



Desafios sonoros do repertório contemporâneo para flauta: praticando com a ajuda de descritores de áudio em tempo real

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

SUBÁREA: SONOLOGIA

Rodrigo Frade

UFMG – *rodrigo_frade@hotmail.com*

Caio Campos

UFMG – *costacaiocampos@gmail.com*

Sérgio Freire

UFMG – *sfreire@musica.ufmg.br*

Resumo. As peças para flauta solo escritas a partir da metade do século XX apresentam uma diversidade de sonoridades até então inexploradas, revelando novos desafios no domínio do instrumento. Essas sonoridades podem ser analisadas pelos critérios perceptivos apresentados por Pierre Schaeffer. Desenvolvemos uma ferramenta interativa em Max que, relacionando descritores de áudio a tais critérios, oferece *feedbacks* visuais em tempo real. Excertos de peças relevantes do repertório contemporâneo para flauta foram selecionados para o estudo de quatro tipos de técnicas de manipulação sonora com a ajuda de nossa ferramenta: (1) diferentes tipos de ataques; (2) estabilidade de multifônicos; (3) vibratos, microtons e glissandos; (4) transição entre timbres.

Palavras-chave. Flauta transversal. Aprimoramento sonoro. Sistemas interativos. Max. Tratado dos Objetos Musicais.

Sonority challenges in the contemporary repertoire for flute: practicing with the help of real time audio descriptors

Abstract. The works for solo flute written from the mid-twentieth century present a diversity of sounds hitherto unexplored, revealing new challenges for mastering the instrument. These sonorities can be analyzed by the perceptual criteria presented by Pierre Schaeffer. We have developed an interactive tool based on audio descriptors in Max that correlates to these criteria and offers visual feedback in real-time. Excerpts from relevant pieces from the contemporary repertoire were selected to practice four types of sound manipulation techniques with the help of our tool: (1) different types of attacks; (2) stability of multiphonics; (3) vibratos, microtones, and glissandos; (4) transition of timbres.

Keywords. Flute. Sound improvement. Interactive system. Max. Treatise on Musical Objects.

1. Introdução

Os desafios sonoros que surgiram no repertório contemporâneo para flauta passaram a exigir do intérprete um tipo de domínio do instrumento que até então não era usual. Em uma entrevista concedida a Nina Perlove (1998, p. 44), a flautista francesa Sophie Cherrier¹ relata que em certo sentido somos obrigados a esquecer de nossa formação clássica, pois claramente a flauta não se limita mais a produzir sons de alturas definidas. Em *Pneuma* (1970) de Heinz Holliger (1939), por exemplo, temos a impressão de que a flauta é um

instrumento completamente diferente: as indicações do compositor pedem para o flautista cantarolar e tocar simultaneamente, tocar com os lábios firmemente pressionados (como no bocal de trompete), sussurrar no instrumento, dentre outras coisas. Além disso, Cherrier aponta para a dificuldade de transitarmos entre essas diferentes sonoridades. Segundo ela, isso é desafiador porque ao fazer um pizzicato com a língua ou sons eólicos, por exemplo, você não está necessariamente com uma embocadura bem colocada, ou pode haver um acúmulo de saliva, o que torna difícil mudar rapidamente para uma posição tradicional (PERLOVE, 1998, p. 44).

Através da fala de Cherrier podemos observar duas abordagens diferentes na maneira de se tocar o instrumento. A primeira (1) é a de formação clássica ou tradicional, intimamente ligada à produção de sons com alturas definidas, à clareza e à afinação, ou seja, onde a localização das alturas é a dimensão perceptiva dominante. A segunda (2), mais relacionada às peças contemporâneas e às *técnicas estendidas*, utiliza a flauta de maneiras mais versáteis, buscando sonoridades que exploram também outras dimensões perceptivas, como sons de alturas indefinidas, multifônicos, sons eólicos, etc.

É possível traçar uma clara relação desta última abordagem com a estrutura teórica e metodologia introduzidas por Pierre Schaeffer (1910–1995) em seu *Traité des Objets Musicaux* (SCHAEFFER, 1966, 2017), referido no presente trabalho como TOM. Abordaremos estas relações no decorrer do texto.

Com o intuito de auxiliar profissionais e estudantes do instrumento no domínio e aprimoramento de sonoridades presentes, sobretudo, no repertório contemporâneo, desenvolvemos uma ferramenta interativa em Max² relacionando diferentes descritores de áudio aos critérios perceptivos introduzidos por Schaeffer, capaz de oferecer *feedback* visual gráfico em tempo real. O conteúdo deste artigo faz parte de uma pesquisa de Doutorado em andamento que visa contribuir com o material existente em língua portuguesa sobre as técnicas estendidas presentes no repertório contemporâneo para flauta.

O texto está estruturado da seguinte forma: a próxima seção trata do conceito de expansão sonora e sua relação com o solfejo proposto por Schaeffer. Em seguida descrevemos os principais elementos de sua tipo-morfologia. Segue uma seção dedicada à implementação dos descritores de áudio de baixo nível. Apresentamos também uma série de exemplos musicais nos quais discutimos a aplicação da ferramenta desenvolvida na solução de dificuldades na execução de variadas técnicas, seguida pelas considerações finais.

