermos o valor mínimo desses resistores, tomamos nota dos dados da Tabela 7 e usamos a fórmula da lei de ohm $R=V/I$, em que: R = resistência, V = tensão e I = corrente. Desse modo, elaboramos o seguinte cálculo para encontrar o valor básico desses resistores, em que temos: $R = V/I \Rightarrow 5/20\text{mA} \Rightarrow R = 5/0,02 \Rightarrow R = 250 \text{ ohm}$. Para termos uma maior margem de segurança para as portas, usamos resistores de 10k ohm, não usando valores menores que 250 ohms no protótipo.

Assim, os sensores de contato localizados em cada módulo fecham o circuito, ora sucessivamente, ora simultaneamente, de acordo com o tipo de exercício aplicado pelo professor em sala de aula (seja para atividades melódicas ou que envolvam intervalos harmônicos), enviando o sinal para que as portas lógicas saiam da constante de 0 (pausa), e este, por sua vez, seja entendido pelo programa desenvolvido para este protótipo como valor positivo 1 (som). As portas de leitura da placa *Arduíno*, por sua vez, são lidas pelo microcontrolador *At mel*, enviando para o computador sinais seriais em linguagem de máquina, os quais são recebidos pelo programa previamente instalado no computador de atividades, como comandos MIDI.

4.5 Configurando a comunicação entre o Sistema SAMI – III e o computador

O microcontrolador instalado para este Projeto não usa o protocolo MIDI de forma nativa, ou seja, não é o protocolo de comunicação que faz parte de sua arquitetura de fabricação, como meio de comunicação. Existem outros projetos de estudantes que se debruçam no tema, envolvendo o desenvolvimento de música computacional e microcontroladores que partem de outros princípios técnicos para resolver esse problema (SILVEIRA, 2020). No presente Projeto, para contornar tal questão, optamos pelo uso de um dos vários programas de código aberto que tem como objetivo converter essa comunicação serial nativo do microcontrolador para MIDI (SILVEIRA, 2020). Aplicando tal método, as informações da biblioteca MIDI, instalada previamente, podem ser recebidas pela DAW, que lerá os sinais convertidos.

O programa usado para fazer a conversão e trabalhar em conjunto com a DAW é o *Hairless MIDI*, desenvolvido para placas da *Arduíno* que não podem, por via nativa, comunicar-se diretamente no protocolo MIDI (COUTINHO, 2016), como foi o caso do modelo usado na informatização do sistema SAMI – III. Este programa tem a capacidade de receber os sinais seriais do protocolo nativo do microcontrolador do projeto e traduzi-los para MIDI, enviando e recebendo os sinais da Daw. Na prática, funciona como um cabo virtual, fazendo a transferência entre o computador e o protótipo pelo cabo USB tradicional. Como exemplo pontual, demonstraremos a

seguir os aspectos do programa *Hairless MIDI*, usado como tradutor de sinais seriais para o protocolo MIDI, conforme Figura 13 (Anexo C)

O próximo passo foi criar uma porta MIDI para o computador teste, pois o *Hairless MIDI* apenas converte o protocolo serial do projeto para MIDI/*-36, mas, para uma efetiva comunicação com o computador, usou-se o *LoopMIDI communication*, também de código aberto. A sua função é criar uma porta virtual para que os sinais seriais do Arduíno, convertidos em protocolo MIDI, cheguem até ela e sejam encaminhados para a Estação de trabalho MIDI. Deste modo, apresentaremos o aspecto do programa loop MIDI, de acordo com a Figura 14 (Anexo D).

Após apresentarmos a forma como é efetivada a comunicação entre o Protótipo e o computador, é importante descrevermos abaixo como aconteceria a instalação para uso do sistema em sala de aula. O uso do protótipo SAMI em sala de aula dar-se-á da seguinte maneira:

- 1 – Protótipo anexado fisicamente por cabo USB ao computador;
- 2 – Computador contendo previamente a Daw em que serão gerados os sons e os efeitos;
- 3 – Dois programas de intercomunicação entre o protótipo e o computador, o *Hairless MIDI* (cabo virtual) e/ou Loop MIDI ou equivalente, configurado como entrada MIDI no computador; e
- 4 – Caixa de som ligada ao Computador Pessoal.

Após seguir estes quatro passos para a montagem do protótipo, torna-se possível a sua utilização pelo educador e pelos educandos nas atividades de educação musicais. Deste modo, segundo a figura 15 (Apêndice G), demonstramos como o sistema SAMI – III apresenta-se integrado a um computador pessoal e a uma caixa de som (no caso, via *Bluetooth*), ficando pronto para uso, caso fosse utilizado em uma sala de aula.

5 O USO DO PROTÓTIPO SAMI – III

A proposta deste protótipo é voltada para aulas coletivas, no âmbito de toda a educação fundamental, visando a uma educação musical em que os alunos possam criar sons de acordo com os seus movimentos corporais, após a combinação de elementos chaveadores. Essas possibilidades de atividades refletem uma das seis dimensões no âmbito da linguagem de arte, que é a Estesia, segundo a BNCC. Pois, “refere-se à experiência sensível dos sujeitos em relação ao espaço, ao tempo, ao som, à ação, às imagens, ao próprio corpo e aos diferentes materiais” (BRASIL, 2018, p. 194).

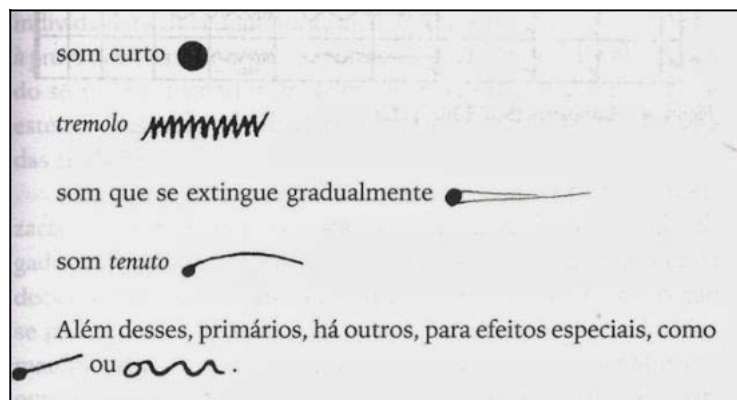
Desta maneira, com relação à proposta de usar o corpo e seu movimento na produção sonora, nos pautamos na ideia central do método ativo de Jaques Dalcroze, que, segundo Fonterrada (2008, p. 122), “foi propor um trabalho sistemático de educação musical baseado no movimento corporal e na habilidade de escuta”. Pois, para ele, era impossível que se aprendesse por exemplo a representar graficamente um som sem antes experimentá-lo.

Após as atividades em que há experimentação sonora baseada no movimento do corpo sobre o protótipo com suas configurações, em que este permite que sensor (possibilidade de nota) está ativa e que nota não está ativa, chegamos à questão sobre a grafia ou rasura para representar esses sons no próprio corpo do protótipo, em que os alunos com o uso do marcador de quadros criem símbolos que expressem seus sentimentos nas áreas em que produzirão sons ao acioná-las. Proposta está, de acordo com a dimensão de Criação em arte segundo a BNCC, pois “refere-se ao fazer artístico, quando os sujeitos criam, produzem e constroem. Trata-se de uma atitude intencional e investigativa que confere materialidade estética a sentimentos” (BRASIL, 2018, p. 194).

