

Relatório de Pesquisa NESCoM 2021

Leandro Costalonga¹, Marcus Vinicius das Neves²

NESCoM – Núcleo Espírito-santense de Computação Musical

Universidade Federal do Espírito Santo

¹ Campus São Mateus

BR 101 Km 60 – 29932-540 São Mateus, ES

² Campus Goiabeiras

Av. Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras, Vitória - ES | CEP 29075-910

leandro.costalonga@ufes.br, creed.mvnm@gmail.com

Abstract

The NESCoM is a multidisciplinary research centre formed by musicians, engineers and computer scientists. This paper reports the ongoing projects and developments over the last two years, thus it is an update over the research report published in 2019. As a Brazilian research group, with solid international collaboration, we have opted to intercalate the language used to write the report, therefore the 2021 version is written in Portuguese. The main projects developed in these two years' timeframe are related to interaction design based on (bio)musicality, robotic music performance, and ubiquitous music. In addition, a strong artistic production is also described. If you are interested to get to know more about the projects, do not hesitate to contact us.

1. Um Breve Histórico

Em 2010, o Comitê de Computação Musical (CECM) da Sociedade Brasileira de Computação (SBC) aprovou Vitória-ES como cidade-sede do XIII Simpósio Brasileiro de Computação Musical (SBCM). Naquela época, havia poucas iniciativas de pesquisa na área acontecendo nas universidades locais. Movido pela necessidade de organizar tal evento, foi formado um comitê interinstitucional local. A relação entre as instituições anfitriãs foi se fortalecendo ao longo do processo de organização do evento, a tal ponto que alguns pesquisadores decidiram colaborar mais amplamente logo após o evento e, assim, o NESCoM foi fundado. Porém, somente em 2013 foi oficialmente registrado como grupo de pesquisa vinculado à Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e passou a figurar do diretório de grupos do CNPq.

O grupo é formado por músicos, artistas visuais, engenheiros eletricitas, além de engenheiros e cientistas da computação. Os integrantes estão principalmente distribuídos entre o Campus São Mateus-ES (Computação) e o Campus de Goiabeiras (Artes), este último localizado na sede administrativa da universidade,

em Vitória-ES. O fato de o grupo estar geograficamente disperso produziu diversos desafios ao longo dos anos mas também nos preparou para a colaboração no atual momento pandêmico vivido em 2020 e 2021.

O grupo vem atuando com disciplinas curriculares e optativas nos cursos de graduação em Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Licenciatura em Música, Bacharelado em Música, Habilitação em Composição/Ênfase em Trilha Musical, e Artes Visuais. O grupo também está inserido no Programa de Pós-Graduação em Artes, na linha de pesquisa Interartes. Ademais, diversos projetos de pesquisa e extensão são desenvolvidos pelos integrantes, dentre os quais destaca-se projeto de extensão denominado Grupo de Experimentação Sonora (GEXS), que é o braço performático do NESCoM e que é apresentado na sequência. Na seção 3, é apresentado um compilado dos principais projetos de pesquisa realizado no último biênio. Finaliza-se o artigo com a projeções e perspectivas futuras do grupo.

2. Produção Artística (GEXS)

O Grupo de Experimentação Sonora (GEXS) completa 10 anos de atuação no ano de 2021. Foi registrado oficialmente como projeto de extensão na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) no ano de 2013 e vem registrando atividades em duas linhas de trabalho: [1] Estudo e criação de performances individuais e coletivas dentro do campo da Música Experimental e das Artes Sonoras, implementada desde sua criação; [2] Estudo da linguagem sonora para obras audiovisuais, sobretudo para cinema e séries; desde 2015. Do ano de 2019 até o momento o GEXS desenvolveu uma atividade performática coletiva, compilou coletâneas de peças musicais desenvolvidas e compostas pelos alunos integrantes do grupo e, com o surgimento da pandemia no ano de 2020, se voltou de maneira virtual aos estudos coletivos sobre técnicas de composição para música experimental e recebeu diversos artistas em um formato de conversa livre como atividade de aprendizagem e troca informativa sobre as poéticas de cada convidado. Assim,