2. Expansão sonora

Como já exposto na Introdução, o repertório contemporâneo explora a flauta de uma maneira muito versátil, o que fez surgir uma nova abordagem na maneira de se tocar o instrumento. As chamadas técnicas estendidas abrangem sonoridades que se afastam da noção tradicional de timbre instrumental, que está intimamente ligada à produção de notas (alturas) musicais. Embora se possa questionar a caracterização da busca por essas sonoridades como uma extensão da técnica instrumental tradicional, a utilização do termo é amplamente justificada pelo repertório solista e camerístico para flauta dos séculos XX e XXI, que exige um alto nível técnico-expressivo para sua execução. Padovani e Ferraz (2011, p. 11) explicam que:

Tradicionalmente associada às técnicas de performance instrumental, a expressão *técnicas estendidas* se tornou comum no meio musical a partir da segunda metade do século XX, referindo-se aos modos de tocar um instrumento ou utilizar a voz que fogem aos padrões estabelecidos principalmente no período clássico-romântico. Em um contexto mais amplo, porém, percebe-se que em várias épocas a experimentação de novas técnicas instrumentais e vocais e a busca por novos recursos expressivos resultaram em *técnicas estendidas*. Nesta acepção, pode-se dizer que o termo *técnica estendida* equivale a *técnica não-usual*: maneira de tocar ou cantar que explora possibilidades instrumentais, gestuais e sonoras pouco utilizadas em determinado contexto histórico, estético e cultural. (PADOVANI e FERRAZ, 2011, p. 11).

No TOM, Schaeffer propõe, em contraponto à noção de solfejo tradicional em que a dimensão perceptiva das alturas é dominante, não apenas uma extensa reflexão sobre a escuta, mas também uma noção de solfejo generalizado que leva em consideração diferentes critérios da percepção musical. A partir da discriminação de tais critérios e de tal solfejo, faz-se possível a identificação, classificação e descrição dos objetos sonoros através de uma prática de escuta e de pensamento musical que se alinha com a abordagem de performance da flauta que busca sons – melhor dizendo, objetos sonoros – em que a altura é também parte integrante dos objetos, mas não necessariamente um critério perceptivo dominante.

A próxima seção trata dos critérios de percepção da tipo-morfologia de Pierre Schaeffer, que serão utilizados para evidenciar as características acústicas das técnicas estendidas de flauta exploradas neste artigo.

3. Tipo-morfologia Schaefferiana

Diferentes critérios tipo-morfológicos de percepção sonora são propostos por Schaeffer no TOM. Segundo Ficagna (2008, p. 79), o nome dessa ferramenta perceptiva deriva de duas operações principais: classificar os sons (tipologia) e qualificar cada tipo de som de acordo com diferentes critérios (morfologia) (FICAGNA, 2008, p. 79). Chion (1983)

também explica que os três objetivos principais da tipo-morfologia são: *identificar*, *classificar*, *descrever*. Identificar os objetos sonoros quer dizer isolá-los em unidades sonoras. Em seguida, classificar em tipos sumários característicos. Enfim, descrever em detalhes seus caracteres. A tipologia se encarrega dos dois primeiros e a morfologia do terceiro (CHION, 1983). Do ponto de vista perceptivo, Schaeffer define como correlato do objeto sonoro a escuta reduzida: "intenção de perceber o objeto por ele mesmo" (TOM, p. 154³), abstraindo-se do conteúdo semântico e do emissor.

O caminho que leva aos critérios qualitativos da morfologia passa primeiro por duas importantes definições presentes na tipologia: massa e fatura.

Massa é a qualidade pela qual um som se inscreve no campo das alturas e se divide em três tipos: tônico, complexo e variável. Sons tônicos são aqueles que possuem "timbre harmônico" da mesma maneira que sons em instrumentos musicais tradicionais, ou seja, são sons de altura fixa e localizável. Os sons complexos são aqueles em que a massa é fixa, mas não localizável, por exemplo, um sibilo vocal "sssss". Já os sons variáveis são aqueles que evoluem na tessitura, podendo ser tônicos e/ou complexos, por exemplo, todo tipo de glissando (SCHAEFFER, 1966).

O critério de *fatura* se refere ao processo pelo qual a energia é comunicada e mantida (ou não) durante a duração do objeto sonoro e se divide em três tipos: contínuo, impulsão e iteração. Sons contínuos são aqueles que conseguem manter suas características energéticas equilibradas ao longo do tempo (uma arcada em uma tecla de vibrafone). O nome impulso é dado a sons muito breves com sustentação inexistente ou de curta duração (*pizzicato* no violoncelo). Por último, os sons do tipo iteração são aqueles cuja sustentação é prolongada por iteração, ou seja, por repetição de impulsos em intervalos de tempo próximos (*tremolo* no violino) (CHION, 1983).

A morfologia Schaefferiana apresenta sete critérios de percepção, a saber: *massa*, *dinâmica*, *timbre harmônico*, *perfil melódico*, *perfil de massa*, *grão* e *allure*.

