

O Legato na Flauta¹

Helder Teixeira²

Universidade Federal da Bahia | Brasil

Resumo: A questão fundamental da investigação que ora se apresenta se concentra em aspectos ligados à acústica e a fatores sonoros com características perceptivas notáveis; fenômenos e eventos que ocorrem num muito breve espaço de tempo nos períodos transitórios do som da flauta. A preocupação com tais eventos está intimamente relacionada ao aspecto perceptivo que os mesmos imprimem à execução musical. O propósito focal do artigo se direciona ao legato, uma das principais ferramentas de expressividade do flautista. A importância do legato está associada à boa expressividade e ao fluxo melódico que dá sentido à frase musical. Por esta razão o estudo se concentra em análises de diversas formas de legato, tanto na flauta quanto em outros instrumentos, com utilização de programas de análises de áudio a fim de se conhecer diferentes formas de se obter sons ligados e identificar fenômenos acústicos presentes em meio ao movimento sonoro transitório dos intervalos e como tais fenômenos interferem na sensação de fluxo sonoro. Elaborado à partir da pesquisa desenvolvida na Universidade Federal da Bahia sob o título “*Aticulus Temporis*: estudo dos regimes transitórios do legato na flauta”, este artigo condensa as principais etapas desta pesquisa e suas conclusões.

Palavras-chave: Flauta. Articulação musical. Legato. Análise de som. Sons transientes.

¹ The Legato in the Flute. Submetido em: 28/04/2016. Aprovado em: 08/08/2016.

² Doutorando em Música – Flauta – pela UFBA e Mestre em Música com especialização em flauta pela UFRJ, realizou diversos cursos de aperfeiçoamento técnico e interpretativo tanto no Brasil como na Europa com os principais ícones da época, como: Severino Gazzeloni, Felix Rengli, Janne Baxtresser, e outros. Seus principais orientadores foram Prof. Dr Celso Woltzenlogel, na Escola de Música da UFRJ (RJ), Prof. Gueorgui Spassov, Conservatório Búlgaro de Música (Sofia – Bulgária) e Prof. Dr. Lucas Robatto na UFBA – Salvador. Atualmente é flautista da Orquestra Sinfônica Nacional - UFF e professor do Curso Superior de Música da Universidade Candido Mendes, UCAM. E-mail: helderflautista@gmail.com

Abstract: The key issue of the presented research focuses on aspects of acoustics and on sound factors with remarkable perceptual traits. Those events and phenomena occur in a very short time on transitional periods of the flute sound. The concern about such events is closely related to the perceptive aspect that they imprint into the musical performance. The purpose of this research is directed to legato, one of the main tools of expression the flutist has. The importance of legato is associated with good expression and melodic flow that gives meaning to the musical phrase. For this reason, this study focuses on the analysis of various forms of legato, both on the flute and on other instruments, with use of audio analysis programs in order to learn different ways of obtaining linked sounds and also to identify acoustic phenomena present amid the sound movement from the connected breaks and how these phenomena affect the feeling of sound flow. Prepared based on a research conducted at Universidade Federal da Bahia under "Aticulus Temporis: study of the transient systems in flute legato", this article condenses the main stages of that research and its findings.

Keywords: Flute. Musical articulation. Legato. Sound analysis. Transient sounds.

* * *

Não é possível desenvolver um estudo sobre o legato sem estabelecer um vínculo íntimo com o processo da articulação do som e do fraseado musical. Mas, apesar da compreensão do legato como sendo uma transição fluida numa passagem entre notas diferentes, em oposição a sons distintamente separados; todo som é, de alguma forma, articulado em maior ou menor grau; mesmo em se tratando de transições sonoras entre notas ligadas.

Rónai argumenta que é possível compreender que o staccato é, com suas variações, a única e verdadeira forma de articulação; tendo em vista que o legato, em sua essência, é justamente a ausência da articulação, o ‘não staccato’ (RÓNAI, 2008). Todavia, a variação desta fluidez em que um som desliza em direção a outro de frequência distinta – como veredas entre o dia e a noite – pode oferecer aos sons ligados uma melhor distinção do que simplesmente a compreensão de uma ‘não articulação’.

A palavra italiana *legato* é de origem latina que corresponde no português ao adjetivo ‘ligado’ cuja significação representa algo que se ligou; posto em contato; unido, junto, pegado. A etimologia da palavra indica a palavra latina *ligátus* com significação de ligado, atado, preso. Em seu livro ‘Em Busca de um Mundo Perdido’, Laura Rónai fornece a etimologia para um processo que, na língua portuguesa, se aglutina numa só palavra:

É fascinante perceber que a própria origem etimológica de um termo nos dá uma pista para os hábitos interpretativos de uma época ou de um povo. O legato italiano tem a mesma origem do nosso “ligar”, qual seja, colar uma nota à outra. Mas o termo francês “couler” significa correr, fluir, escoar. Uma nota não é ligada à outra, mas ela escorre para dentro da outra, como

a água do rio que se mistura à água do mar. O termo carrega em si uma força expressiva que não carece de explicação. Existia a palavra correspondente a ligar (lier), mas esta, para alguns autores, se restringia ao caso de duas notas de mesmo grau, que “formam um mesmo som quando são ligadas juntas” (BORDET, 1755: 6).

Tal sutileza nós não possuímos na língua portuguesa. Mas em inglês, assim como em francês, há dois termos distintos, “tie” e “slur”. Segundo o Cambridge Learner’s Dictionary, “tie” significa juntar duas coisas usando corda ou barbante, enquanto “slur” é “falar sem separar suas palavras claramente, frequentemente porque você está cansado ou bêbado”. Uma diferença tênue, mas importante para definir aquilo que, em português, descrevemos apenas como ligar. (RÓNAI, 2008: 120-1).

Como substantivo masculino, na música, o termo legato, graficamente designado por um arco sobre as notas, determina a maneira de executar uma sequência de sons com fluidez, sem interrupção sonora entre as notas (HOUAISS, 2009). O legato denota que as notas sobre as quais está o arco devem ser tocadas ligadas sem interrupção perceptível do som; como indicado no verbete do *The New Grove Dictionary*, as conexões das notas são relativas e dependentes da presença ou da ausência de ênfase no fraseado (DONINGTON, 2001). A forma de execução do legato nos instrumentos de cordas friccionadas estabelece um movimento único de arco e nos aerofônicos, um mesmo sopro (RÓNAI, 2008).

