



# Computação musical e pedagogia da performance: um panorama das universidades públicas brasileiras e direcionamentos futuros

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

SIMPÓSIO: PEDAGOGIA DA PERFORMANCE MUSICAL

*Aluizio Barbosa de Oliveira Neto*  
*Universidade Federal de Minas Gerais – aluizioneto@ufmg.br*

*Tairone Nunes Magalhães*  
*Universidade Federal de Minas Gerais – taironemagalhaes@gmail.com*

*Mauricio Alves Loureiro*  
*Universidade Federal de Minas Gerais – mauricio.alves.loureiro@gmail.com*

**Resumo:** Este artigo trata de uma investigação sobre como novas tecnologias para Extração de Informação Musical (MIR) podem ser aplicados na pedagogia e desenvolvimento da performance musical através do uso de ferramentas para feedback automático. Apresentamos um panorama do ensino superior em música no Brasil sob tal perspectiva, através do qual identificamos uma série de oportunidades a serem exploradas. Partindo de tais resultados, descrevemos brevemente um estudo realizado durante um ano letivo com uma turma de bacharelado em clarineta.

**Palavras-chave:** Pedagogia da performance. Expressividade musical. Extração de informação musical. Computação musical e do som. Feedback aumentado.

**Sound and Music Computing and Performance Pedagogy: An Overview of Brazilian Public Universities and Future Directions**

**Abstract:** This article presents a perspective on how novel technologies for music information retrieval (MIR) can be used in the pedagogy and development of musical performance. When seen as a pedagogical tool, these technologies can contribute to the democratization of access to high level musical knowledge. We will present an overview of the Brazilian higher education scenario in this respect, which leads to a handful of opportunities to be explored, briefly described through a case study realized during one academic year with a clarinet undergraduate class.

**Keywords:** Performance pedagogy. Musical expression. Music information retrieval. Sound and music computing. Augmented feedback.

## 1. Introdução

Os avanços nas áreas relacionadas às tecnologias da informação estão cada vez mais presentes na rotina diária de todos nós. Tal fato é muito evidente quando tratamos da produção e consumo de música. A computação musical e do som é uma área que aborda toda a cadeia de comunicação do som e da música de uma perspectiva multidisciplinar. (SERRA; LEMAN; WIDMER, 2007). O campo, que investiga relações entre a música e sistemas computacionais, é fruto da evolução de trabalhos seminais realizados ao longo do século XX por nomes como Iannis Xenakis, Max V. Matthews, John Chowning e tantos outros. As primeiras composições musicais a explorar o som gravado e suas transformações

como matéria prima foram realizadas no final dos anos 1940 por Pierre Schaeffer em Paris, dando origem ao que foi denominado “Musique Concrete”, ainda através do uso de sistemas eletrônicos analógicos. Compositores e engenheiros dispararam então um processo que culminaria em fenômenos de grande relevância cultural, social e estética, como a música eletrônica e a ubiquidade de tecnologias digitais nos processos de gravação, processamento e distribuição da música.

Tecnologias para processamento digital de sinais para transformação de conteúdo acústico e extração de informação musical se compõem ferramentas essenciais em estúdios de gravação e no consumo da música. Utilizamos os produtos de tais avanços quando escutamos nossos artistas favoritos com nossos aparelhos celulares ao cruzar a cidade dentro dos ônibus, quando assistimos TV, quando vamos ao cinema, assistimos a shows, etc.. Plataformas como YouTube, Spotify, SoundCloud, BandCamp, e muitas outras, permitem uma conexão direta entre produtores e consumidores e possibilitam acesso a uma quantidade de conteúdo de áudio e vídeo muitas ordens de grandeza superior ao que sequer poderíamos imaginar duas ou três décadas atrás.

O argumento motivador deste trabalho se baseia na ideia de que tais desenvolvimentos podem ser explorados nos processos de ensino e aprendizagem musical, com potenciais transformadores para a acessibilidade, democratização e universalização do conhecimento musical. Através do uso de ferramentas avançadas para extração de informação musical e visão computacional, todo o material hoje disponível online em áudio e vídeo pode se transformar em uma valiosa ferramenta para o ensino e desenvolvimento da performance. Sistemas computacionais para processamento digital de sinais são capazes de extrair parâmetros acústicos associados à expressividade musical e apresentá-los ao usuário de forma visual e intuitiva. Tais sistemas permitem a realização de comparações de aspectos específicos da execução musical de determinada peça ou excerto entre diferentes performances de um mesmo músico, ou mesmo entre diferentes intérpretes.