em 2019 o grupo foi convidado pela Profa. Dra. Aline Dias, do Departamento de Artes Visuais da UFES, para compor trilha musical para uma compilação de vídeos dos alunos da sua disciplina chamada "Vídeo II". A compilação se tornou um média-metragem de 50 minutos de duração intitulado *Filme Sono*. O projeto geral fora intitulado ao redor do sono e a trilha musical composta teve duas finalidades: [a] funcionar como trilha musical para a obra audiovisual que, posteriormente, foi apresentada na exposição homônima ao projeto, organizada na GAP - Galeria de Arte e Pesquisa da UFES; [b] apresentação da trilha musical ao vivo junto à exibição do *Filme Sono* no Cine Sesc Glória, na qual participaram sete integrantes do GEXS em uma formação diversa e mista envolvendo uso de laptops, guitarra, instrumentos percussivos, de cordas friccionadas e instrumentos de sopro, todos com processamento em tempo real.

Ainda em 2019, o grupo desenvolveu duas atividades de composição que se transformaram em discos: [a] Coletânea 2018-2019, que reúne obras desenvolvidas por cada integrante do grupo neste biênio, totalizando 12 peças musicais de 9 integrantes; [b] estudo e composição de peças de poesia sonora a partir de textos literários escolhidos pelos participantes, totalizando 5 peças e o disco deve ser lançado ainda no ano de 2021. Todos os discos se encontram na plataforma do grupo no Bandcamp e estão disponíveis para download.

O ano de 2020 foi marcado pelo replanejamento das atividades no âmbito virtual devido à pandemia de COVID-19, mesmo assim o grupo publicou dois discos: [1] O Casamento de Clarice e Bataille, uma radionovela de cinco episódios derivada de filme média-metragem homônimo (2017) - ambos projetos assinados pelas artistas Aline Dias e Júlia Amaral - no qual o GEXS contribuiu com a produção, composição e performance ao vivo de uma das trilhas musicais; [b] a Coletânea 2020 - Pandemia, disco que reúne obras individuais produzidas pelos membros do GEXS durante este ano, totalizando 15 peças musicais de 13 integrantes.

Foi organizado também um seminário de livre que recebeu seis convidados, todos artistas e pesquisadores atuantes nos campos da produção musical, pós-produção de som para cinema, paisagem sonora, rádio arte e música experimental, são eles: Marcel Dadalto, Ana Monte, Thais Aragão, Janete El Haouli, Gimu e Nanati Francischini.

Para além dos discos, projetos de composição e seminários o grupo segue se encontrando semanalmente para estudos ligados às temáticas técnicas e conceituais de seu interesse e seus integrantes também desenvolvem em seus Trabalhos de Conclusão de Curso a partir dos estudos desenvolvidos ou derivados dos assuntos abordados no GEXS.

Neste ano de 2021 o grupo já conta com 12 estudantes de graduação majoritariamente advindos do curso de Bacharelado em Música e também possui alunos dos cursos de Licenciatura em Música, Artes Visuais e Bacharelado em Cinema e Audiovisual, 2 mestrandas em Artes pela UFES, 3 egressos na condição de membros externos no projeto, somando ao todo 15 integrantes.

3. Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento

O NESCoM tem um histórico de colaboração com diversos outros grupos de pesquisa nacionais e internacionais, em especial com os membros da rede de pesquisa multidisciplinar denominado G-UbiMus, na qual também é integrante. O NESCoM esteve sempre presente colaborando na organização do Workshop on Ubiquitous Music, tendo a primeira edição ocorrido em 2010. Em 2011 e 2014, o NESCoM organizou e recebeu o evento em Vitória-ES. Em 2019, o evento também foi organizado pelo NESCoM em colaboração com o NAP (UFAC) e o PRISM (Marceille, França) na forma de um workshop do *International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR)*. Em 2020, mais uma vez, o NESCoM foi co-chair do evento sediado pela UFSB (Porto Seguro, BA), mas realizado de forma online devido à crise sanitária.