O legato é uma das principais ferramentas de expressividade do flautista. A importância do legato está diretamente associada à expressividade e ao fluxo melódico que dá sentido à frase musical (CHEW, 2016).

Articulação e fraseado representam algumas das principais maneiras pelas quais os músicos e, conseqüentemente, os ouvintes podem fazer com que um fluxo de som de outra forma indiscriminado tenha "sentido" e converter o tempo cronológico em tempo musical. Na música tonal, no sentido mais restrito, eles são (junto com a tonalidade e a organização temática) dois dos principais elementos que contribuem para a diversidade dentro da unidade orgânica; e são os elementos pelos quais o executante tem responsabilidade mais direta³ (CHEW, 2016, tradução nossa).

Historicamente a preocupação de músicos e compositores em relação ao legato recai sobre como executar um trecho em legato; se a primeira nota deve ser acentuada, se a última nota sob a ligadura deve ser encurtada, etc. (BROWN, 2001). Entretanto, segundo Loureiro e outros (2009), e também em Maestre e Gómez (2005), o fluxo de som entre as notas está diretamente relacionado à modelagem da frase e a expressividade musical (LOUREIRO et al., 2009); por esta razão, a qualidade dos sons ligados é algo altamente desejável na prática da música erudita.

A concepção de legato tomou forma e significado ao longo da história da música, que aos poucos passou a ser escrita e determinada pelos compositores. O que antes era de inteira responsabilidade do intérprete passou a integrar o sistema da escrita musical ao definir que notas deverão ser curtas e quais

³ Articulation and phrasing represent some of the chief ways in which performers, and consequently listeners, may make ‘sense’ of a flux of otherwise undifferentiated sound, and convert clock time into musical time. In tonal music in the narrower sense, they are (with tonality and thematic organization) two of the chief elements contributing to diversity within organic unity; and they are the elements for which the performer bears the most direct responsibility (CHEW, 2016).

deverão ser emendadas ao som anterior (BROWN, 2001). Assim o compositor passou a ocupar parte do que antes era exclusivamente uma atribuição do intérprete, avançando em direção a obter – independente das convicções e compreensão do intérprete – uma interpretação de acordo com o pensamento e sensação fraseológica particular e própria; independente do executante.

A escrita da introdução do *Prélude à l'Après-midi d'un faune* de Claude Debussy demonstra a preocupação por parte do autor em transmitir o mais exato possível sua mentalização fraseológica a fim de orientar a interpretação do flautista. Tal determinação, escrita através de arcos de ligadura e sinais de dinâmica, busca prescrever o momento preciso de maior expressividade da frase que deverá ser determinante na interpretação de qualquer executante.



Ex. 1- Indicação escrita de legato na introdução do *Prélude à l'Après-midi d'un Faune*, de Debussy.

Ao longo do período de tempo que compreende a literatura musical até o presente momento da história da música, embora o legato seja tratado e reconhecido como um elemento importante na construção da expressividade musical, poucos autores se ocupam em estudar a qualidade das transições sonoras e/ou o processo que faz com que a mudança de notas soe de forma mais fluente. De uma maneira abrangente, a fluência de notas ligadas é, em geral, atribuída à habilidade do músico, ao tempo de reverberação do ambiente de execução e às características acústicas dos instrumentos (LOUREIRO et al., 2009). A atual conjunção de informações e fatores técnicos disponibiliza ao músico moderno novas ferramentas que permitem uma ampla visão analítica dos sons musicais. O legato, observado e estudado somente através da percepção e da intuição, pode agora ser estudado por um prisma que potencializa esta percepção na visão de eventos até então ignorados pelos músicos, e isto poderá servir como base para um futuro estudo de modelagem entre notas ligadas visando obter passagens em legato com melhor sensação de fluidez entre os sons.

Entretanto, como a música se manifesta através da percepção do som e sendo o som um fenômeno inteiramente dependente desta percepção, é necessário se fazer distinção entre os sistemas físicos e psicofísicos envolvidos no processo de reificação da música e do legato. Deste modo, tem-se o legato como é percebido e o legato que a flauta, de fato realiza. Mas, quando se deseja conhecer o legato como se apresenta diretamente na fonte, é necessário isolar diversas variáveis dos sistemas aos quais a música está amalgamada. Todavia, antes se deve conhecer o legato no habitat natural do músico com as propriedades que gerenciam a boa ou a má sensação de fluxo.

1. O LEGATO COMO É PERCEBIDO

Todos os instrumentos musicais possuem alguma forma de produzir notas ligadas. Cada instrumento tem sua própria linguagem e formas de estabelecer o que é ligado e o que é separado ou destacado. Entretanto, há instrumentos que produzem sons ligados de uma maneira impossível de ser reproduzida em outros instrumentos. Deste modo, embora a sensação de fluxo seja estabelecida pela técnica específica de cada instrumento através da perícia do músico executante, da qualidade do instrumento e das características físicas que envolvem todo o processo sonoro de cada instrumento, a realidade do legato pode ser bastante diferente do que se percebe.

É comum a percepção de transições ruins no legato, mas há também intervalos com passagens progressivas com poucos transientes e perturbações pouco perceptíveis, que produzem o efeito de transição mais fluente; que fluem naturalmente de um ao outro som.

Considerando o som musical, – o processo completo da apreensão e percepção do som que engloba os três grandes sistemas: Produção do som; Propagação do som, e Recepção do som – o som musical que se percebe naturalmente não é um som puro oriundo diretamente do instrumento, senão um som carregado de agregados harmônicos e até inarmônicos que compõe a sensação de som, altura, intensidade (HENRIQUE, 2002).