O critério de massa já foi abordado mais acima⁴. Quanto ao timbre harmônico, é importante destacar uma observação de Schaeffer: "Propomos, por consequência, utilizar os dois critérios de *massa* e *timbre harmônico* em conjunto, considerando-os um pouco como vasos comunicantes, à exceção de certos casos precisos onde a atribuição parece definitiva frente ao caráter clássico dos sons e à força dos hábitos de escuta." (TOM, p. 517). Ou seja, apenas em contextos de sons com altura definida é que o timbre harmônico se distingue bem da massa. Esta ambiguidade é característica marcante das sonoridades expandidas, que se

reflete não apenas em sonoridades estáveis, mas também em transformações (perfis de massa).

Dinâmica se refere não apenas ao nível de intensidade global de um som e a seu desenvolvimento temporal, mas também a um subcritério *gênero de ataque*, que exerce a função de caracterizar o início de um objeto sonoro.

O perfil melódico é o trajeto desenhado na tessitura pela variação que afeta toda a massa do som e o perfil de massa é uma variação interna, por exemplo, um som tônico desenvolvendo-se em um som complexo (SCHAEFFER, 1966). Nesses perfis podemos diferenciar as variações segundo suas velocidades (progresso, perfil e anamorfose) e tipos (flutuação, evolução e modulação). O progresso é uma variação de densidade e velocidade lentas, o perfil é de velocidade e densidade médias e a anamorfose é a mais rápida e mais densa das três velocidades. A variação do tipo flutuação é quando existe instabilidade perceptível, evolução é uma transformação contínua e progressiva, e modulação é uma variação escalar, ou seja, por estágios descontínuos (CHION, 1983).

Grão é a percepção qualitativa geral de um grande número de pequenas irregularidades de detalhes que afetam a "superfície do objeto sonoro" e podem ser puras ou mistas de ressonância, fricção e iteração. Grãos de ressonância podem surgir após ataques com sustentação, como no "formigamento" rápido de um prato. Grãos de fricção caracterizam alguns tipos de sons sustentados (arco de violino; ruído de ar no som da flauta). Grãos de iteração são produzidos pela rápida repetição de um mesmo tipo de produção sonora, como em um rulo de caixa ou *frullato* na flauta. Já o critério *Allure* descreve a oscilação e flutuação característica na sustentação de certos objetos sonoros, sendo exemplos o vibrato instrumental ou vocal (CHION, 1983).

3.1. Escuta reduzida e descritores de áudio

Schaeffer expressa por diversas vezes no TOM seu ceticismo em relação a uma explicação físico-acústica da experiência auditiva. Mesmo com o desenvolvimento de novas ferramentas nos últimos 60 anos, não acreditamos que essa distância esteja superada. Apesar disso, não deixamos de notar semelhanças entre o procedimento de escuta reduzida e a aplicação de descritores de áudio de baixo nível, que focam em diferentes aspectos da forma e da matéria sonora bruta. O próprio Schaeffer recomenda o uso de dados fornecidos por aparelhos ao falar dos três níveis de uma partitura, e que seu uso "evitará centenas de horas de trabalho fastidioso, muitas vezes impossível e provavelmente prematuro" (TOM, p. 698):

Talvez seja desconcertante alguém nos ver, depois de tantos avisos, recomendar o emprego do *bathygraphe* e do *Sonograph*⁵ para descrever uma peça musical. Tomamos a precaução de indicar, na terceira parte deste livro, a utilidade e os limites deste emprego: enquanto os aparelhos funcionam segundo sua lógica física, a atividade do músico se reparte entre o sonoro e o musical. Desde que se trate de notação, e ainda mais de partitura, nas músicas eletroacústicas, este triplo nível de análise se impõe claramente. (SCHAEFFER, 1966, p. 697)

4. Descritores de áudio implementados

Implementamos na linguagem Max descritores de baixo nível ligados a duas formas complementares de representação do som, nos domínios do tempo e das frequências. O domínio do tempo é a forma de onda propriamente dita (ou suas amostras digitalizadas), e o domínio das frequências é o espectro sonoro⁶.

Utilizamos envelopes temporais com diferentes janelas e filtragens em nossa programação. Estes envelopes, que utilizam valores RMS, são indicados por uma abreviação: *rms2048:4* indica que foi utilizada uma janela de 2048 amostras, com fator de deslizamento de 1/4 da janela. Neste caso, os valores são atualizados a cada 10,67 ms, utilizando-se uma frequência de amostragem de 48 kHz. As implementações foram feitas com o objeto [gen~], que se vale de rotinas de processamento da própria CPU, propiciando mais eficiência e precisão. Como são gerados na mesma frequência de amostragem do áudio, estes envelopes são suavizados por um filtro passa-baixa simples (com atenuação de 6dB por oitava) e com frequência de corte variando de acordo com sua aplicação. Após a filtragem, são geradas séries temporais com um valor numérico para cada atualização das curvas, que podem ser exibidas na tela do programa.

Por se tratar de uma implementação em tempo real, a preocupação com o ruído de fundo é fundamental. O nível de ruído de fundo é regulado pelo usuário, auxiliado pela visualização de uma curva *rms256:4* filtrada a 4 Hz. O início do som a ser analisado (onset) é definido em um valor 6 dB acima do ruído de fundo, e o término do som (offset) em um valor 3 dB abaixo do onset. Estes dois momentos controlam um gate para todos outros cálculos realizados.