A música ubíqua é uma área de pesquisa interdisciplinar que combina metodologias da música, ciência da computação, estudos em criatividade, ciências humanas e engenharias. Neste contexto, as pesquisas do NESCoM ligadas ao tema abrangem desde o estudo filosófico e teórico dos processos criativos no fazer musical até a implementação prática de soluções que suportem esses processos.

Um dos principais conceitos explorados em 2019 foi o da (bio)musicalidade, em especial aplicado nos projetos de interação de *Digital Musical Instruments (DMI)* e nos sistemas de música ubíqua[1]. Nesse sentido, mas em termos mais filosóficos, discutiu-se ainda o impacto da utilização massiva de recursos tecnológicos no fazer musical, principalmente nos mecanismos cognitivos que sustentam a capacidade humana inata de fazer música[2].

Um dos princípios bilíngues da música ubíqua é propiciar meios de realizar atividades musicais à indivíduos sem o devido treinamento formal em música, de tal sorte que o próprio conceito de música é mais ampliado e inclusivo. Assim sendo, não faria sentido simplesmente trocar a formação necessária para o domínio de um instrumento musical pela formação necessária para operar um sistema computacional musical. A interface e método de interação é, portanto, central ao conceito. Quanto mais intuitiva e pertinente aos processos biológicos inatos que permeiam o comportamento musical (musicalidade), menor se imagina que seja a curva de aprendizado, ou seja, mais natural seria a expressão da musicalidade do indivíduo ou do coletivo. Para verificar essa hipótese, o grupo vem trabalhando uma sintaxe de linguagem de programação musical para controle de robôs musicais que, ao mesmo tempo que substitui as habilidades motoras lentamente adquiridas por um instrumentista por movimentos robóticos de alta precisão, ainda permite uma programação hipoteticamente mais natural. Essa linguagem a parte final do projeto RoboMus que vem em constante desenvolvimento desde 2015 [3].

A produção de música tem sido feita predominantemente por meio de interações presenciais. Em caminho oposto, a pesquisa ubimus objetiva propor formas mais acessíveis de fazer música aliadas a uma busca por novas modalidades da prática artística, o que inclui o arcabouço teórico e aparatado técnico para que

atividades musicais possam ser feitas, por exemplo, assincronamente e remotamente. Nesse sentido, apropriamo-nos dos conceitos da Internet das Coisas (IoT) no contexto da música ubíqua para habilitar que atividades criativas possam usufruir da infraestrutura IoT, resultando em uma área de pesquisa denominada IoMusT – Internet of Musical Things [4]. Na prática, ioMusT pode ser descrita como o uso da eletrônica (sensores, atuadores, conectividade e etc.) para propósitos musicais. Uma aplicação englobando essas duas áreas de pesquisa é o desenvolvimento de instrumentos musicais robóticos para performances em conjunto, como se fossem parceiros ativos em ecossistemas musicais ubíquos [5].

O desenvolvimento de robôs musicais ainda permite explorar questões duas das vertentes de estudos atuais dentro do grupo: [1] acessibilidade; [2] prototipagem sustentável. A acessibilidade é a qualidade de um sistema, na qual a interface e a interação não excluem o público com necessidades especiais; o termo está relacionado ao acesso para todos, ou seja, é a possibilidade de qualquer pessoa, independentemente de suas capacidades físico-motoras e perceptivas, culturais e sociais, usufruir os benefícios de uma vida em sociedade portanto não pode ser característica alheia ao desenvolvimento de tecnologias voltadas a música ubíqua.

Os trabalhos com foco em acessibilidade no grupo se iniciaram ainda em 2018 com o desenvolvimento de uma interface computacional para controle musical que funcionava por meio do movimento dos olhos do usuário no controle da execução sonora [6]. O sistema, inclusive também aos leigos no campo musical, fornecia indicações de escolhas de samples em uma paleta que auxiliava o usuário na performance musical. As indicações podiam ser configuradas de forma manual ou automatizada com auxílio do algoritmo de agrupamento K-means.