Ao final do artigo apresentaremos brevemente um caso de estudo realizado como parte de um projeto em andamento, ilustrativo de tal abordagem. Foi realizada uma investigação durante dois semestres com uma turma de graduação de um curso de bacharelado em clarineta. Duas disciplinas foram ofertadas, com foco no desenvolvimento de habilidades ligadas à expressividade, através do estudo das técnicas necessárias para a execução de uma seleção de excertos de peças dos períodos clássico e romântico. Registramos em áudio todos os encontros semanais entre alunos e mestre. Técnicas de processamento digital de sinais e extração de informação musical permitiram obter uma série de descritores acústicos de tais

gravações e sua utilização nos processos de ensino e aprendizagem.

## **2. Sistemas para extração de informação musical**

Com o desenvolvimento dos computadores digitais na segunda metade do século XX e o subsequente aumento da capacidade de processamento dessas máquinas, muitas ferramentas para extração de informação a partir de gravações de áudio tornaram-se disponíveis em contextos acadêmicos e comerciais. O campo da extração de informação musical (MIR, na sigla em inglês) ganhou muita atenção a partir do final dos anos 90, muito motivado pelas demandas surgidas graças à popularização da Internet, e da enorme quantidade de conteúdo musical por ela disponibilizada. O MIR tem suas raízes no processamento de sinais digitais, na ciência da computação e na psicoacústica. Seu desenvolvimento foi permitido em parte por demandas de gravadoras e distribuidoras de conteúdo no novo modelo de negócio pós-internet. A tarefa de extrair parâmetros que nos trazem informação relativa aos aspectos sonoros de uma gravação se tornou não apenas possível como também cada vez mais fácil de ser realizada. Algumas das ferramentas capazes de tal processo se concentram na extração de informações relativas à expressividade musical, diretamente relacionadas com as escolhas interpretativas do performer. Com acesso a tais métodos, é possível detectar de forma automática variações em parâmetros como andamento, articulação, duração, tempo de ataque e sustentação das notas, além de manipulações de afinação, timbre e dinâmica, em frases ou notas individuais. Muitos pacotes de software foram desenvolvidos com o intuito de extrair informações relevantes de material acústico em formato digital como é o caso do MIR Toolbox (LARTILLOT; TOIVIAINEN, 2007), Timbre Toolbox (PEETERS et al., 2011), Essentia (BOGDANOV et al., 2013) e Melodia (SALAMON; GÓMEZ, 2012). Outras ferramentas focam na visualização de dados em um formato mais amigável para o usuário final, que não necessariamente possui domínio profundo nas áreas de programação e desenvolvimento de sistemas. O Sonic Visualiser, desenvolvido pela Queen Mary University of London é um destes sistemas, possuindo uma interface que permite a utilização de pacotes compatíveis com sua arquitetura (CANNAM; LANDONE; SANDLER, 2010). O pacote EXPAN, em desenvolvimento pelo grupo CEGeME na Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil, foca na extração de parâmetros relacionados à expressividade musical e foi usado em uma série de estudos para segmentação e extração de descritores de expressividade em contextos científicos e pedagógicos (LOUREIRO et al., 2007; LOUREIRO; MAGALHÃES et al., 2008; CAMPOLINA; LOUREIRO; MOTA, 2009; SANTOS; NETO; LOUREIRO, 2014). Neste artigo, argumentamos que tais ferramentas podem servir aos músicos em sua prática diária rumo à obtenção da excelência. Alguns professores e profissionais utilizam

recursos como afinadores e metrônimos e, em menor escala, fazem uso de análise espectral e de visualização de áudio gravado. O uso de ferramentas de maior complexidade é pouco comum e restrito a pesquisas ligadas às áreas de sonologia, produção musical em estúdios de gravação ou música eletroacústica. Tal perspectiva nos motivou a investigar o cenário atual nas universidades brasileiras em busca de descobrirmos se existem iniciativas na direção que propomos ou se esse é um caminho ainda pouco explorado. Na próxima seção apresentamos tal revisão e as conclusões dela extraídas.