O perfil dinâmico (ou envelope) é a curva *rms2048:4* filtrada a 10 Hz, contida entre o onset e offset. O perfil de ataque é representado pelos 300 primeiros valores (400 ms a partir do onset) de uma curva *rms256:4* filtrada a 30 Hz, o que permite sua visualização com grande detalhamento.

Os *allures* são estimados a partir da mesma curva do perfil dinâmico, e exibidos como marcas sobre ela. Um parâmetro importante neste cálculo é o tamanho mínimo do

desvio esperado entre picos e vales da curva. Os grãos (gerados pela fricção do ar no bocal) são calculados a partir do pressuposto de que cada mudança de direção das amostras é um grão em potencial. Assim os cruzamentos de zero (zero-crossings) da derivada do próprio sinal de áudio indicam sua presença. Sabemos que sons puros agudos mudam mais de direção do que sons graves; no entanto, em nossa experiência com diferentes timbres, a granulosidade contribui mais do que o registro. Estes grãos são contados para cada 512 amostras, e geram uma curva sincronizada com os demais descritores.

Centroide espectral é um dos mais tradicionais descritores relacionados ao espectro sonoro, e representa o centro de gravidade (em Hz) de cada janela de análise. Em nossa programação utilizamos uma implementação distribuída com o Max. Na representação gráfica de sua curva preferimos usar os valores em Midicents.

Os demais descritores utilizados se derivam de dados gerados pelo objeto [sigmund~] (PUCKETTE et al., 1998). A partir dos dados de picos espectrais (até 20), de amplitude e de frequência fundamental, calculamos para cada janela de análise valores para os seguintes parâmetros: número de picos espectrais responsáveis por 50% e 80% da energia total do sinal; porcentagem da energia total representada pelos 20 picos; pico mais proeminente; frequência fundamental; distância entre pico mais grave e mais agudo; região espectral. Calculamos ainda a dissonância intrínseca, seguindo o modelo descrito por Sethares (SETHARES, 2005). Se diversas características de um som podem ser visualizadas em um espectrograma, propomos aqui ferramentas complementares focadas em aspectos específicos, partindo de uma pré-seleção dos (até) 20 parciais mais importantes de cada análise espectral.

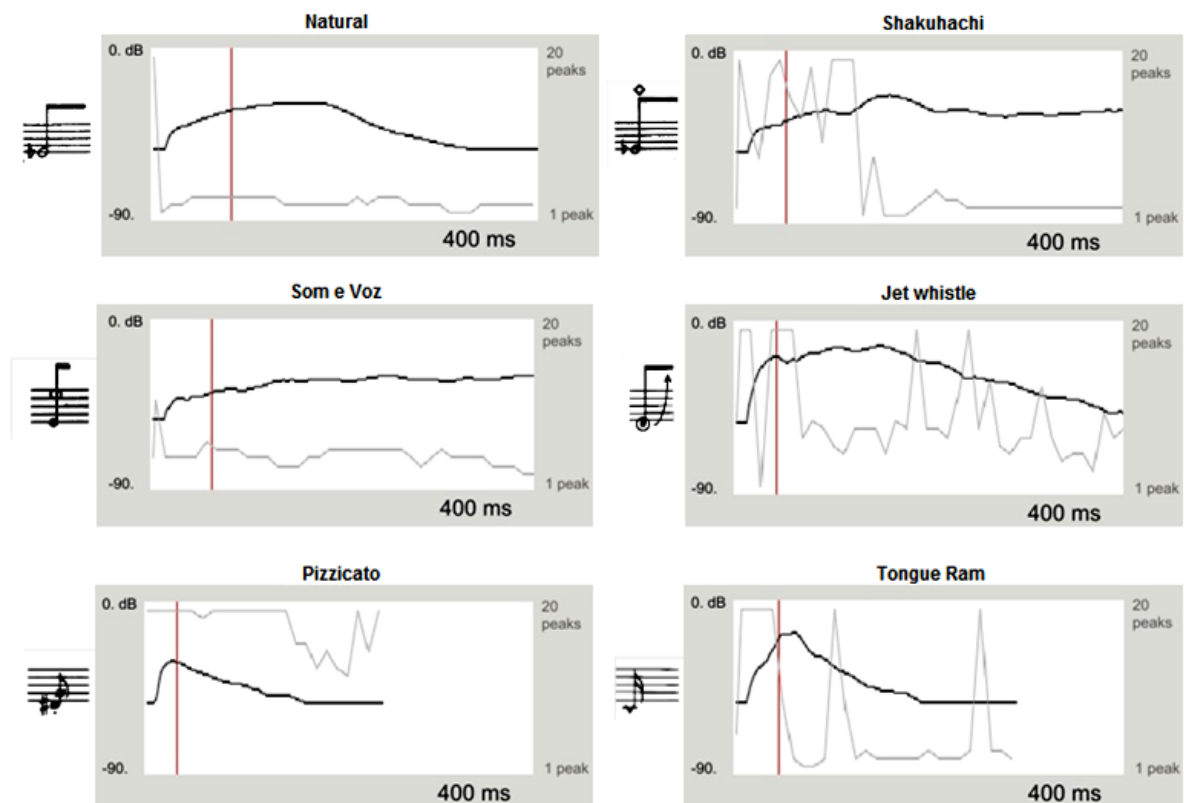
5. Exemplos

Selecionamos trechos de relevantes peças do repertório contemporâneo para flauta com o intuito de praticar quatro tipos de técnicas de manipulação sonora com a ajuda de nossa ferramenta interativa: (1) diferentes tipos de ataques (natural, *staccato*, *pizzicato*, *jet whistle*, *tongue ram*, "shakuhachi" e ataque com som e voz simultâneos); (2) controle e estabilidade de multifônico (3) vibratos, microtons e glissandos; (4) transformações de timbre. A seguir, apresentaremos suas características acústicas com base na tipo-morfologia Schaefferiana e alguns exemplos de aplicabilidade da nossa ferramenta interativa na solução de dificuldades na execução dessas técnicas.