De forma análoga à sensação de relevo acústico do som espacial provocado pelo efeito de precedência, – quando se percebe eventos agregados como a percepção do som direto e do som precoce, procedente das primeiras reflexões quando estes eventos acontecem numa faixa de tempo abaixo de 200 ms (JOURDAIN, 1998: 76) –, a sensação de fluência ocorre quando a transição entre sons com frequências distintas acontece sem interrupção no som e com o mínimo desnível dinâmico entre as notas. Tem-se como premissa básica que a percepção de intensidade do som é altamente relevante numa passagem entre notas ligadas. Roederer destaca que o ouvido tem sensibilidade perceptiva para distinguir uma diferença de intensidade mínima entre 0,2 dBA – 0,4 dBA numa gama de frequência musicalmente relevante (ROEDERER, 2002). Sobre este aspecto – a diferença de Nível de Pressão Sonora (NPS) entre notas ligadas – e sua relação com outros fatores, sejam eles relacionados ao meio ou às próprias características do instrumento; a sensação de sons ligados poderá ser percebida com mais ou com menos fluidez.

1.1 FORMAS DE LEGATO

Com base na percepção do legato, diversos autores descreveram o processo ao longo da história

da música, mas até as primeiras décadas do séc. XX toda definição de legato era resultado apenas do exercício da percepção. Assim, Hugo Riemann⁴, no verbete *legato* de seu *Dictionary of Music* identifica diferentes formas de legato, como descrito a seguir:

[...] no canto é obtido quando sem pausa, isto é, sem interrupção na corrente de ar, o grau de tensão das cordas vocais é alterado de forma que o primeiro som realmente se insira no segundo. Processo semelhante ocorre em instrumentos de sopro, onde, do mesmo modo, a corrente de ar não é interrompida, apenas a digitação ou a posição dos lábios é alterada. Em instrumentos de cordas, os sons são ligados: (1) quando tocados na mesma corda, apenas com mudança de dedilhado e sem retirar o arco da corda; (2) quando ocorrem em cordas diferentes, enquanto o arco desliza rapidamente de uma para outra. A conexão de notas nos instrumentos com teclas é efetuada ao soltar a primeira tecla enquanto uma segunda é acionada. No piano, as cordas da primeira nota são liberadas do abafador e, portanto, soam até a segunda nota ser tocada. Em instrumentos como o órgão (Harmonium, Regal, "Positiv"), a válvula que admite ar para o canal permanece aberta até que o tocar de uma nova nota acione uma nova válvula⁵ (RIEMANN, 1896: 436, tradução nossa).

Além das três formas de legato indicadas por Riemann (1896), pode-se identificar outras formas capazes de produzir a sensação de fluidez. Os cordofones, tanto os instrumentos de cordas dedilhadas como friccionadas; e aerofones, como o trombone e a flauta, são instrumentos capazes de produzir sons naturalmente ligados. Mas, algumas formas de legato dependem de outros fatores como a reflexão do som num ambiente fechado; a qual estende o tempo em que som natural do instrumento permanece perceptivo no ambiente, o que ocasiona uma sensação de fluxo pela percepção de sobreposição das notas.

1.1.1 Legato por sobreposição de sons⁶

Transição entre notas de alturas distintas que soam simultaneamente por um curto período de tempo. Os melhores exemplos deste tipo de legato vêm dos instrumentos de cordas, quando o arco passa a excitar outra corda num mesmo sentido e movimento. Esta forma de legato se caracteriza pela

⁴ Pianista, compositor, teórico e musicógrafo alemão. Considerado um dos maiores musicólogos dos tempos modernos (Grossemhlra, 1849 – Leipzig, 1919) (MATAS, 1980).

⁵ [...] is obtained in singing when, without break, i.e. without interrupting the current of air, the degree of tension of the vocal cords is changed so that the first sound really passes into the second. A similar process takes place in wind instruments, where, likewise, the current of air is not interrupted, but only the fingering or position of the lips changed. On stringed instruments sounds are tied (1) when they are played on the same string, with only change of fingering, and without the bow -leaving the string; (2) when they, occur on different strings, while the bow glides quickly from the one to the other. The connecting of notes on keyed instruments is effected by only leaving the first key while the second is being pressed down. On the pianoforte then the strings of the first note are free from the damper, and therefore sound till the second note is struck. On instruments of the organ kind (Harmonium, Regal, "Positiv") the valve admitting wind to the channel remains open until touching a new note opens a new valve. (RIEMANN, 1896: 436).

⁶ Todas as análises dos sons apresentadas neste artigo foram obtidas através do Programa PRAAT. O PRAAT é um software utilizado para análise e síntese do som da fala desenvolvido por Paul BOERSMA e David WEENINK, do Institute of Phonetic Sciences, da University of Amsterdam. Sua principal funcionalidade é a análise da onda de som, como a frequência, comprimento de onda, intensidade, etc. O programa pode ser baixado gratuitamente pela internet através do site oficial: www.praat.org. (BOERSMA; WEENINK, 2016).

junção das notas durante a transição. Durante um breve instante, os sons das duas notas soam concomitantes, sendo que o primeiro som tem sua energia dissipada naturalmente. A ação da inércia procura manter o movimento vibratório da corda até o repouso. Exatamente pelo efeito da inércia sobre a corda que este tipo de legato se restringe a instrumentos de comportamento energético conservativo (HENRIQUE, 2002) (ver primeiro quadro da Figura 3).

No legato por sobreposição de sons, o tempo dispensado na fase de decaimento do som da primeira nota possui um papel fundamental para a percepção e sensação de fluxo. Este tipo de emenda sonora é também, de acordo com Riemann (1896), o principal modo com que o piano realiza o legato⁷.