### **3. Computação musical e pedagogia da performance nas universidades brasileiras**

Realizamos uma investigação sobre a abrangência e escopo das disciplinas ligadas às áreas de tecnologia e computação musical nos cursos superiores de música das universidades públicas brasileiras. Optamos por limitar-nos às instituições públicas pelo fato da maioria dos cursos na área ocorrer nas instituições federais e estaduais do país.

A identificação das disciplinas relacionadas à nossa temática foi realizada partindo dos títulos e ementas das mesmas, por meio das grades curriculares e projeto pedagógicos disponíveis online. Buscamos por termos que evocam o uso de dispositivos tecnológicos e novas formas de mídia (plataformas online, softwares de análise de áudio e vídeo, gravadores, sensores de movimento, etc). Algumas palavras chaves orientaram tal busca: software, tecnologia, informática, computação, eletroacústica, gravação, estúdio, MIDI. Por não termos contactado todas as universidades diretamente, algumas das grades curriculares e projetos pedagógicos utilizados como referência podem não datar do ano corrente.

Foi pesquisado um total de 111 instituições de ensino, dentre universidades federais e estaduais, sendo 15 delas no Norte do país, 07 no Centro-Oeste, 31 na região Sudeste, 34 no Nordeste e 23 na região Sul. Dentre essas 111, apenas 49 oferecem curso de graduação em Música, Bacharelado e/ou Licenciatura, sendo que 7 estão presentes na região Norte, 8 no Centro-Oeste, 15 no Sudeste, 7 no Nordeste e 12 no Sul. Entre os cursos analisados foi possível identificar 220 disciplinas que respondem aos critérios aqui pesquisados, sendo 101 obrigatórias e 119 optativas. Algumas disciplinas foram contadas mais de uma vez, por sua natureza diversa dependendo da habilitação em questão. Apresentamos a seguir os resultados desta pesquisa e a análise dos mesmos.

Área de aplicação	Número de disciplinas	Proporção do total
Música Eletroacústica	63	28,64%
Produção Musical	91	41,68%
Criação sonora / Composição	84	38,18%
Análise Musical	30	13,64%
Educação Musical	32	14,55%
Sistemas Interativos	19	8,64%
Editoração de partituras	31	14,09%

Disciplinas dos cursos de Música em universidades brasileiras agrupadas por área de aplicação.

	Música Eletroacústica	Produção Musical	Criação / Composição	Análise Musical	Educação Musical	Sistemas Interativos	Editoração de partituras
Instrumento	20	33	31	9	4	7	11
Canto	18	30	31	9	4	7	11
Composição	47	37	54	15	2	11	7
Regência	13	15	16	6	2	4	3
Educação Musical	3	9	10	0	2	1	2
Licenciatura	22	42	31	10	24	11	13
Bacharelado	55	75	73	24	9	12	22

Distribuição de disciplinas por área de aplicação (Linha 1) versus Habilitações / Tipos de curso (Coluna 1)

Podemos verificar segundo a tabela 2 que quando levamos em conta as áreas de aplicação em questão, as áreas de Produção Musical e Criação/Composição são as mais presentes nas disciplinas encontradas, com 91 e 84 identificações, respectivamente, seguidas pela Eletrônica/Eletrônica/Eletrônica, presente em 63 disciplinas. Com um número significativamente menor, observamos 32 disciplinas que trabalham Educação/Pedagogia, 31 Editoração de Partituras, 30 Análise Musical e 19 que abordam Sistemas Interativos. Tais dados indicam que a aplicação de recursos tecnológicos na pedagogia da performance e no desenvolvimento de habilidades expressivas é praticamente inexistente no país, ao menos no escopo de disciplinas de graduação em cursos de música. A mediação tecnológica está presente, sobretudo, nas áreas ligadas à criação e produção musical, com um grande peso para a composição e análise da música eletroacústica. As disciplinas que possuem conteúdo relacionado à educação musical ou pedagogia têm, em sua maioria, um escopo relacionado à aplicação da mediação tecnológica na criação de conteúdos educacionais. Uma parte importante está associada à formação musical básica e/ou infantil sendo, em sua maioria, parte da grade dos cursos de licenciatura. Quando analisamos tais números sob a perspectiva das habilitações, fica ainda mais clara a relação da tecnologia com os cursos de Composição, uma vez que é nesses onde encontramos a maior ocorrência de disciplinas que abordam temas relativos a Música Eletroacústica, Produção Musical, Criação e Composição, Análise e Sistemas Interativos. Podemos inferir que as áreas relativas à composição ainda detêm um importante papel na inserção de dispositivos eletrônicos e mediação tecnológica no cenário relativo ao