5.1 Perfis de ataque

Entre os ataques em instrumentos de sopro, a flauta é o que requer mais tempo para o desenvolvimento sonoro. Porém, quando utilizamos diferentes técnicas de ataques (*pizzicato*, *tongue ram* etc.) essa característica pode variar, no que diz respeito ao tempo de evolução do som e conseqüentemente no desenho da curva, ou seja, no perfil de ataque.

Exemplo 1 mostra os gráficos de perfis de ataques gerados em tempo real por nossa ferramenta. As diferentes técnicas foram extraídas das peças *Voice* (1971) de Toru Takemitsu (1930 - 1996) e *Sonata (in)solit(air)e* (1995) de Heinz Holliger (1939).



Exemplo 1: Perfis de ataques presentes em *Voice* de Toru Takemitsu (normal, *shakuhachi* e *voiced*) e *Sonata (in)Solit(air)e* de Heinz Holliger (*jet whistle*, *pizzicato* e *tongue ram*). As linhas em cinza indicam o número de componentes espectrais responsáveis por 80% da energia em cada caso.

Os gêneros de ataque propostos por Schaeffer podem ser vistos na Tabela 1. Os três primeiros são ligados a sons caracterizados por ataque seguido de ressonância. No caso da flauta, podemos associar o ataque *pizzicato* com o perfil *abrupt* (sem ressonância apreciável) e o *tongue ram* com o perfil *strong* (com ressonância fortemente associada). O perfil *flat* é associado por Schaeffer a sons manipulados eletronicamente ou ao acionamento de sons em um órgão. Aqui, o que mais se aproxima disso é o ataque *voiced*. O ataque *shakuhachi* tem característica do perfil *sforzando* (estresse ou rápido crescendo). Por outro lado os ataques *normal* e *jet whistle* apresentam nuances possíveis entre os gêneros *gentle* e *nil*. Não é nosso

objetivo estabelecer uma categorização dos ataques na flauta, mas apenas descrever suas características segundo um referencial teórico e apontar para a variedade de nuances presentes no repertório. Na flauta, os diferentes tipos de ataque estão ligados a diferentes evoluções espectrais. Alguns são mais ruidosos, enquanto outros estabelecem a sonoridade da nota mais rapidamente. As figuras do Exemplo 1 também mostram a evolução do número de parciais significativos para cada um dos casos.















DYNAMIC TIMBRE		1	2	3	4	5	6	7
GENRES OF ATTACKS	Bathygraphic trace							
	Nature of attack	ABRUPT or explos.	STRONG	SOFT	FLAT	GENTLE	SFORZANDO or stress	NIL or very progressive
	Conventional symbol	 (shock or plectrum) without appreciable resonance	 (felt hammer) with strong linked resonance	 (pizz. or soft mallet) with resonator	 (pseudo attack) or mordant	 sound without apparent attack	 or rapid crescendo	 perception of the profile

Tabela 1: Gêneros de ataques exemplificados através do desenho da curva (traço batigráfico), natureza do ataque e símbolo convencional (fonte: Schaeffer, 2017).

Com relação à execução dos diferentes ataques na flauta, o maior desafio é quando eles aparecem em forma de iteração. Um ataque isolado não é de difícil execução, mas quando o compositor escreve um trecho com várias repetições pode ser algo problemático. Podemos citar dois tipos básicos de problemas que surgem nessas situações, o primeiro está relacionado com o ato mecânico da repetição (alguns ataques são mais lentos como, por exemplo, o tongue ram) e o segundo com a conservação da qualidade do ataque. Como exemplo de aplicabilidade de nossa ferramenta para trabalhar esses problemas, podemos visualizar os diferentes perfis de ataque em tempo real e trabalhá-los isoladamente (impulsos) ou em forma de repetição, tentando manter uma constância nos desenhos gerados pelo programa. Por exemplo, em um trecho com diversos ataques repetidos em *pizzicato*, o flautista pode tocar (aumentando a velocidade progressivamente) e tentar manter um padrão no formato da curva plotada pela ferramenta do Max. Com isso, ele terá mais controle e qualidade no tipo de ataque executado.