Quanto às grafias, podem escolhidas por parte dos educandos ou propostas pelo educador aos jogos e atividades de composição. Como o protótipo é desenvolvido no âmbito da música contemporânea, nos pautamos nas propostas de grafias do método ativo de George Self, pois, segundo Fonterrada (2008, p. 183), “George Self propõe um tipo de notação musical simplificada, particularmente adequada ao som e à estrutura da música contemporânea [...]”.

Nesta perspectiva de grafia não convencional de George Self, o sistema SAMI acaba por ser sinalizado em suas partes com os símbolos propostos por este educador musical, os quais observamos segundo a Figura 16.

Figura 16. Sistema de notação de George Self



Fonte: Fonterrada (2008, p. 183)

Outra proposta, após a do movimento que se reflete em forma de sons, como vimos, e a possibilidade do uso de grafias livres criadas pelo educando ou configuradas com as ideias de George Self, chegamos à possibilidade de criar melodias com o corpo e com as grafias, já que o protótipo ligado ao computador, de acordo com sua DAW, suporta *loopings* de acompanhamento. Nesse sentido, com relação a atividades de improvisação musical, esta possibilidade de aplicação contempla a dimensão da Expressão, pois “refere-se às possibilidades de exteriorizar e manifestar as criações subjetivas por meio de procedimentos artísticos, tanto em âmbito individual quanto coletivo” (BRASIL, 2018, p. 194).

De acordo com os métodos ativos mencionados acima, propomos as seguintes atividades básicas com o protótipo SAMI – III: 1 – Solfejo rítmico e melódico a partir dos movimentos corporais; 2 - Estudo de intervalos melódicos e harmônicos; 3 – Composição Musical; 4 – Improvisação Musical; 5 – Apreciação musical de composições dos estudantes.

No Solfejo rítmico e melódico a partir dos movimentos corporais - pode ser proposto ao aluno repetir cantando tanto os ritmos que ele pode produzir por conta da leitura que o sensor sob o seu pé estiver fazendo por conta de seus movimentos, como também existe a possibilidade de o aluno tentar acompanhar e reproduzir o looping rítmico que vem da Daw instalada no computador, por este ser uma extensão do protótipo.

No Estudo de intervalos melódicos e harmônicos - a estrutura do presente projeto conta com duas grandes faixas que representam o caminhar para frente ou para trás, cada uma sendo uma oitava. Como se trata de um sistema polifônico, as aulas de estudo de intervalos harmônicos podem contar com os 4 membros do corpo, de acordo com o intervalo sendo proposto, possivelmente por conta do tamanho. Quando montado com os dois módulos principais em 3,14 m de comprimento, será interessante ao professor que faça essas atividades em dupla, e o mesmo ocorrerá com harmonia. O protótipo foi desenvolvido para que seja possível realizar estudo de música aliado ao

movimento, e no caso da harmonia, é possível fazer acordes de: 3 sons (possibilidade de 2 pés e 1 mão), 4 sons (possibilidade de 2 pés e 2 mãos).

Na Composição Musical, o estudante tem a possibilidade tanto de “desenhar” sobre o som o qual pisará ou tocará com uma das mãos ou as duas mãos, quanto criar, com os elementos destacáveis do sistema, padrões na lateral da superfície. Na Improvisação Musical - os educandos podem ser levados a improvisarem melodicamente ou ritmicamente sobre uma base eletrônica, enquanto outros colegas cantam a música que este, com o movimento dos pés, executa. E, finalmente, na Apreciação musical de composições dos estudantes, a classe é levada a assistir à execução corporal musical de um dos colegas no projeto. Escolhendo na Daw com ajuda do professor um timbre que melhor se encaixa com a sua ideia e seus sentimentos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação musical em geral, mais especificamente a educação musical infantil, modificou-se com o passar do tempo, como toda a sociedade e hoje, no século XXI, era da revolução tecnológica, a paisagem sonora e os meios com os quais se fazem música se informatizaram, por meio do *tablet*, *smartphone*, computador etc. Contudo, é importante lembrarmos que essa ainda não é uma realidade ampla em todo o Brasil, pelo preço dos equipamentos tecnológicos que estão muito além do poder aquisitivo da maioria da população, por conta da incidência de impostos sobre seu valor final, formando um obstáculo para que comunidades escolares públicas possam oferecer experiências tecnológicas satisfatórias aos seus estudantes.

Observamos, durante nossa pesquisa, que a maioria dos recursos tecnológicos, em se tratando de vários tipos de *hardware* oferecidos à educação e, em específico, à educação musical, ainda parte de um pressuposto de imersão puramente virtual, e, em termos de participação, surgem de forma sedentária e individual, do que forma mais livre e ativa que envolvam os movimentos corporais e a relação deste com a paisagem sonora e em conjunto dos outros estudantes.

Os Jogos pensados para outros fins que não o escolar, quando desenvolvidos no ensino, necessitam de um olhar crítico por parte do educador, se são ou quando são necessários em sua proposta em sala, já que estes — como não têm, por base, um olhar educacional no sentido escolar — precisam de adaptações no planejamento das aulas por parte do professor e até o questionamento sobre a sua relevância em sua prática educacional.

Ao construirmos o sistema SAMI – III e apresentá-lo como um recurso tecnológico a ser utilizado nas atividades musicais na educação infantil, observamos, no período de elaboração técnica, a possibilidade de oferecer essa imersão, não virtual e sim física e manual, oferecendo a possibilidade do “montar”, “riscar” e “apagar” com elementos concretos, mas ligados à riqueza das possibilidades sonoras oferecidos pelo protocolo MIDI no computador como ferramenta de expressão artística dos estudantes, coletivizando o meio computacional.

De fato, bem sabemos que alguns tipos de jogos virtuais do tipo *online* podem ser utilizados por vários jogadores, apresentando um certo grau de interação, no entanto, por terem sido pensados para a realidade remota, individual e não presencial, criam-se “bolhas” no ato de brincar, em que cada jogador, participando das mesmas tarefas, conta com pouquíssima interação — na maioria dos casos, interagindo apenas por áudio ou mensagem de texto com outro jogador.

Diante de toda a nossa pesquisa, retornamos à nossa questão-problema — Qual a importância do protótipo tecnológico a ser criado como recurso didático a ser desenvolvido nas atividades musicais da educação infantil – último nível? — para sinalizar a nossa resposta. Portanto,

consideramos a relevância do protótipo computacional SAMI-III, no âmbito da educação musical, por ter sido elaborado e construído para se adequar à sala de aula como material didático musical, voltado para propostas educacionais de caráter coletivo, lúdico e pensado para ofertar maior autonomia composicional para os estudantes, sendo projetado como ferramenta para uso em atividades lúdicas que contemplem pressupostos de métodos ativos de pedagogos musicais, que dão maior importância ao movimento corporal na educação musical. Sendo também importante no ambiente escolar, pois leva para a sala de aula de forma lúdica os *software* MIDI, como Daws, que geralmente são usados por um único indivíduo em estúdio de gravação, sendo agora usados na sala de aula como ferramentas de caráter educacional coletivo musical.