ensino da música de nível superior. De todas as 220 disciplinas analisadas, 28.64% trata de temas relacionados à música eletroacústica ou eletrônica, 41.36% de temas relacionados à produção musical e técnicas de gravação em estúdio, 38.18% lida com criação sonora ou composição, 13.64% foca em análise musical, 14.09% possuem conteúdos relativos à editoração de partituras e finalmente, 8.64% trata de sistemas interativos. Apenas quatro disciplinas exibiram em seu título e/ou ementa uma descrição que pode englobar uma abordagem relativamente próxima a que estamos propondo neste trabalho. As mesmas estão listadas a seguir e suas respectivas ementas podem ser encontradas em documento complementar a este artigo.

- Tecnologias Digitais e Educação Musical (UFC)
- Contemporaneidade: Entre mídias e mediações (UFRGS)
- Educação Musical e Contemporaneidade. Mídia / Mediações (UFOP)
- Tópicos em Música e Tecnologia: Análise Espectral Aplicada à Prática Musical (UFMG)
- Edição de Partituras e Tecnologias Sonoras aplicadas à Análise e à Educação Musical (UFSJ)

Esta revisão indica estarmos tratando de um campo pouco explorado, ao menos no contexto brasileiro. Tal fenômeno pode estar relacionado à própria história da introdução da eletrônica na música, podendo este processo ter segmentado e distanciado áreas como engenharia de áudio, produção musical e composição da prática da performance musical. Isso parece ser especialmente verdadeiro no contexto da música ensinada em conservatórios e cursos de nível superior.

A tabela completa com todas as disciplinas, ementas e cursos pesquisados foi anexada como documento complementar a este artigo e está disponível no site do primeiro autor em: [spohr.musica.ufmg.br/~aluizio](http://spohr.musica.ufmg.br/~aluizio).

#### **4. Estudo de caso: A sala de aula aumentada**

O principal objetivo deste estudo de caso foi investigar as possibilidades de se compreender, modelar e suportar computacionalmente parte dos processos envolvidos no aprendizado e construção da expressividade por estudantes de música de nível universitário. Tomando como objeto uma turma de alunos de clarineta de um curso de nível superior, buscamos demonstrar como certos recursos computacionais já disponíveis (e outros ainda

em desenvolvimento) poderiam contribuir para a compreensão de processos envolvidos na formação musical avançada e sua subsequente ampliação através da mediação tecnológica.

Foram oferecidas duas disciplinas para alunos de graduação dos cursos de bacharelado com habilitação em Clarineta e Fagote da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais, com duração de um semestre letivo cada. Visando abranger um repertório relevante para a formação dos estudantes e que nos permitisse testar as metodologias propostas, decidimos por abordar os seguintes temas no primeiro e segundo semestres, respectivamente: “Duos, Trios e Quartetos para Clarineta e Fagote” e “Excertos para Clarineta e Fagote nas sinfonias de Beethoven, Brahms e Tchaikovsky”.

As aulas foram gravadas em áudio, incluindo diálogos entre alunos, mestres e profissionais. Em situações pontuais, como nos recitais de fim de semestre, foram feitos também registros em vídeo. Além dos alunos, ambas disciplinas contaram com a participação de um professor do instrumento com mais de três décadas de experiência e um pesquisador/facilitador. O papel do facilitador envolveu o acesso ao uso das novas tecnologias apresentadas e a realização das gravações de forma sistemática e controlada. Durante o ano, alguns professores de outras instituições, com experiências e estilos diversos, foram também convidados a participarem pontualmente. Os encontros contaram com duas abordagens complementares: na primeira os alunos trabalhavam com o mestre da forma que o faziam tradicionalmente, na qual peças do repertório eram apresentadas, executadas e discutidas pela classe. Através de metáforas, indicações sonoras, gestuais e a partir de repetições e demonstrações dos trechos de maior complexidade, o professor orientava seus pupilos em correções de equívocos técnicos ou interpretativos. A segunda parte tratava da introdução às tecnologias para análise computacional da performance, onde os alunos tinham contato com as ferramentas e práticas ligadas ao uso de gravações, processamento de áudio e extração de informação musical no desenvolvimento de seu aprendizado. Foge do escopo deste artigo uma descrição detalhada deste caso de estudo, mas os resultados estão disponíveis na tese de doutorado do primeiro autor e deverão ser publicados posteriormente.