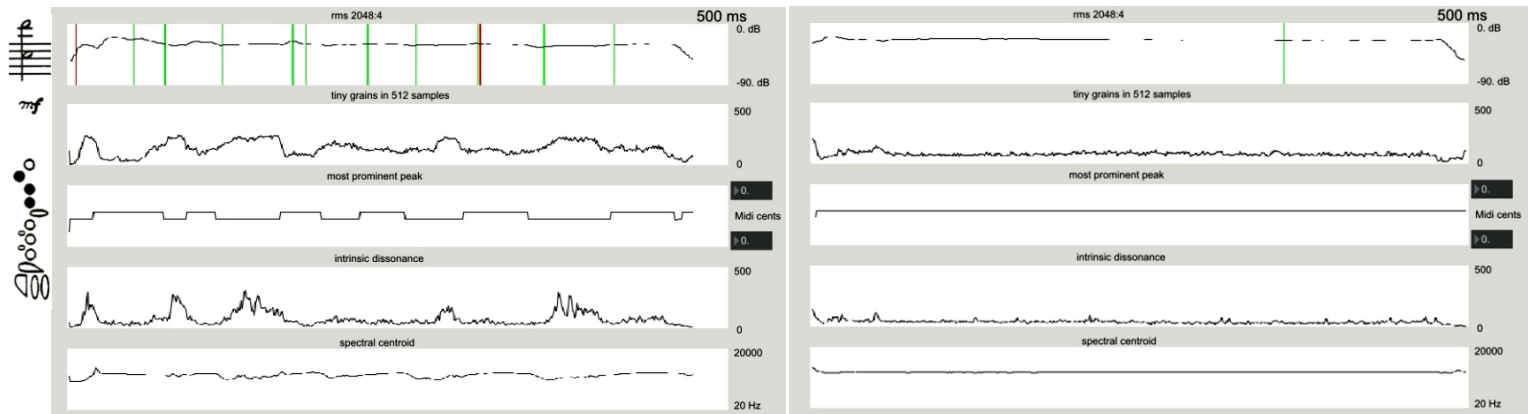
5.2 Multifônicos

O multifônico é a execução simultânea de duas ou mais notas e geralmente necessita de um dedilhado específico. Em muitos casos o compositor deixa uma indicação de dedilhado na partitura que pode ou não funcionar, e isto faz com que o flautista se coloque em constante busca por um dedilhado que funcione melhor para si. A dificuldade na execução dessa técnica está relacionada, em muitos casos, ao equilíbrio de intensidade das notas do multifônico e sua estabilidade, exigindo do flautista uma grande flexibilidade na embocadura e controle da coluna de ar.

A técnica de multifônico funciona bem nos registros médio e agudo da flauta. A impedância de um único orifício grande e aberto é tão baixa na região grave do instrumento que pouca energia é transmitida para além dele, de modo a se formar duas ondas estacionárias distintas. Consequentemente, há poucos multifônicos na região grave do instrumento (Brotos et al, 2002, p. 2).

Com relação à tipo-morfologia de Schaeffer podemos apresentar a técnica de multifônico de acordo com o critério de *Massa*. Através do estudo morfológico da massa, podemos distinguir mais detalhadamente os chamados sons puros (sons eletrônicos sinusoidais sem “timbre harmônico”) dos verdadeiros sons tônicos, que possuem um “timbre harmônico” da mesma forma que os sons instrumentais tradicionais. Os grupos tônicos são as massas formadas por tônicas sobrepostas, que podem ser isolados na escuta (acordes tradicionais) e canelados, aqueles cuja massa é formada por um amálgama de tônicas e “nós” (por exemplo, os multifônicos na flauta) (CHION, 1983).

Em nossa ferramenta de *feedback* visual podemos trabalhar a estabilidade dos multifônicos observando o desenho dos gráficos produzidos em tempo real, além de trabalhar o equilíbrio de intensidade das notas do multifônico. Ao tentar destacar a nota mais grave ou mais aguda do multifônico o flautista pode visualizar a mudança nos gráficos e consequentemente trabalhar a flexibilidade da embocadura, aspecto fundamental para a execução dessa técnica. O Exemplo 2 mostra dois conjuntos de gráficos, à esquerda um multifônico instável e à direita o mesmo multifônico estável.