Com seu caráter de escrita livre, montagem de esquemas por chaves e acionamento por movimento principalmente dos pés, nosso protótipo acaba por ser importante em atividades pensadas na escola por professores que elaborem atividades que tenham o objetivo do desenvolvimento cognitivo, motor, da criatividade e ludicidade dos estudantes, bem como a interação social e apreciação musical. O sistema SAMI-III, assim como outras ferramentas já mencionadas anteriormente em nossa pesquisa, não tem a pretensão de substituir o professor, mas sim de auxiliá-lo como um material didático interativo pensado exclusivamente para a sala de aula e, assim como outras propostas de materiais didáticos tecnológicos, também se submete ao olhar crítico do professor a respeito de seu uso na sala de aula.

Como sugestão, esperamos que o presente protótipo faça parte do dia a dia das crianças no ambiente escolar, como instrumento facilitador para a realização de jogos e brincadeiras musicais que favoreçam o seu desenvolvimento emocional, cognitivo e social, principalmente sob a forma de jogos musicais coletivos. Sua configuração oferece uma possibilidade mais ampla de serem criados sobre si jogos alternativos. Espero que possamos vislumbrar outras versões deste protótipo, mais atualizadas.

Temos a certeza de que esta monografia contribuirá de forma significativa para uma melhor compreensão sobre a importância da tecnologia musical computacional como ferramenta didática no contexto do ensino musical, não apenas como mera ferramenta em si, e sim como equipamento facilitador expositivo de conceitos abstratos na compreensão da música, criando um elo entre os seus parâmetros no universo teórico e os elementos lúdicos das brincadeiras infantis.

REFERÊNCIAS

ARDUINO. Cc. Store. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 16 ago. 2022.

ARRUDA, Robson Lima de. Ressignificações sobre o uso pedagógico do celular a partir do ensino remoto emergencial. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, Boa Vista, v. 6, n. 17, p. 74-81, 2021. Disponível em: <https://revista.ioles.com.br/boca/index.php/revista/article/view/340/265>. Acesso em: 26 jul. 2022.

BEINEKE, Viviane. Música, jogo e poesia na educação musical escolar. **Música na educação Básica**. Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 9-27, 2011. Disponível em: http://www.abemeducacaomusical.com.br/revista_musica/ed3/pdfs/viviane_3.pdf. Acesso em: 16 nov. 2020.

BERTUCCI, Janete Lara de Oliveira. **Metodologia básica para elaboração de trabalhos de conclusão de cursos (TCC)**: ênfase na elaboração de TCC de pós-graduação Lato Sensu – São Paulo: Atlas, 2012.

BERTOLINI, et al. **Linguagem de programação I**. Santa Maria: UFSM, NTE, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/18352/Curso_Lic-Cienc-Relig_Linguagem-Programacao.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, LDB, 9.394/1996. Brasília, 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 2 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 2 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio: linguagens, códigos e suas tecnologias. Brasília, MEC/SEF, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial curricular nacional para a educação infantil**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998a.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: arte (1 a 4 série / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: arte (5 a 8 série / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1998b.

CARVALHO FILHO, Cláudia Rogério. **Comentário em C++**: Curso C++. Excript, 2016. Disponível em: <http://excript.com/cpp/comentario-cpp.html>. Acesso em: 22 nov. 2020.

CARVALHO, Vicente Bueno. **Desenvolvimento e Teste de um Monitor de Barramento I2C para Proteção Contra Falhas Transientes**. 2016. 87 f. Orientadora: Fernanda Gusmão de Lima Kastensmidt. Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Informática, Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, 2016.

CHAVIER, Luís Fernando. **Programação para Arduino – Primeiros Passos: Conceitos iniciais de programação para Arduino**. Circuitar. 2018. Disponível em: <https://www.circuitar.com.br/tutoriais/programacao-para-arduino-primeiros-passos/>. Acesso em: 15 ago. 2021.

COTA, Denis Martino. **Aplicativos musicais: uma reflexão sobre a inovação da educação musical**. Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/bitstream/handle/unirio/11040/Denis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 jul. 2022.

COUTINHO, Pedro Augusto Torre de Moraes. **Luva Controladora MIDI**. Trabalho de Graduação. Universidade Federal de Pernambuco, 2016. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~tg/2015-2/patmc.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.
DIALOG AUDIO. **Virtual MIDI Ports**. 2022. 1 fotografia. Disponível em: https://dialogaudio.com/modulationprocessor/guides/virtual_midi/virtual_midi_setup.php. Acesso em: 6 mar. 2020.

DUARTE, Alex; MARINS, Paulo Roberto Affonso. Um estudo sobre a utilização de aplicativos para tablets e smartphones no ensino da música. In: Congresso nacional da Associação Brasileira de Educação Musical, 22., 2015. **Anais...** ABEM: Rio Grande do Norte, p. 1-13, 2015. Disponível em: http://abemeducacaomusical.com.br/anais_congresso/v1/papers/1458/public/1458-4474-1-PB.pdf. Acesso em: 16 nov. 2021.

FONTELLES et al. **Metodologia da pesquisa Científica**: Diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa. Núcleo de bioestática aplicada à Pesquisa da Universidade da Amazônia–UNAMA, 2009. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf. Acesso em: 16 nov. 2020.

FONTEERRADA, Marisa Trench de Oliveira. **De tramas e fios: um ensaio sobre música e educação**. 2 ed. Rio de Janeiro: Funarte, 2008.

FRANCHI, Claiton Moro. **Sistemas de Acionamento Elétrico**. Saraiva Educação S.A. 2013. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=04mwDwAAQBAJ&lpg=SA1-PA18&ots=G2Msgy5b6O&dq=info%3AanoqcsHfoQdgJ%3A%3Ascholar.google.com&lr&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 4 set. 2021.

FRANCHI, Luiz Eduardo; BLANCO, Sonia Maria Reis. Celular na aula de música: como utilização no ensino dos alunos da 8ª série do ensino fundamental de uma escola em Belém do Pará. In: Encontro Regional Norte da ABEM, 9., 2016. **Anais...** ABEM: Boa Vista, 2016. Disponível em: http://abemeducacaomusical.com.br/anais_ernt/v2/papers/1574/public/1574-6779-1-PB.pdf. Acesso em: 16 nov. 2020.

FREITAS, Olga. **Equipamentos e materiais didáticos**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=614-equipamentos-e-materiais-didaticos&Itemid=30192. Acesso em: 15 nov. 2020.

FRITSCH, Eloy F. **Música Eletrônica: uma introdução ilustrada**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

GIRÁLDEZ, Andrea. **Internet y educación musical**. Editorial Grao, 2017.

GITHUB. **Lmms**: Se envolva. 2020. Disponível em: <https://lmms.io/get-involved>. Acesso em: 21 nov. 2020.