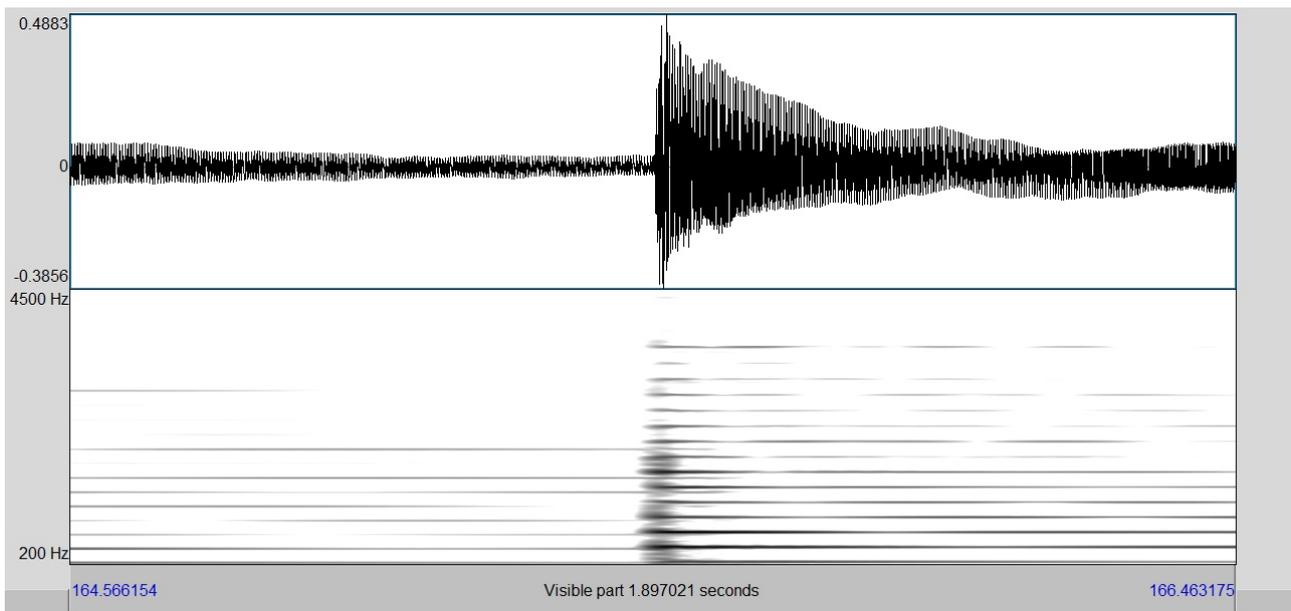


Fig. 1 - Legato por sobreposição de sons no piano. Intervalo A2-Bb2. O controle do tempo de sobreposição dos sons é realizado pelo domínio da técnica de digitação no teclado, onde o executante determina o tempo em que as notas devem soar simultâneas. (Áudio1).

Nos instrumentos tubulares de sopro, como a flauta esta forma de legato não existe, uma vez que o som produzido pela vibração do ar num tubo não se sustenta naturalmente como uma corda. Logo, não há Sobreposição de Sons entre notas que não se sustentam.

1.1.2 Legato por substituição imediata nos cordofones

Tipo de transição sonora que ocorre quando a extensão de uma mesma corda é repentinamente

⁷ Apesar do sistema proposto pela Acoustical Society of America atribuir o índice '0' ao C mais grave ($f = 16.352$ Hz), e o índice 4 para o C central ($f = 264$ Hz); mesmo sendo amplamente aceito e se tornado cada vez mais frequente nos livros de acústica, neste artigo adota-se o sistema francês que atribui o índice 3 ao C central, por dois motivos: 1) o som da flauta se localiza numa região de frequências médias para agudas, tendo o B mais grave $f = 247.5$ Hz e o D mais agudo ($f = 2376$ Hz), fora da oitava '-1' no sistema francês; 2) ser o sistema adotado no Brasil (HENRIQUE, 2002); (HELMHOLTZ, 1954).

modificada de forma imediata através da digitação. Com a alteração imediata do comprimento da corda numa tensão constante, o movimento harmônico da corda no primeiro som é perturbado no instante em que a corda com uma nova medida passa a vibrar em outra frequência. O movimento vibratório da corda é repentinamente amortecido, e a corda, redimensionada, conserva parte do movimento vibratório que responde rapidamente ao estímulo do arco que a fará soar com arrumação harmônica própria de sua nova frequência fundamental. Embora o movimento vibratório da corda seja amortecido pela ação do dedo, algumas parciais poderão se manter em vibração. A conservação do movimento vibratório numa corda ocorre mediante as parciais harmônicas comuns nas séries das fundamentais como, por exemplo, um legato entre as notas G2-G3 executada na corda G. G3 é a primeira parcial de G2, portanto a corda já vem vibrando na frequência G3 quando acontece o amortecimento da vibração de G2; o som G3 continuará vibrando, mas agora como fundamental de uma série própria. O amortecimento do movimento vibratório da corda solta para corda presa produz um modo de transição característico.

A diferença na forma do envelope dinâmico do sinal na transição do intervalo de 2M para o de 8J pode ser verificado pela flutuação na intensidade do sinal no momento do amortecimento da corda pelo toque do dedo. A percepção de fluxo na transição destes intervalos dependerá da facilidade ou dificuldade com que as parciais harmônicas comuns entre as séries se mantêm em movimento vibratório (ver segundo e terceiro quadro da Figura 3).

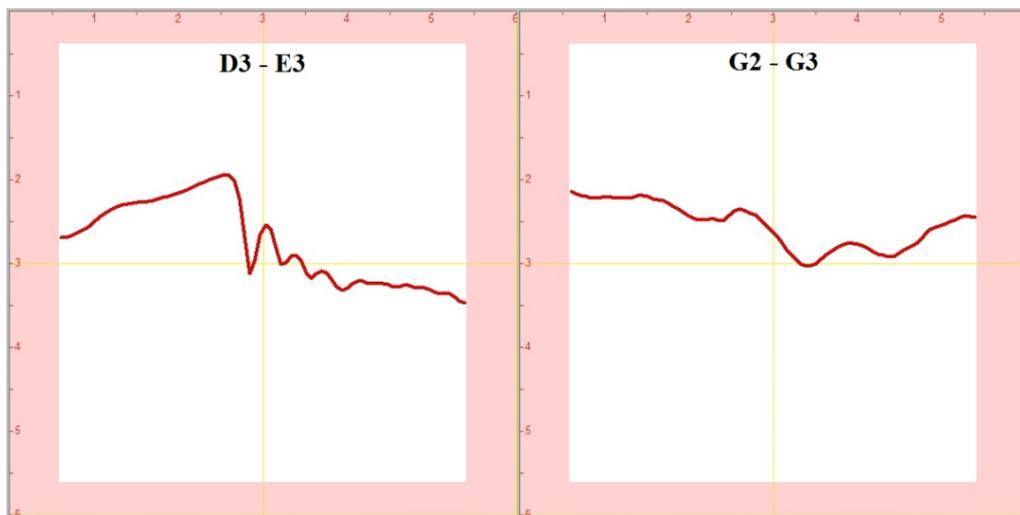


Fig. 2 - Variação do NPS (Nível de Pressão Sonora) na transição dos intervalos de 2M e 8J no violino. Variação do NPS num corte com limite mínimo de 60 dB e máximo de 80 dB. Compare com o segundo e terceiro quadro da Figura 3.