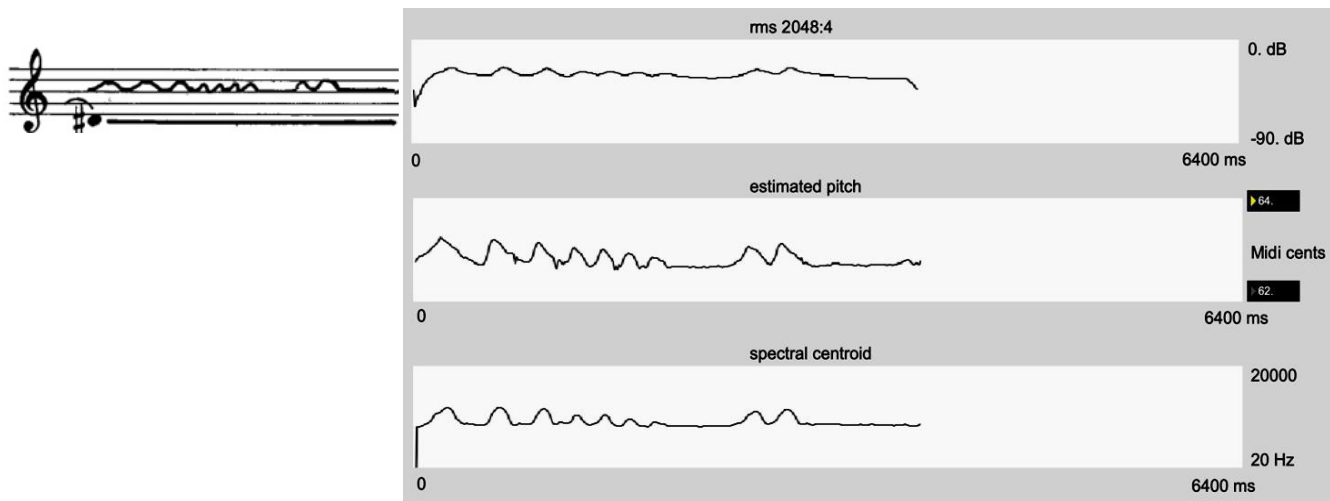


Exemplo 2: Robert Dick, *Flying Lessons I*, página 2: multifônico com as notas Dó da primeira oitava e Ré da terceira oitava da flauta. A diferença de estabilidade pode ser vista em todas as linhas dos gráficos.

5.3 Vibrato, microtons e glissando

O vibrato na flauta se caracteriza por pequenos crescendos e decrescendos no som que também causam desvio de frequência e variação de timbre. Se o flautista tocar uma nota com vibrato muito lento, essa nota pode se tornar um glissando e com o desvio de frequência causado por essa técnica também é possível realizar microtons. Claro que existem outras maneiras de realizar esses sons, como a mudança de ângulo do bocal e dedilhados específicos tanto para a execução de glissandos como de microtons, mas as afirmações anteriores foram feitas para demonstrar o quanto o controle de vibrato pode influenciar várias outras técnicas de execução.

A dificuldade na realização de diferentes vibratos está relacionada com a manipulação da amplitude e velocidade. Em peças como *Eolia* (1981) de Philipp Hurel (1955), *Donax* (1992) de Ivan Fedele (1953) e *Laconisme de l'aile* (1982) de Kaija Saariaho (1952), temos exemplos onde os compositores desenham a curva do vibrato que eles querem que soe. Em nossa ferramenta interativa podemos tentar desenhar a curva do vibrato exatamente igual a notação dos compositores (Exemplo 3). Não que isso seja uma imposição da maneira certa de tocar essas passagens, mas faz com que o flautista domine a amplitude e velocidade do seu vibrato para qualquer tipo de ocasião. Além disso, podemos testar a eficácia de dedilhados de microtons e observar a curva dos glissandos através do feedback visual gráfico (Exemplo 4).



Exemplo 3: Philippe Hurel, *Eolia*, página 11: feedback visual da manipulação do formato de vibrato sugerido pelo compositor.

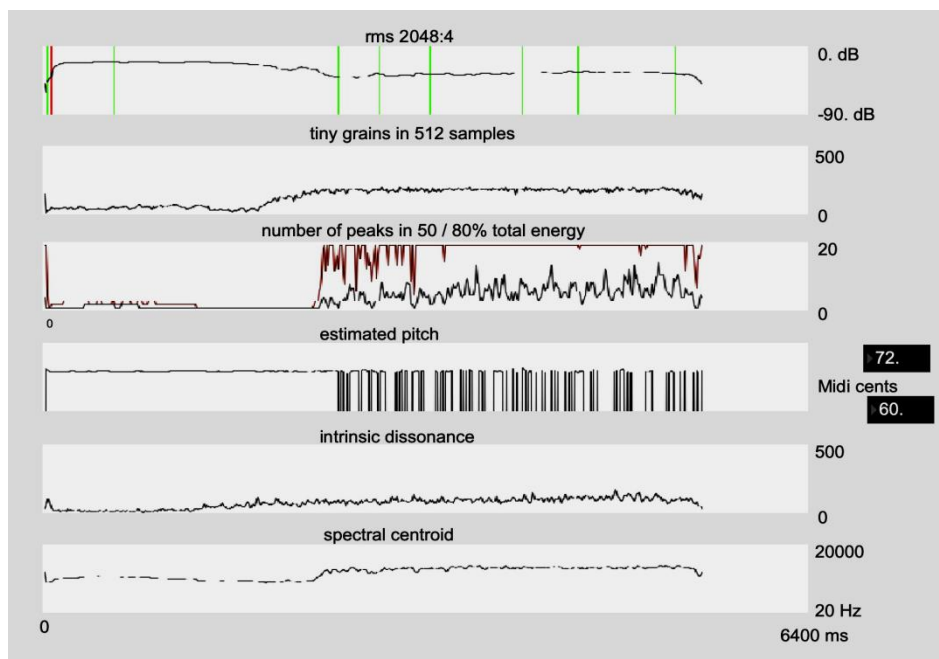


Exemplo 4: Kazuo Fukushima, *MEI*, página 3: feedback visual do quarto de tom e glissando.

5.4 Transformações de timbre

É comum encontrarmos passagens no repertório contemporâneo para flauta com transformações de timbre, por exemplo, quando uma nota natural longa se transforma em *frullato* ou som eólico. Como citado no início deste artigo, a flautista Sophie Cherrier destaca a dificuldade de mudança entre as sonoridades tradicionais e estendidas. Neste sentido, podemos usar nossa ferramenta do Max para trabalhar a organicidade nas mudanças de timbre entre variados sons.