GRATTON, Angus. **Hairless MIDI**. Github 2011. 1 fotografia. Disponível em: <https://projectgus.github.io/hairless-midiseria/>. Acesso em: 3 mar. 2020.

GUIMARÃES, Flávio. **Curso de Arduino para Iniciantes** - Aula 01 - Primeiros Passos (Exemplo de um Vumeter). [S.l.:s.n.], 2019. 1 vídeo (31min). Publicado pelo Canal Brincando com ideias. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=oOWuq_Nazig. Acesso em: 21 nov. 2021.

KENSKI, Vani Moreira. Novas Tecnologias. **O rendimento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho do docente**. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1997. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/download/INFORMATICA%20EDUCATIVA/leitura%20anexa%203.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2020.

LEME, Gerson Rios; BELLOCHIO, Cláudia Ribeiro. Professores de escolas de música: um estudo sobre a utilização de tecnologias. **Revista da ABEM**, Porto Alegre, v. 17, p. 87-96, 2007. Disponível em: http://www.abemeducacaomusical.com.br/revista_abem/ed17/revista17_artigo9.pdf. Acesso em: 5 set. 2021.

LUMINIS. **Midi Cables**. Adobe Stock. 2022. [S.l.] 1 fotografia. 2022. Disponível em: https://stock.adobe.com/br/images/midi-cables/2124277?prev_url=detail. Acesso em: 14 ago. 2022.

McCARTHY, Marie. **Toward a global community**: the International Society for Music Education 1953-2003. Australia: International Society for Music Education (ISME), 2004.

MEIRELLES, Rodrigo. **Digital Audio Workstations** – onde estamos pisando? - Áudio música & tecnologia. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.musitec.com.br/colunas/materia.asp?codArea=3&materiaID=36>. Acesso em: 16 nov. 2020.

MENDES, Flávio Ramos. **Tecnologia e a construção do conhecimento na sociedade da Informação**. Universidade Estadual de Londrina, 2007. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Pedagogia2/dtecnologiaeducacao.pdf. Acesso em: 16 nov. 2020.

MICROSOFT. **Docs**: instrução if-else (C++). Disponível em: <https://docs.microsoft.com/pt-br/cpp/cpp/if-else-statement-cpp?view=msvc-160>. Acesso em: 26 nov. 2022.

OFFICE PLÁSTICOS. **Estrado Modelos 50**. SP. 2020. 1 fotografia. Disponível em: <http://www.marfiniteplasticos.com.br/produto/estrado-modelo-50>. Acesso em: 2 fev. 2020.

PALHAIS, Catarina Bela Cardoso. **Prototipagem**. Uma abordagem ao processo de um produto - Mestrado em Design de equipamento: Universidade de Lisboa Faculdade de Belas Artes, 2015. Disponível em: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/29163/2/ULFBA_TES_942.pdf. Acesso em: 17 nov. 2020.

PEREIRA, Silvio do Lago. **Linguagem C++**. 1. Lógica de programação 2. Programação orientada a objetos 3. C++ (linguagem de programação para computadores). São Paulo: FATEC, 1999.

REIS, Fábio dos. **Programação em C++: Declaração de variáveis**. Bóson treinamentos em ciência e tecnologia, 2021. Disponível em: <http://www.bosontreinamentos.com.br/programacao-em-c/declaracao-de-variaveis-em-c/>. Acesso em: 20 jul. 2022.

SILVEIRA, Gustavo. **#3 Como construir um controlador MIDI DIY: Fazendo Música com Arduino**. [S.l.:s.n], 2020. 1 vídeo (28 min). Publicado pelo Canal Nerd Musician. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=R9x2ercIimg&list=RDR9x2ercIimg&start_radio=1&t=713. Acesso em: 26 nov. 2020.

SONEGO, Monique. **Métodos de Modularização no projeto conceitual de desenvolvimento de produtos**. Dissertação (dissertação em engenharia da produção) – UFRGS, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/79844/000898560.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 nov. 2022.

SOUZA, Anderson R. et al. A placa Arduíno: Uma opção de Baixo Custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileiro de ensino de física**, v. 3, n. 1, 2011. Disponível em: <http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2020.

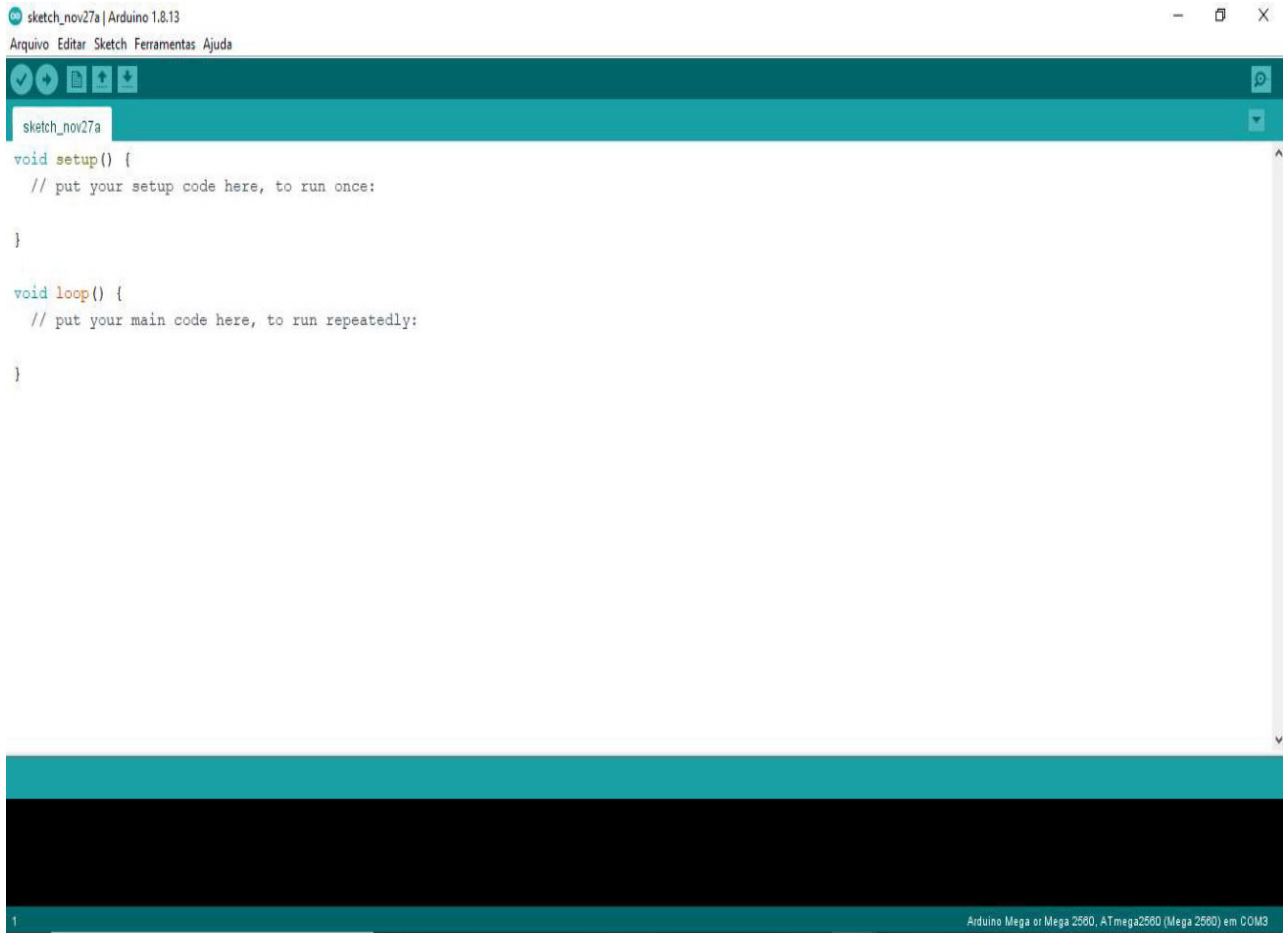
SOUZA, Fábio. **Embarcados – Arduino Mega 2560**. [S.l]. [2014]. 1 fotografia. Disponível em: <https://embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>. Acesso em: 3 maio 2021.