1.1.3 Legato por substituição imediata nos aerofones

Nos instrumentos tubulares, este é o principal meio de produção do legato quando o tamanho do tubo é alterado repentinamente pelo acionamento de uma válvula ou chave. Todavia, no câmbio dos

tubos acústicos na flauta, a energia despendida para se produzir uma nota num tubo acústico ‘x’ é instantaneamente transferida para o tubo com comprimento acústico ‘y’. Contudo, através das múltiplas reflexões do som, o ambiente – sistema propagador do som – altera a forma com que a transição das notas é apreendida. A reverberação aumenta o tempo de permanência do som no ambiente até o início da nota seguinte, deste modo o ouvido admite uma sensação de fluidez causada por uma Sobreposição de Sons que na realidade o instrumento não faz.

1.1.4 Legato por condução

Nos cordofones, esta forma de legato é produzida através do portamento⁸. No trombone, o movimento da vara durante o toque de uma nota, também produz esta forma de legato, o *glissando*. A flauta também é capaz de produzir esta forma de transição ao escorregar o dedo pela chave para destapar progressivamente o orifício da superfície do platô, o que provoca uma progressiva diminuição no comprimento acústico do tubo (HENRIQUE, 2002). Todavia, isto só será possível numa flauta de modelo francês, e principalmente entre alguns intervalos de semitom, como no primeiro movimento do Concerto para flauta e orquestra – ‘*Mandala Ki Raga Sangeet - A Circle of Raga Music*’ (1981)⁹ – de John Mayer para flauta e orquestra. De uma forma geral, nos instrumentos musicais, trata-se de uma técnica secundária que, tanto para o violinista quanto para o trombonista e o flautista, não representa uma forma usual de legato.

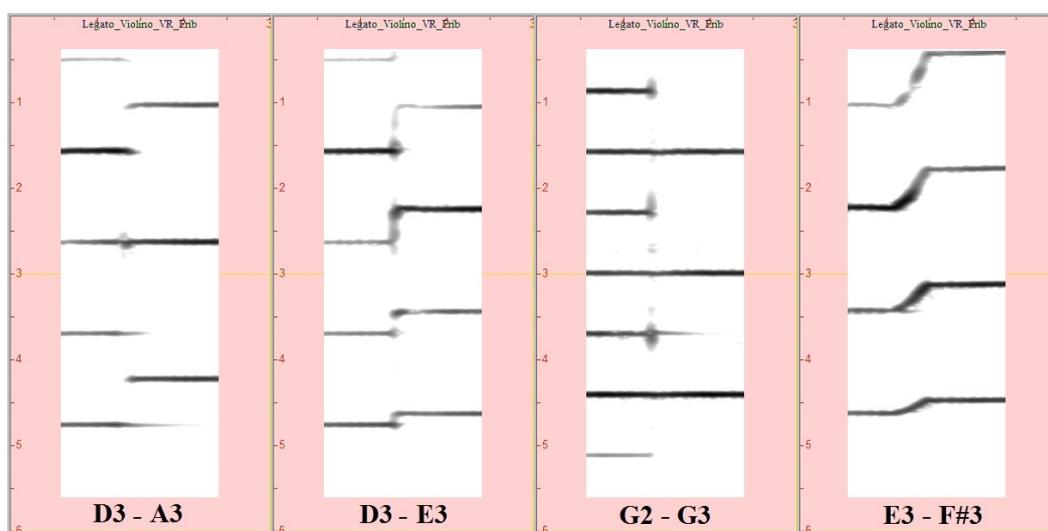


Fig. 3- Espectrograma dos segmentos de transição nas formas de legato no violino. (Áudio 2). Da esquerda par a direita: 1) legato por sobreposição de sons; 2) e 3), legato por substituição imediata; 4), legato por condução.

⁸ O termo italiano portato possui diferentes compreensões para instrumentistas de cordas e sopros. Para um violinista o termo define a ação de deslizar o dedo até a nota seguinte; enquanto um flautista compreende como um tipo de articulação em que as notas devem ser estendidas em sua máxima duração (RÓNAI, 2008).

⁹ James Galway, The Concerto Collection, RCA, 60450, 1999.

1.1.5 Legato por variação de tensão

O legato por Variação de Tensão está diretamente relacionado à alteração da tensão de um objeto vibratório. A voz produz sons ligados através da variação da posição e da tensão das pregas vocais por um conjunto de músculos intrínsecos – *cricoaritenoideu*, *interaritenoideu* e *tireoaritenoideu* (HENRIQUE, 2002). O legato da voz entre intervalos diversos soa como um portamento ligeiro em que uma nota desliza rapidamente em direção à outra nota com altura diferente.