## **5. Conclusões e trabalhos futuros**

Por meio da análise de títulos e ementas de todas as disciplinas oferecidas nos cursos de graduação em música das universidades brasileiras, constatamos que ainda é pouco comum a utilização da mediação tecnológica como ferramenta na pedagogia e desenvolvimento da performance musical. A presença de centros de pesquisa em música e tecnologia e a oferta de disciplinas que tratam da aplicação de sistemas computacionais em outras esferas da formação musical demonstram a existência dos recursos necessários

para implementar as abordagens aqui propostas nas universidades do país. Apesar disso, nossa investigação indica que a utilização de tais ferramentas em contextos pedagógicos da performance musical é quase inexistente, ao contrário do que ocorre em contextos ligados ao estudo da música eletroacústica, criação, produção e editoração musical. A proposta metodológica de ensino que motiva este artigo foi levada a cabo em uma série de estudos de caso realizados como parte da pesquisa de doutorado do primeiro autor, com resultados a serem publicados posteriormente. Está em desenvolvimento também uma proposta para formalização de tal abordagem, com o intuito de facilitar sua replicação em outros contextos e centros de ensino.

### Referências:

- BOGDANOV, Dmitry et al. Essentia: An audio analysis library for music information retrieval. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR MUSIC INFORMATION RETRIEVAL (ISMIR). Britto A, Gouyon F, Dixon S, editors. *14th Conference of the International Society for Music Information Retrieval (ISMIR); 2013 Nov 4-8; Curitiba, Brazil.*[place unknown]: ISMIR; 2013. p. 493-8. [S.l.], 2013.
- CAMPOLINA, Thiago; LOUREIRO, Maurício; MOTA, Davi. Expan: a tool for musical expressiveness analysis. In: IPEM-INSTITUTE FOR PSYCHOACOUSTICS AND ELECTRONIC MUSIC GHENT. *Proceedings of the 2nd International Conference of Students of Systematic Musicology.* [S.l.], 2009. p. 24–27.
- CANNAM, C.; LANDONE, C.; SANDLER, M. Sonic visualiser: An open source application for viewing, analysing, and annotating music audio files. In: *Proceedings of the ACM Multimedia 2010 International Conference.* Firenze, Italy: [s.n.], 2010. p. 1467–1468.
- LARTILLOT, Olivier; TOIVIAINEN, Petri. A matlab toolbox for musical feature extraction from audio. In: BORDEAUX, FR. *International conference on digital audio effects.* [S.l.], 2007. p. 237–244.
- LOUREIRO, MA et al. Extração de conteúdo musical em sinais de áudio para a análise de expressividade. *Encontro da sociedade brasileira de acústica*, v. 22, p. 146–152, 2007.
- LOUREIRO, Mauricio; MAGALHÃES, Tairone et al. Segmentação e extração de descritores de expressividade em sinais musicais monofônicos. *Seminário Música Ciência Tecnologia*, v. 1, n. 3, 2008.
- PEETERS, Geoffroy et al. The timbre toolbox: Extracting audio descriptors from musical signals. *The Journal of the Acoustical Society of America*, ASA, v. 130, n. 5, p. 2902–2916, 2011.
- SALAMON, Justin; GÓMEZ, Emilia. Melody extraction from polyphonic music signals using pitch contour characteristics. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, IEEE, v. 20, n. 6, p. 1759–1770, 2012.
- SANTOS, Thais Fernandes; NETO, Aluizio Barbosa De Oliveira; LOUREIRO, Mauricio Alves. Musical communication of flutists in ensemble performance. In: *International Conference of Students of Systematic Musicology.* [S.l.: s.n.], 2014.
- SERRA, Xavier; LEMAN, Marc; WIDMER, Gerhard. A roadmap for sound and music computing. The S2S Consortium, 2007.