As pesquisas nessa estratégia de análise de característica visando seleção de sons com fins composicionais ou performáticos evoluíram no último biênio. Os avanços tecnológicos, principalmente o crescimento da Internet, permitiram o acesso a um enorme banco de dados de música digital, que contribui para uma nova forma de criação musical, inspirada no mashup e na estética musical concreta. Assim, as técnicas de recuperação de informações musicais (MIR) puderam ser aplicadas para encontrar samples que se combinassem para uso, tanto nessas interfaces assistivas, como no auxílio em possíveis performances musicais [7]. Esse tipo de uso é suportado pelas teorias que embasam os processos criativos adotado em música ubíqua onde a ordem das atividades e os tipos de recursos apontam para formas distintas de engajamento. Três tipos de atividades são inicialmente propostas: projeto, seleção e entrega (*deployment*). O trabalho descrito é um exemplo de aplicação da seleção e entrega de blocos musicais que podem ser utilizados em performances musicais ubíquas.

Como já mencionado, muito das pesquisas atuais do grupo circundam o desenvolvimento e uso de robôs em performances musicais – desde o projeto e construção dos robôs até o projeto de interação suportando as variadas práticas ubíquas e processos criativos. Atualmente, devido a dificuldade de acesso aos laboratórios de eletrônica em razão das medidas de isolamento social, o foco está na

virtualização dos robôs.

Nas últimas décadas, os robôs promoveram possibilidades únicas de performance e composição musical, permitindo novas interações com músicos e experiências memoráveis para o público. Os músicos robóticos podem ser construídos em muitas formas e ter diversas funcionalidades, tornando a musicalidade dos robôs um campo fértil de pesquisa. Porém, a construção de robôs físicos requer acesso a componentes elétricos e mecânicos, além de equipamentos de laboratório, o que pode inviabilizá-los financeiramente em países periféricos. Além disso, construir dispositivos experimentais físicos rapidamente levanta o problema de descartar peças quebradas ou desatualizadas. A preocupação com o desenvolvimento sustentável de novas tecnologias ligadas a música têm sido uma constante no grupo.

Equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) se tornaram uma parte essencial da vida cotidiana. Sua disponibilidade e uso generalizado permitiram que grande parte da população global se beneficiasse de padrões de vida mais elevados. No entanto, a maneira como produzimos, consumimos e descartamos o lixo eletrônico é insustentável. Em 2019, o mundo gerou 53,6 milhões de toneladas métricas (Mt) de lixo eletrônico, e apenas 17,4% desse montante foi oficialmente documentado como devidamente coletado e reciclado. Houve um aumento de 1,8 Mt de material reciclado desde 2014, mas a geração total de lixo eletrônico aumentou 9,2, indicando que as atividades de reciclagem não estão acompanhando o crescimento global do descarte de EEE. Isso não é diferente no contexto dos instrumentos musicais digitais (DMI), principalmente devido à sua cultura de prototipagem, onde o design e a construção de um (novo) instrumento costumam fazer parte da exclusividade da execução musical. Terminada a peça musical ou a temporada de performance, fica a pergunta: o que fazer com o equipamento?

Esses problemas estão relacionados ao “esverdeamento” da tecnologia, ou seja, aumentando a sustentabilidade ambiental, tornando todo o ciclo de vida do produto de tecnologias e produtos mais ecológicos, incluindo pesquisa, fabricação, uso e descarte. A Computação também estabeleceu sua parcela de contribuição para a preservação do meio ambiente sob o conceito de “Computação Verde”. Em termos simples, *Green Computing* envolve reduzir o impacto ambiental da tecnologia: isso significa usar menos energia, reduzir o desperdício e promover a sustentabilidade. Estamos agora preocupados com tais ideias de desenvolvimento sustentável em *Computer Music*, mais especificamente relacionadas ao desenvolvimento de DMIs. Assim, estamos interessados em como alguns conceitos fundamentais como *e-Waste*, *Ragpicking* e *Green Computing* podem ser aplicador para minimizar ou eliminar, sempre que possível, o impacto ambiental dos DMIs. Assim sendo, propomos e executamos ações relativas a três áreas que entende-se ter maior impacto nessa área: a) reciclagem de resíduos; b) reaproveitamento de materiais descartados; e c) uso de material sustentável e / ou fonte sustentável.