VALENTE, J. **Diferentes Usos do Computador na Educação**. Em Aberto, Brasília, ano 12, n. 57, 1993. Disponível em: <http://www.rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2187/1926>. Acesso em: 12 jul. 2021.

TRINDADE, Brasilena Gottschall Pinto. **Abordagem de Educação Musical CLATEC: uma proposta de ensino de música incluindo educadores com deficiência visual**. Salvador: UFBA, 2008.

APÊNDICE A

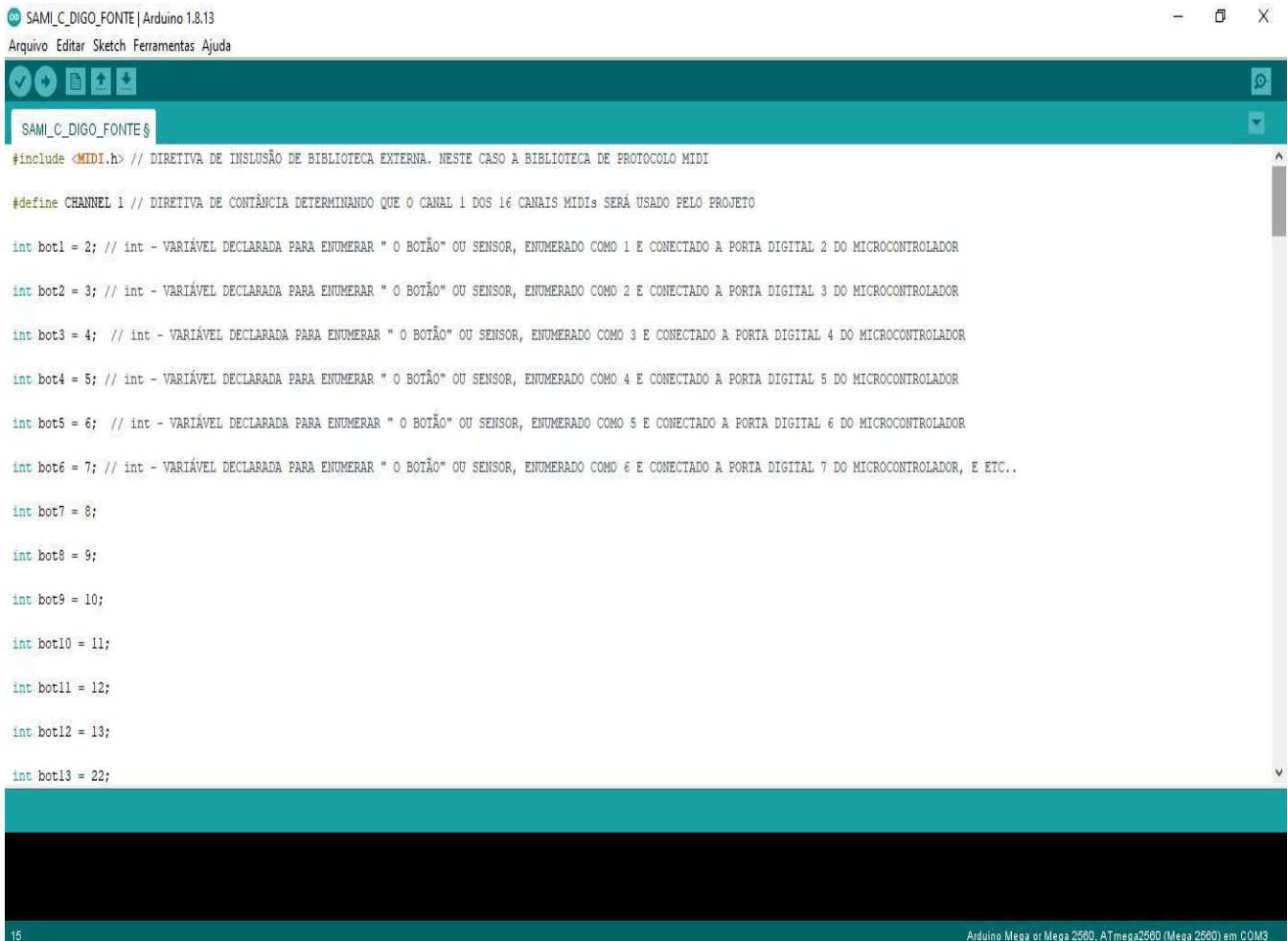
Figura 4. Ambiente da interface de desenvolvimento (IDE) para a programação do microcontrolador *AT MEGA*



Fonte: Autor (2020)

APÊNDICE B

Figura 5. Segmento do código fonte da programação em que mostramos a sequência de portas interligadas com os sensores de contato do sistema



```
SAMI_C_DIGO_FONTE$  
#include <MIDI.h> // DIRETIVA DE INSERÇÃO DE BIBLIOTECA EXTERNA. NESTE CASO A BIBLIOTECA DE PROTOCOLO MIDI  
  
#define CHANNEL 1 // DIRETIVA DE CONTÂNCIA DETERMINANDO QUE O CANAL 1 DOS 16 CANAIS MIDI: SERÁ USADO PELO PROJETO  
  
int bot1 = 2; // int - VARIÁVEL DECLARADA PARA ENUMERAR " O BOTÃO" OU SENSOR, ENUMERADO COMO 1 E CONECTADO A PORTA DIGITAL 2 DO MICROCONTROLADOR  
int bot2 = 3; // int - VARIÁVEL DECLARADA PARA ENUMERAR " O BOTÃO" OU SENSOR, ENUMERADO COMO 2 E CONECTADO A PORTA DIGITAL 3 DO MICROCONTROLADOR  
int bot3 = 4; // int - VARIÁVEL DECLARADA PARA ENUMERAR " O BOTÃO" OU SENSOR, ENUMERADO COMO 3 E CONECTADO A PORTA DIGITAL 4 DO MICROCONTROLADOR  
int bot4 = 5; // int - VARIÁVEL DECLARADA PARA ENUMERAR " O BOTÃO" OU SENSOR, ENUMERADO COMO 4 E CONECTADO A PORTA DIGITAL 5 DO MICROCONTROLADOR  
int bot5 = 6; // int - VARIÁVEL DECLARADA PARA ENUMERAR " O BOTÃO" OU SENSOR, ENUMERADO COMO 5 E CONECTADO A PORTA DIGITAL 6 DO MICROCONTROLADOR  
int bot6 = 7; // int - VARIÁVEL DECLARADA PARA ENUMERAR " O BOTÃO" OU SENSOR, ENUMERADO COMO 6 E CONECTADO A PORTA DIGITAL 7 DO MICROCONTROLADOR, E ETC..  
  
int bot7 = 8;  
int bot8 = 9;  
int bot9 = 10;  
int bot10 = 11;  
int bot11 = 12;  
int bot12 = 13;  
int bot13 = 22;
```