O perfil de massa na tipo-morfologia de Schaeffer descreve a variação interna da massa do som. No Exemplo 5 temos uma transformação de som natural em eólico, a partir da nota Sol da primeira oitava da flauta. A transformação gradual pode ser vista nas segunda (grãos), quinta (dissonância intrínseca) e sexta (centroide espectral) linhas. A instabilidade do espectro a partir da chegada ao som eólico é também visível nas terceira (número de picos vs energia) e quarta (frequência fundamental) linhas. O trecho foi extraído da peça *Grãos de Pólen* (2020) da compositora carioca Tainá Caldeira (1989).



Exemplo 5: Tainá Caldeira, *Grãos de Pólen*, página 2: transformação de som natural para som eólico.

6. Considerações finais

As obras contemporâneas escritas para flauta transversal inauguraram uma série de desafios técnicos na produção de diferentes sonoridades nesse instrumento. Infelizmente o ensino e a prática dessas sonoridades, e consequentemente das peças que abrangem o período entre a segunda metade do século XX e os dias atuais, ainda são vistos com certo receio por diversos músicos e flautistas.

Este artigo abriga as primeiras notas de uma pesquisa em desenvolvimento que tem como objetivo contribuir na divulgação em língua portuguesa das possibilidades sonoras da flauta transversal, principalmente no repertório erudito contemporâneo. As características acústicas das técnicas aqui apresentadas foram descritas com base na tipo-morfologia de Pierre Schaeffer, o que nos permitiu observar a incrível nuance de algumas sonoridades, que flutuam entre as definições do autor e possibilitam diferentes maneiras de execução.

Criamos uma ferramenta de *feedback* visual através de descritores de áudio do Max que mostrou ser útil - através dos experimentos aqui demonstrados - na preparação de peças musicais, auxiliando no domínio de diversas sutilezas sonoras. Esperamos refinar nossa ferramenta para cobrir uma paleta mais ampla de sons, ajudar os flautistas a aprimorarem a manipulação sonora em suas performances e oferecer recursos para criações com *live electronics*.

Referências

- BOTROS A.; SMITH J.; WOLFE J. The Virtual Boehm Flute - A web service that predicts multiphonics, microtones and alternative fingerings. *Acoustics Australia*, v. 30, n. 2, p. 1-5, 2002.
- CALDEIRA, Tainá. *Grãos de Pólen*. Flauta solo. Curitiba, 2020.
- CHION, Michel. *Guide des Objets Sonores*. Paris: Buchet/Chastel, 1983.
- DICK, Robert . *Flying Lessons*. Flute. Multiple Breath Music Company, 1986.
- FICAGNA, A. R. *Composição pelo som: trabalho composicional e analítico de repertório instrumental por métodos de análise da música eletroacústica*. Campinas, 2008. 300 f. Dissertação (Mestrado em Composição Musical). UNICAMP, Campinas, 2008.
- FUKUSHIMA, Kazuo. *MEI for flute solo*. Edizioni Suvini Zerboni, 1962.
- HOLLIGER, Heinz. *Sonate (in)solit(air)e for flute solo*. Schott Music, 1996.
- HUREL, Philippe. *Eolia for flute solo*. Gérard Billaudot, 1982.
- PADOVANI, J. H.; FERRAZ, S. Proto-história, evolução e situação atual das técnicas estendidas na criação musical e na performance. *Música Hodie*, v. 11, n. 2, p. 11 - 35, 2011.
- PERLOVE, Nina. Transmission, interpretation, collaboration - a performer's perspective on the language of Contemporary Music: An Interview with Sophie Cherrier. *Perspectives of New Music*, v. 36, n. 1, p. 43-58, 1998.
- PUCKETTE, Miller; APEL, Ted; ZICARELLI, David. Real-time Audio Analysis Tools for Pd and MSP. In: International Computer Music Conference, 1998, San Francisco. *Proceedings of ICMC*, p. 109-112, 1998.
- SCHAEFFER, Pierre. *Traité des Objets Musicaux*. Paris: Seuil, 1966.
- SCHAEFFER, Pierre. *Treatise on Musical Objects*. Oakland: University of California Press, 2017. Tradução do original francês por Christine North e John Dack.
- SETHARES, William. *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*. Segunda edição. London: Springer, 2005, 426 p.
- TAKEMITSU, Tōru. *Voice for flute solo*. Paris: Salabert, 1971.

Notas

¹ Flautista principal do Ensemble Intercontemporain desde 1980 e professora do Conservatório de Paris desde 1998.

² www.cycling74.com

³ Todas as traduções foram feitas pelos autores a partir da tradução inglesa do TOM.

⁴ Schaeffer define sete classes morfológicas ligadas à massa; para o presente estudo, no entanto, as categorias tipológicas, aliadas aos perfis melódicos e de massa, são suficientes para a análise das diversas sonoridades da flauta.

⁵ “Dois aparelhos que realizam a leitura física do sinal nos planos dinâmico e harmônico.” (TOM, p. 677).

⁶ Estas ferramentas são derivadas de um projeto em andamento em nosso laboratório, dedicado à identificação, classificação e transformação de sons percussivos.