Um outro desafio quando se trabalha com robôs musicais advém da necessidade de sincronização. Robôs

têm atrasos mecânicos causados por componentes eletromecânicos. Esses atrasos precisam ser compensados para manter os robôs em sincronia. Assim, o grupo desenvolveu uma estratégia de aprender o padrão de atrasos mecânicos e compensá-los usando redes neurais em conjunto com a sincronização SNPT. Como prova de conceito, um o bongô robótico foi desenvolvido para testes. Os resultados experimentais para a técnica de compensação de atraso mecânico mostraram uma redução de 55,33% no atraso médio entre dois robôs[8].

O estudo de atrasos mecânicos (robôs) e biomecânicos (instrumentistas humanos) já foram objeto de amplo estudo nas pesquisas do grupo, principalmente na modelagem de performances musicais expressivas. Performances musicais geradas por computador - mesmo em um contexto ubimus - são frequentemente criticadas por serem incapazes de corresponder à expressividade encontrada em apresentações por humanos. Duas abordagens têm sido frequentemente adotadas para pesquisar a modelagem de desempenho musical expressivo em computadores. O primeiro enfoca o som; isto é, na modelagem de padrões de desvios entre uma performance humana gravada e a partitura musical. O segundo enfoca a modelagem dos processos cognitivos envolvidos em uma performance musical. Ambas as abordagens são válidas e podem se complementar. Nossa pesquisa focou no papel dos erros durante as performances musicais como fator de percepção da expressividade, ou seja, observou-se e modelou-se a manipulação física do instrumento pelo intérprete. Além disso, um estudo sobre os processos motores e biomecânicos da execução do violão foi proposto, em especial relacionados a velocidade, precisão, e força da mão esquerda de um violonista[9].

Atualmente, as pesquisas são desenvolvidas por 4 alunos de mestrado em Artes e 2 alunos de iniciação científica, que se somam ao corpo discente previamente apresentado no contexto do GEXS.

4. Conclusões e Perspectivas Futuras

Com já mencionado na última versão do relatório de pesquisa, publicado em 2019[10], o NESCoM continua sendo um grupo de pesquisa relativamente jovem, oficialmente fundado há pouco mais de 8 anos (2013). É um grupo multidisciplinar formado por pesquisadores de diferentes departamentos, incluindo ciência da computação, engenharia da computação, engenharia elétrica e, claro, música. Está geograficamente distribuído entre em dois campi da Universidade Federal do Espírito Santo, sendo que os cursos de Música, Artes e a Pós-Graduação em Artes estão localizados na sede em Vitória-ES (Campus Goiabeiras). Os cursos de Ciência da Computação e Engenharia da Computação no campus norte, em São Mateus, pouco mais de 220 km de distância.

O NESCoM também é membro do G-UbiMus, uma rede internacional de pesquisa multidisciplinar composta pela universidades UFRGS, UFAC, IFAC, UFSJ, UFES, Maynooth University (Irlanda), Linnaeus University (Suécia) e Queen Mary University of London (UK), entre vários outros colaboradores. O grupo continua empenhando esforços para melhorar a colaboração com outros grupos de pesquisa com interesses de pesquisa

semelhantes dentro da mesma universidade, como o [eMMA] Núcleo de Estudos em Música e Musicologia Auditável, inclusive absorvendo demandas de outras linguagens artísticas.