15

Arduino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) em COM3

Fonte: Autor (2020)

APÊNDICE C

Figura 8. Detalhes das linhas de comando que fazem parte do *void loop ()* responsável por notas, silêncio e volume sonoro de acordo com o protocolo MIDI

```

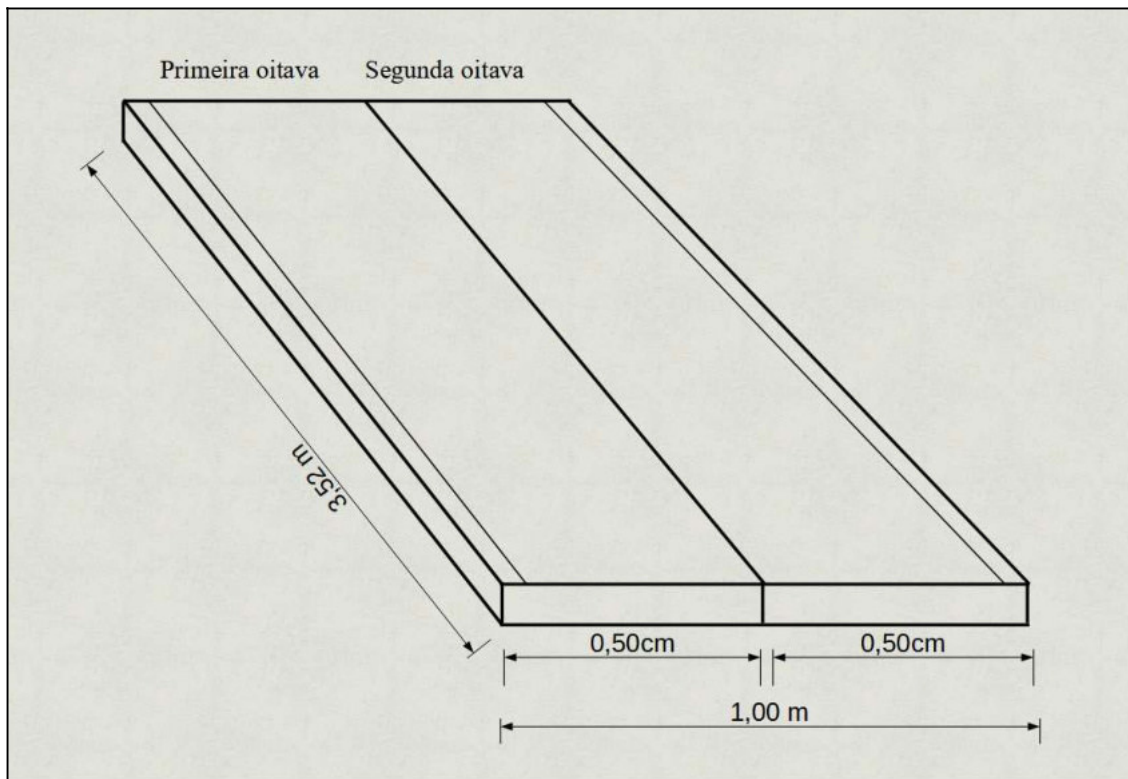
SAMI_C_DIGO_PULL_DOWN$
void loop() {
  if (digitalRead(bot1) == HIGH) {
    MIDI.sendNoteOn(60, 127, CHANNEL); // COMANDO INTERPRETANDO NÍVEL LÓGICO ALTO VINDO DO SENSOR 1 COMO NOTA C4 OU MIDI 60 COM VOLUME SONORO
  }
  else {
    MIDI.sendNoteOn(60, 0, CHANNEL); // COMANDO INTERPRETANDO NÍVEL LÓGICO BAIXO VINDO DO SENSOR 1 COMO NOTA C4 OU MIDI 60 EM SILÊNCIO
  }
  if (digitalRead(bot2) == HIGH) {
    MIDI.sendNoteOn(61, 127, CHANNEL); // COMANDO INTERPRETANDO NÍVEL LÓGICO ALTO VINDO DO SENSOR 2 COMO NOTA C4# OU MIDI 61 COM VOLUME SONORO
  }
  else {
    MIDI.sendNoteOn(61, 0, CHANNEL); // COMANDO INTERPRETANDO NÍVEL LÓGICO BAIXO VINDO DO SENSOR 2 COMO NOTA C4# OU MIDI 61 EM SILÊNCIO
  }
  if (digitalRead(bot3) == HIGH) {
    MIDI.sendNoteOn(62, 127, CHANNEL); // COMANDO INTERPRETANDO NÍVEL LÓGICO ALTO VINDO DO SENSOR 3 COMO NOTA D4 OU MIDI 62 COM VOLUME SONORO
  }
  else {
    MIDI.sendNoteOn(62, 0, CHANNEL); // COMANDO INTERPRETANDO NÍVEL LÓGICO BAIXO VINDO DO SENSOR 3 COMO NOTA D4 OU MIDI 62 EM SILÊNCIO
  }
  if (digitalRead(bot4) == HIGH) {
    MIDI.sendNoteOn(63, 127, CHANNEL); // COMANDO INTERPRETANDO NÍVEL LÓGICO ALTO VINDO DO SENSOR 4 COMO NOTA D4# OU MIDI 63 COM VOLUME SONORO...
  }
}

```

Fonte: Autor (2020)