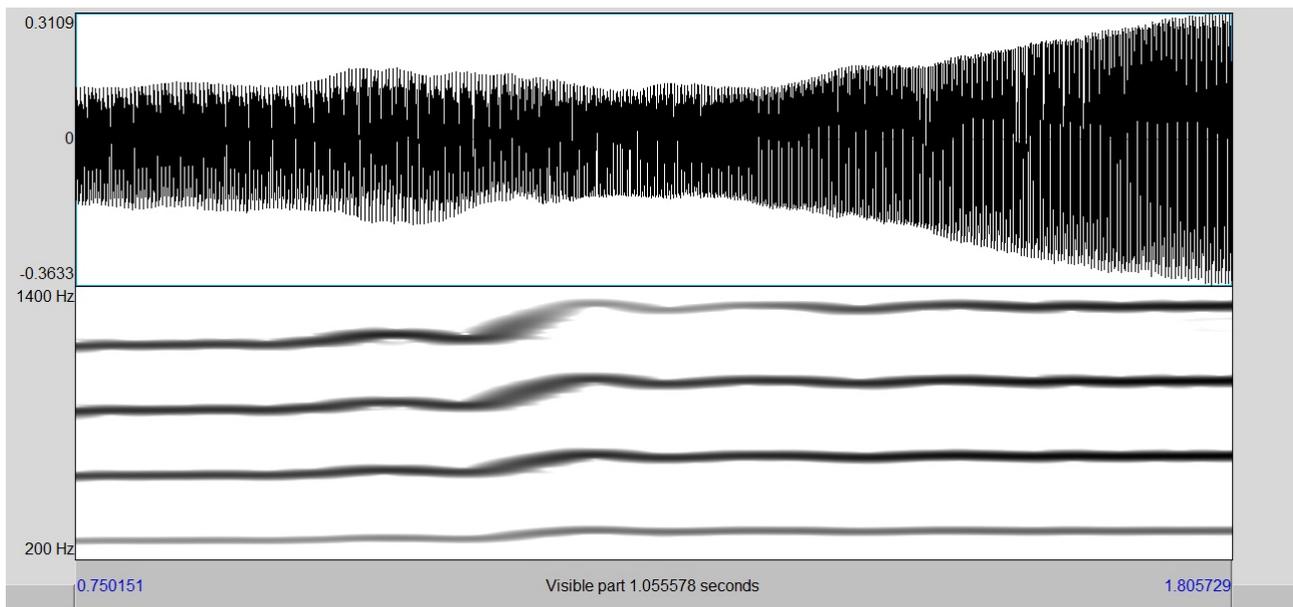


Fig. 4- Legato por Variação de Tensão. (Áudio 3). Intervalo de D3-E3 de voz feminina.

A harpa é um instrumento capaz de realizar esta forma de sons ligados através do mecanismo de ação dos pedais que modifica a tensão das cordas. Entretanto isto também representa uma exceção no que se considera legato na harpa, pois o principal meio que a harpa utiliza para ligar as notas é através da natural Sobreposição de Sons.

1.1.6 O Legato híbrido dos metais

Nos aerofones (metais), todas as formas de legato são por Variação de Tensão, pois para cada modificação de nota haverá uma modificação na tensão labial uma vez que o processo sonoro do instrumento depende diretamente da vibração labial para se produzir sons (HENRIQUE, 2002), mas também depende de sistemas acústicos para se definir as frequências além da combinação entre pressão e velocidade do ar. Por isso haverá sempre uma ação combinada no processo sonoro musical desses instrumentos. O sistema acústico de câmbio dos tubos nesses instrumentos se realiza através de válvulas cujo acionamento altera a dimensão do tubo acústico (Substituição Imediata + Variação de

Tensão labial). No caso do trombone de vara, a combinação da Variação de Tensão labial será com a Condução da vara.

A maneira usual de se fazer sons ligados no trombone demanda o uso da língua, principalmente quando a vara é conduzida para outra posição. Neste caso, a utilização da língua serve para impedir, ou diminuir, a sensação de *glissando* do som durante o intervalo. Na figura a seguir estão representadas algumas formas de legato possíveis no trombone.

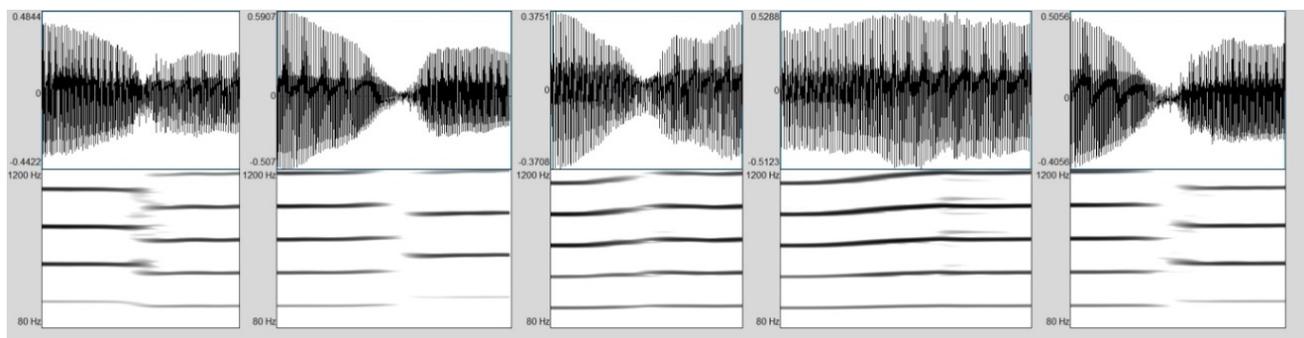


Fig. 5- Cinco formas de legato no trombone. (Áudio 4). Da esquerda para a direita: 1) Intervalo C#3-B2 com acionamento da válvula (Substituição Imediata); 2) Intervalo B2-D#3 numa mesma posição (Variação de Tensão labial); 3) Intervalo Bb2-B2 com movimento de vara e uso da língua (Condução com uso da língua); 4) Intervalo de Bb2-B2 com movimento da vara e sem língua (legato por Condução, *glissando*); 5) Intervalo de 2M ascendente (B2-C#3) com ações contrárias; intervalo ascendente com movimento descendente da vara e uso de língua (legato por Condução com Variação de Tensão labial com uso da língua).

1.1.7 Legato por Saturação Harmônica

Embora nos instrumentos de sopro da família dos metais, a variação de pressão e velocidade do ar seja combinada com a ação de vibração labial, na flauta ocorre que a variação da pressão e velocidade do ar, por si própria, seja um fator de alteração da frequência do som (MATHER, 2011). A forma de se obter um bom legato para o intervalo de 8J na flauta quando realizada numa mesma posição (sem alteração do tubo acústico) consiste em exercer no sopro um progressivo aumento na pressão e velocidade do ar ao forçar o timbre do som até que o primeiro harmônico tome o lugar da fundamental. Na prática acontece uma saturação no timbre até que o primeiro harmônico (8J) passe a soar como fundamental.