A atuação da Pós-Graduação em Artes trouxe novas demandas e renovou a ímpeto do grupo de aproximar as tecnologias das artes e vice-versa, assim como permitiu estabelecer novas parceiras, como com o Prof. Daniel Hora, que realiza pesquisas teóricas e práticas em arte e tecnologia, mídia, crítica e curadoria, com foco em estética, ativismo, cultura hacker, e sistemas generativos. Nesse sentido, um conjunto de novas disciplinas vem sendo ofertadas capacitando o corpo docentes a empreender esforços nesse sentido, tanto tecnicamente como artisticamente. A produção do grupo também passa por transformações, buscando maior diversificação e equilíbrio entre o desenvolvimento tecnológico e sua aplicação nas artes.

References

- [1] M. Costalonga, Leandro;Miletto, Evandro;Pimenta, “Musicality Centred Interaction Design to Ubimus: a First Discussion,” in Proceedings of the 14th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research, 2019, pp. 640–651. [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02382500>
- [2] L. L. Costalonga, M. S. Pimenta, and M. M. Wanderley, “Can Ubimus Technologies affect our Musicality?,” *Per Musi*, no. 40, pp. 1–16, 2020, doi: 10.35699/2317-6377.2020.25941.
- [3] H. A. F. Camporez, T. S. R. Mota, E. M. v. Astorga, H. R. O. Rocha, and L. L. Costalonga, “RoboMus: Uma Plataforma para Performances Musicais Robóticas,” in *Aplicações em Musica Ublíqua*, 1st ed., D. Keller and M. H. de Lima, Eds. São Paulo, Brasil: ANPPOM, 2018, pp. 58–93.
- [4] D. Keller, L. Costalonga, M. Messina, D. Keller, L. Costalonga, and M. Messina, “Editorial: Ubiquitous Music Making in COVID-19 Times EDITORIAL Ubiquitous Music Making in COVID-19 Times,” 2020. Accessed: Jun. 23, 2021. [Online]. Available: <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-03035034>
- [5] H. Camporez, A. Garcia, J. Silva, L. Costalonga, and E. H. Rocha, “Internet das Coisas Musicais Aplicada a Instrumentos Musicais Robóticos (Internet of Musical Things Applied to Robotic Musical Instruments),” *International Journal of Digital Media and Interaction Special Issue on Ubiquitous Music*, vol. 3, no. 5, pp. 89–101, May 2020, Accessed: Jun. 24, 2021. [Online]. Available: <https://proa.ua.pt/index.php/jdmi/article/view/4262>
- [6] H. Araújo Fim Camporez, A. Frizzera Neto, L. Lesqueves Costalonga, and H. Roberto de Oliveira Rocha, “Interface Computacional para Controle Musical Utilizando os Movimentos dos Olhos,” 2018. Accessed:

Nov. 19, 2018. [Online]. Available: http://vortex.unespar.edu.br/camporez_et_al_v6_n2.pdf

[7] H. Camporez, Y. M. de Freitas, J. A. L. Silva, L. L. Costalonga, and H. R. de O. Rocha, "Features extraction and segmentation for an assistive musical interface," Nov. 2020. doi: 10.5281/ZENODO.4248230.

[8] H. Camporez, J. Silva, L. Costalonga, and H. Rocha, "RoboMus: Robotic Musicians Synchronization," Nov. 2020. doi: 10.5281/ZENODO.4247718.

[9] L. L. Costalonga, M. S. Pimenta, and E. R. Miranda, "Understanding biomechanical constraints for modelling expressive performance: A guitar case study," *Journal of New Music Research*, vol. 48, no. 4, 2019, doi: 10.1080/09298215.2019.1643892.

[10] L. Costalonga, D. Coura, M. V. das Neves, F. Costa, and H. Rocha, "NESCoM Research Report (2019)," *Anais do Simpósio Brasileiro de Computação Musical (SBCM)*, pp. 151–154, Sep. 2019, doi: 10.5753/SBCM.2019.10437.