APÊNDICE D

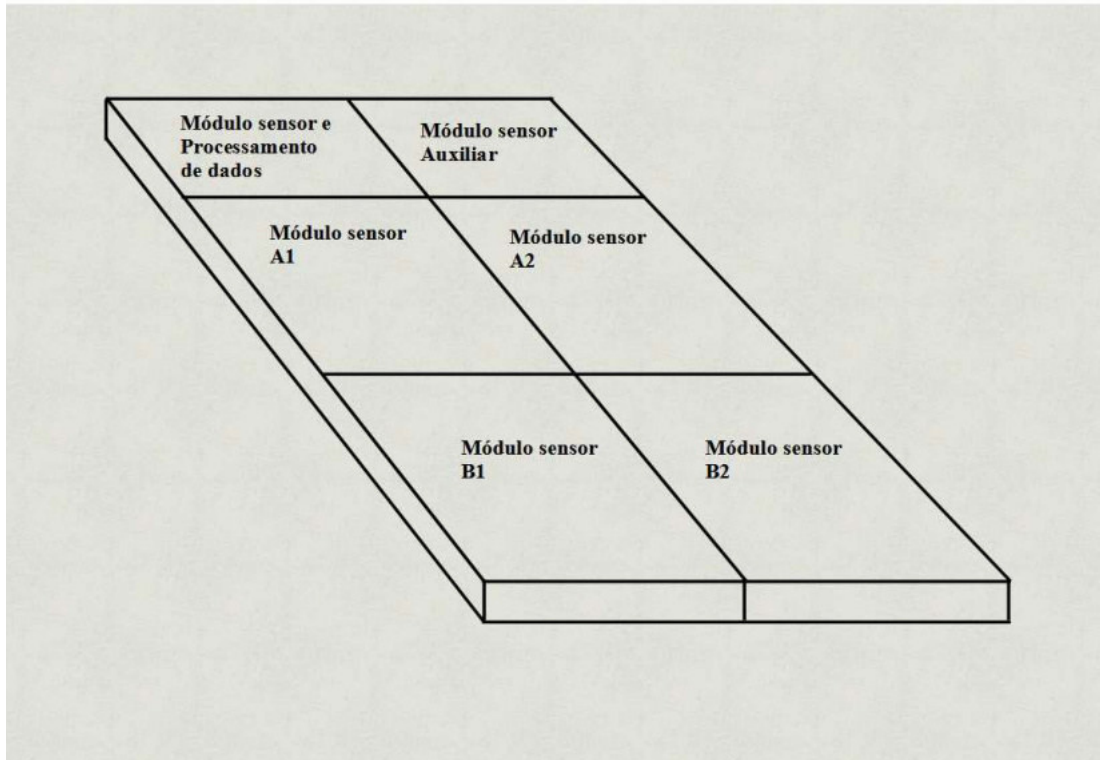
Figura 9. Dimensões Físicas e as duas principais partes do SAMI – III



Fonte: Autor (2022)

APÊNDICE E

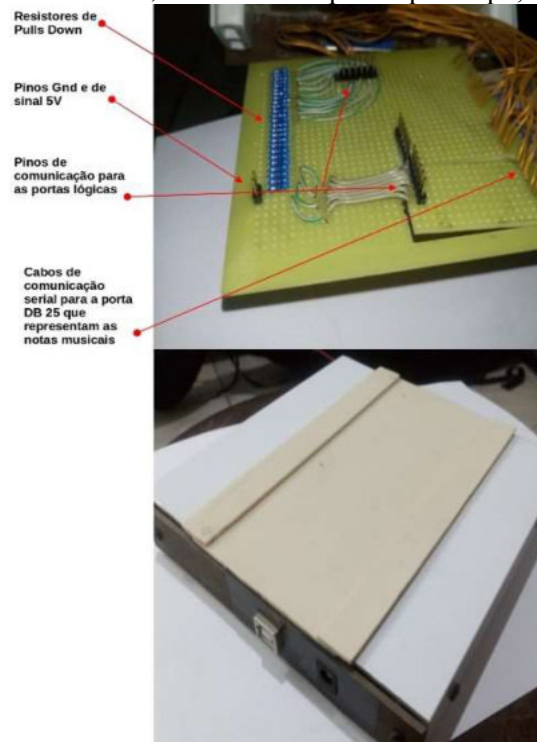
Figura 10. Conjunto dos módulos que compõem o projeto SAMI – III



Fonte: Autor (2022)

APÊNDICE F

Figura 12. Aspectos da placa-mãe *Shield*, desenvolvida para o protótipo, e a unidade de processamento



Fonte: Autor (2020)

APÊNDICE G

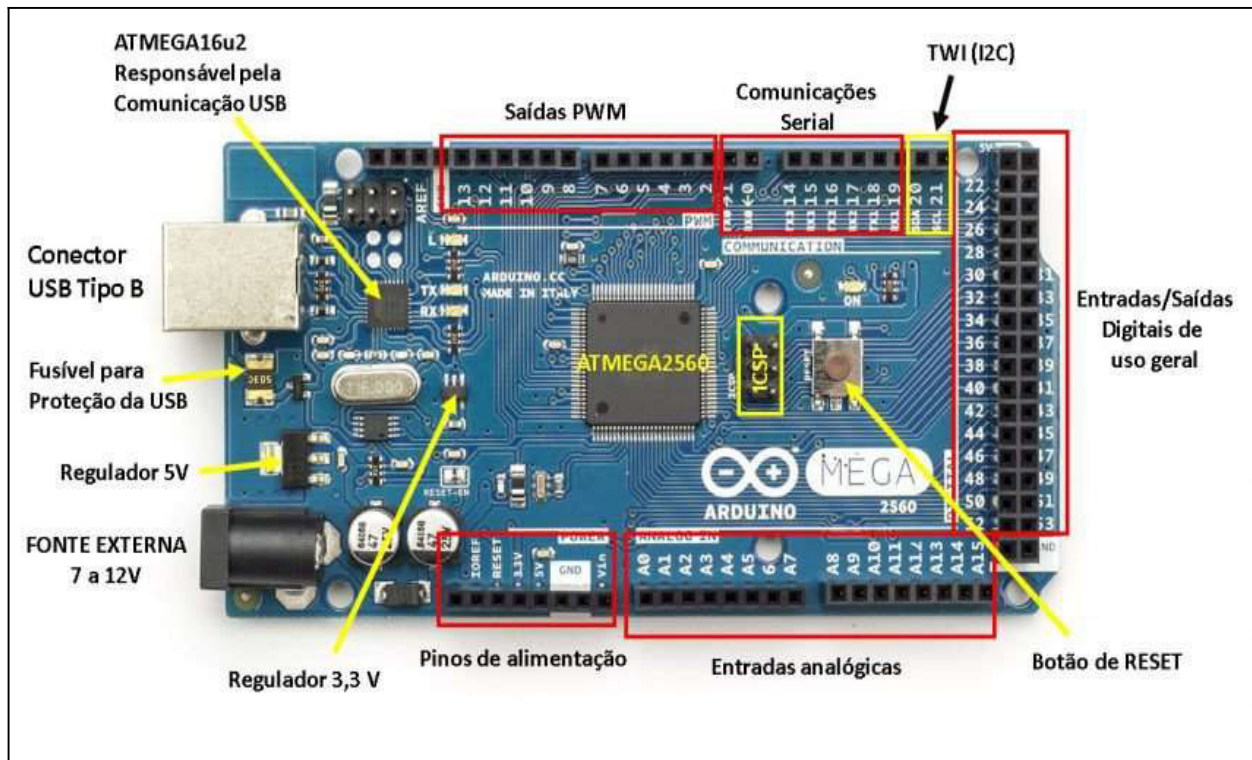
Figura 12. Aspecto do sistema SAMI - III integrado ao computador pessoal e à caixa de som Bluetooth para ser utilizado



Fonte: Autor (2020)

ANEXO A

Figura 3. Esquema das particularidades físicas (*hardware*) da placa Arduino que se integram ao projeto SAMI - III



Fonte: Souza (2014)