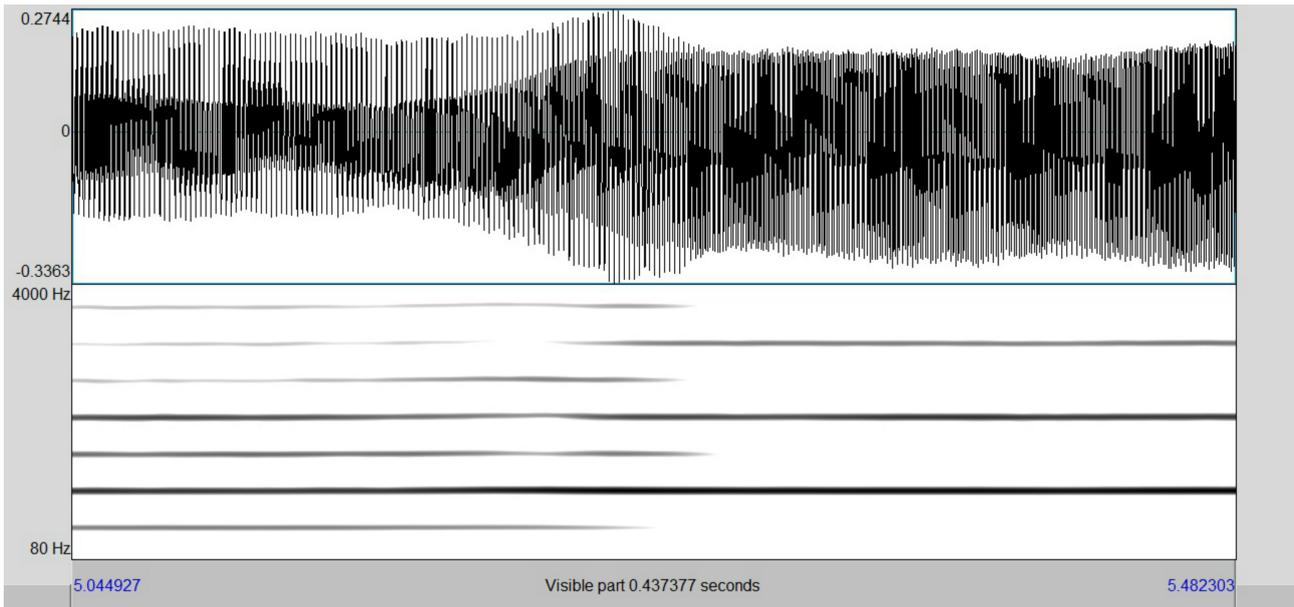


Fig. 6 - Legato por saturação harmônica na flauta (Áudio 5). Intervalo C4-C5

Esta é a melhor e mais fluente forma de legato apresentada pela flauta. Uma forma de legato tão fluente quanto esta só será possível observar nas oitavas justas por Substituição Imediata dos instrumentos de cordas, desde que executada na mesma corda.

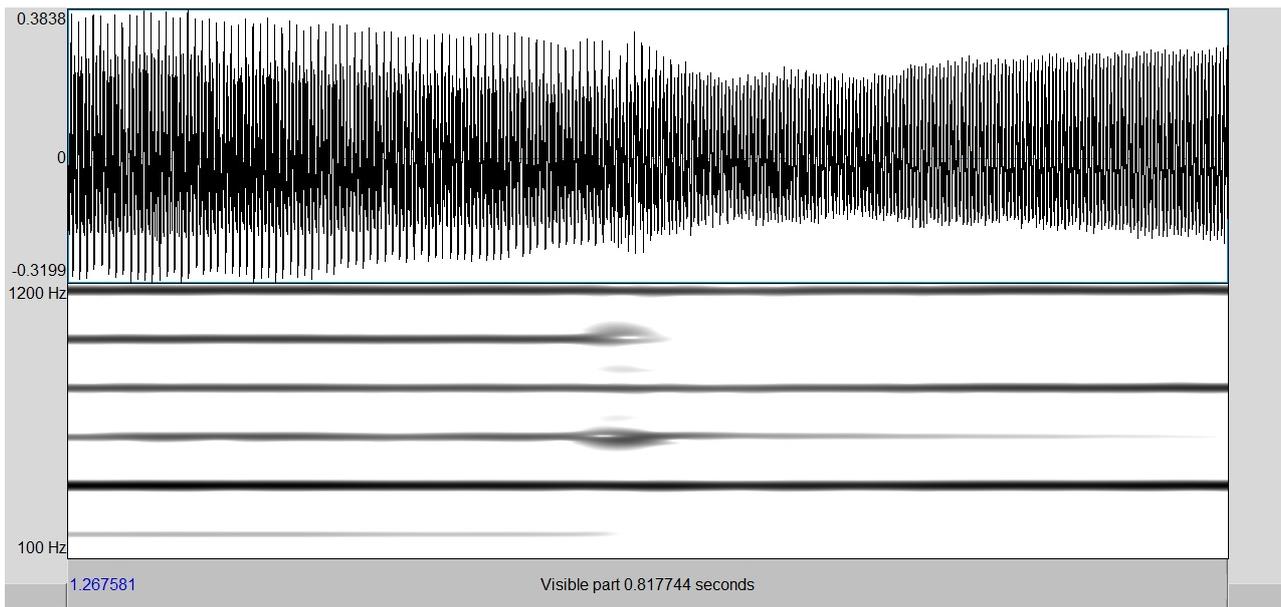


Fig. 7 - Legato por Substituição Imediata no violino. (Áudio 6). Intervalo de 8J (G2-G3) realizada na corda G do violino.

1.2 PROCESSO DE CÂMBIO DOS TUBOS ACÚSTICOS

A flauta moderna é constituída de um único tubo cilíndrico totalmente aberto de um lado e parcialmente aberto do outro que se comporta como um instrumento aberto dos dois lados (ARTAUD, 1991); e com vários orifícios que se abrem e fecham de forma rápida através do

acionamento de um engenhoso e complexo sistema mecânico elaborado por Theobald Böhm¹⁰ (MATAS, 1980). Este sistema consiste de pequenos pratos fixados num eixo, forrados com sapatilhas niveladas e compactadas que permite uma abrupta vedação do orifício lateral do corpo da flauta, alterando instantaneamente o comprimento do tubo, aumentando-o ou diminuindo. Com isto se obtém toda a extensão melódica das três oitavas (B2-D6).