ANEXO B

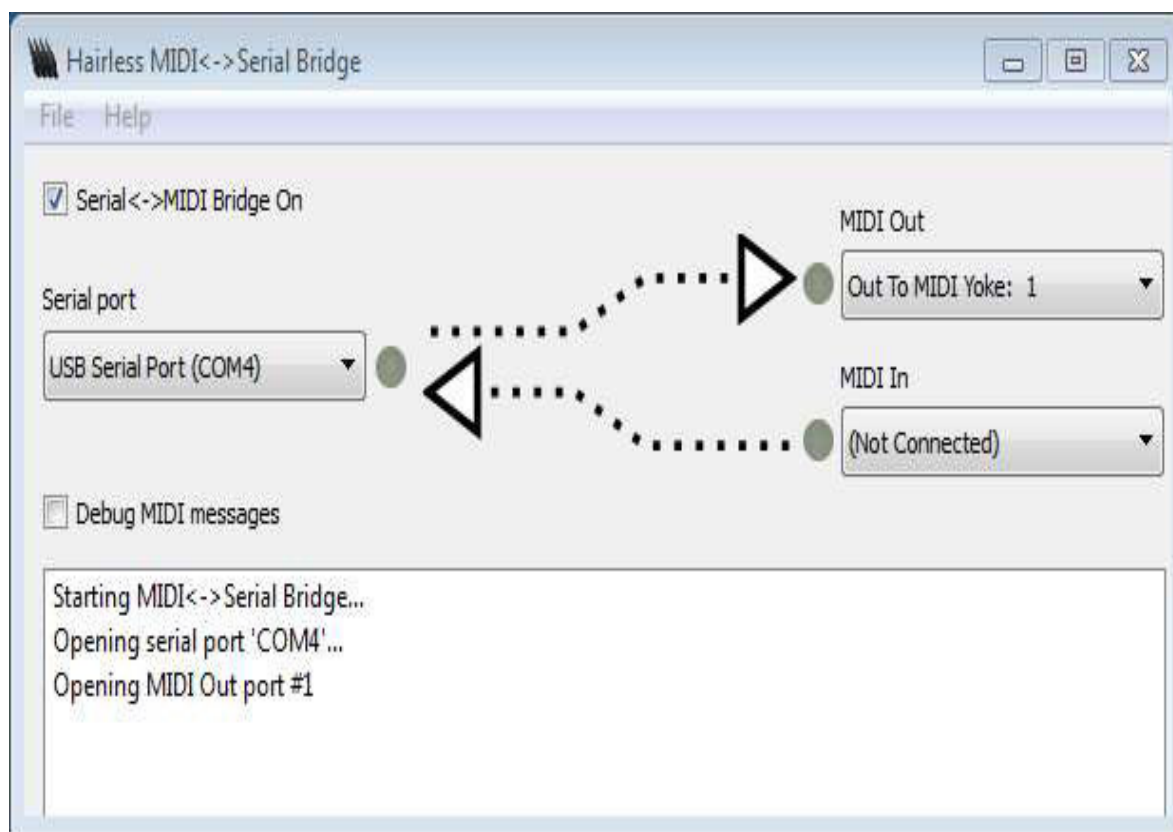
Figura 11. Estrado plástico usado como elemento modular do sistema SAMI



Fonte: Office Plásticos (2020)

ANEXO C

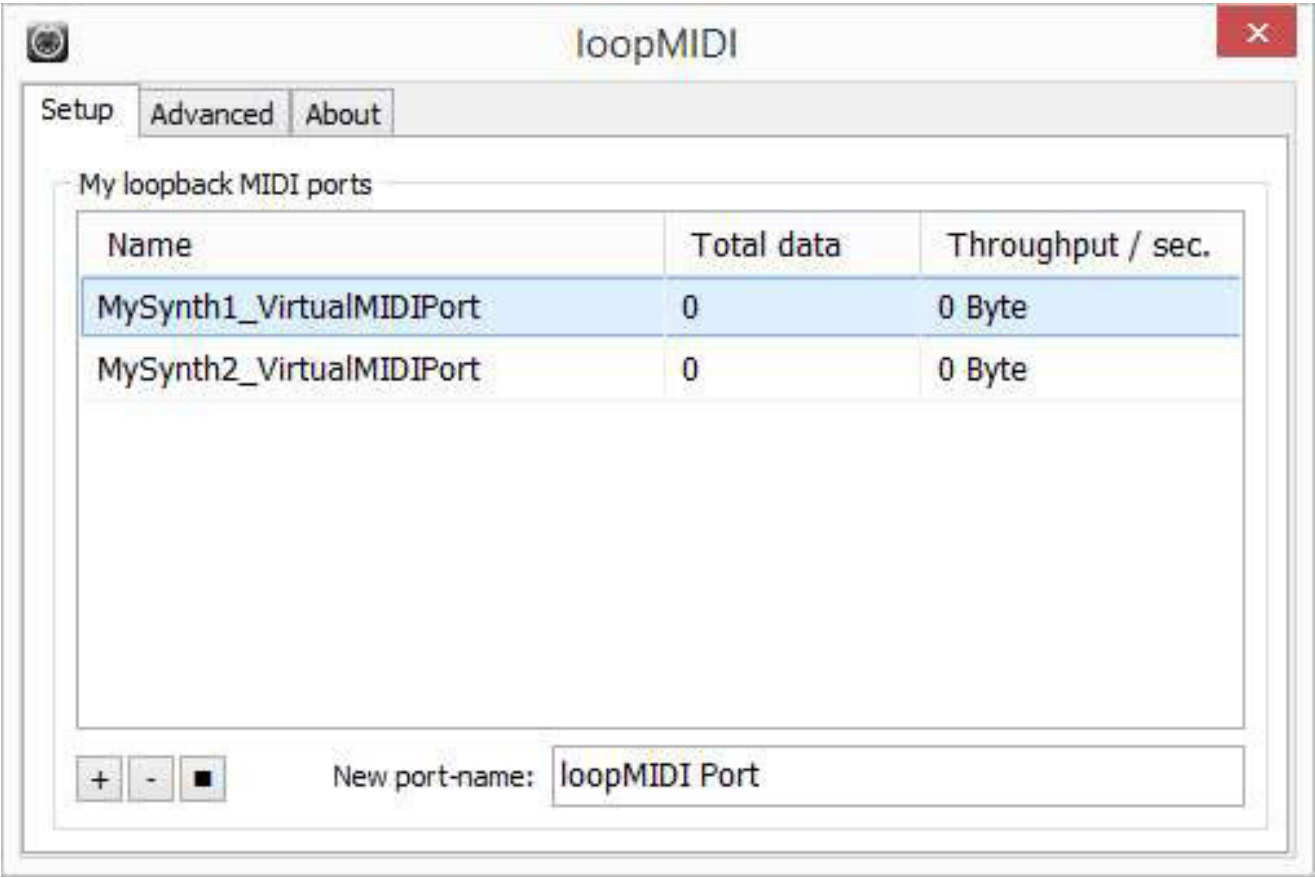
Figura 13. Aspecto de funcionamento do programa tradutor de serial para MIDI



Fonte: Gratton (2011)

ANEXO D

Figura 14. Imagem da porta virtual do programa loopMIDI



Fonte: Dialog Audio (2022)