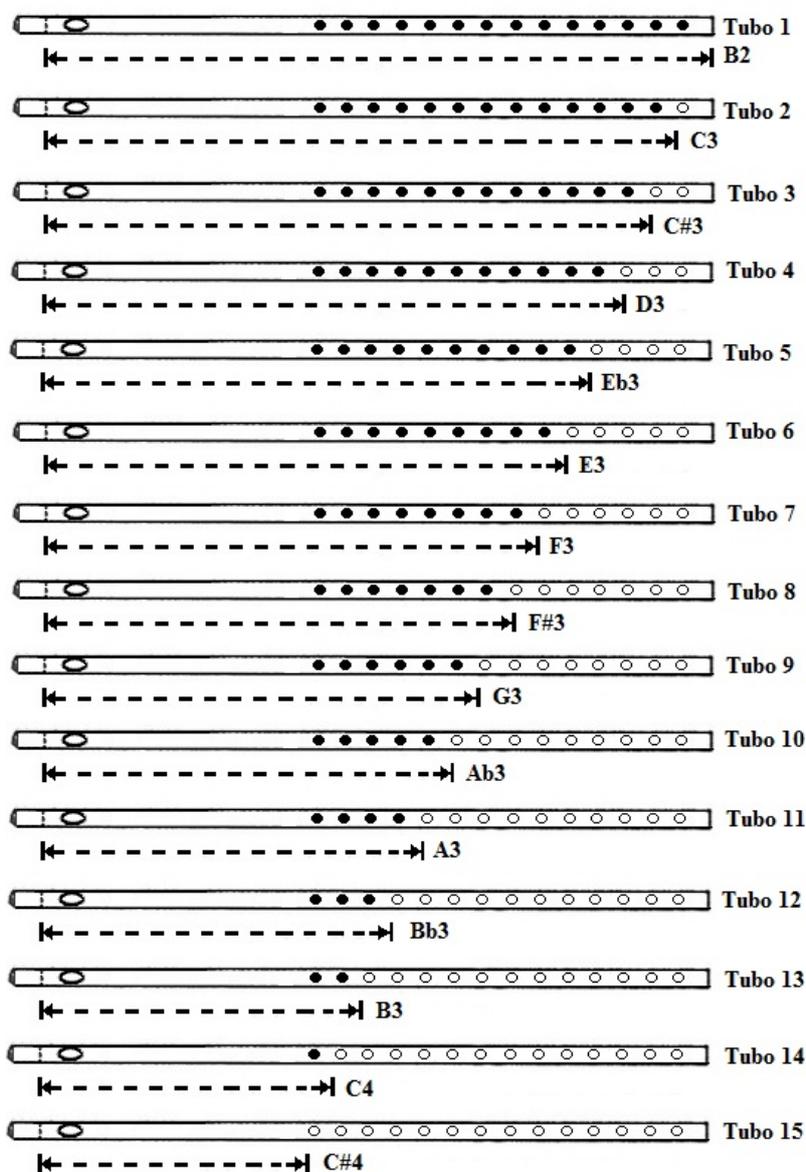


Fig. 8- Tubos primários da flauta transversa moderna e suas quinze respectivas fundamentais. Adaptado de Piffer (2011: 60).

¹⁰ Böhm nasceu e morreu em Munique (1794-1881) (MATAS, 1980). Trabalhou na elaboração de um engenhoso sistema mecânico para a flauta transversa com a colaboração de William Gordon, Nolan, Johann Georg Tromlitz e Mendler, o empregado que o sucedeu em seu ateliê em Munique (ARTAUD, 1991: 29). Willian Gordon era um construtor suíço de instrumentos musicais que introduziu vários aperfeiçoamentos no mecanismo da flauta mesmo antes de Böhm (MATAS, 1980). Desde 1883, trabalhou por vários meses em Munique em parceria com Böhm. Alguns anos mais tarde Gordon adoeceu, e no momento da apresentação oficial da flauta Böhm, a senhora Gordon se ofendeu por Böhm não mencionar o nome de seu marido. Entre Böhm e Gordon se estabeleceu uma violenta controvérsia (ARTAUD, 1991: 28-9).

Naturalmente, cada um dos tubos acústicos é capaz de produzir uma série de sons parciais característicos de cada fundamental, múltiplos matemáticos da divisão fracionária do tubo de acordo com as leis da ressonância para tubos com sistema aberto/aberto. Ex: Tubo 2 (C3) – C3, C4, G4, C5, E5, G5, Bb5... Desta forma, há notas com frequências bem próximas produzidas por tubos acústicos diferentes – a nota C5, por exemplo, pode ser produzido no Tubo 2 (C3, 3º parcial), no Tubo 7 (F3, 2º parcial) e no tubo 14 (C4, 1º parcial) com pequenas diferenças na frequência, mas que são perceptivamente identificadas como C5 – permitindo uma série de recursos para uma boa execução.

The image displays 15 musical staves, each representing a different acoustic tube of a flute. Each staff is numbered from 1 to 15 in a black box. The notes are written in treble clef. Staff 1 shows the fundamental C3 and its harmonics C4, G4, C5, E5, G5, and Bb5. Staff 2 shows the fundamental C4 and its harmonics C5, E5, G5, Bb5, and C6. Staff 3 shows the fundamental C5 and its harmonics C6, E6, G6, and Ab6. Staff 4 shows the fundamental C6 and its harmonics C7, E7, G7, and Ab7. Staff 5 shows the fundamental C7 and its harmonics C8, E8, G8, and Ab8. Staff 6 shows the fundamental C8 and its harmonics C9, E9, G9, and Ab9. Staff 7 shows the fundamental C9 and its harmonics C10, E10, G10, and Ab10. Staff 8 shows the fundamental C10 and its harmonics C11, E11, G11, and Ab11. Staff 9 shows the fundamental C11 and its harmonics C12, E12, G12, and Ab12. Staff 10 shows the fundamental C12 and its harmonics C13, E13, G13, and Ab13. Staff 11 shows the fundamental C13 and its harmonics C14, E14, G14, and Ab14. Staff 12 shows the fundamental C14 and its harmonics C15, E15, G15, and Ab15. Staff 13 shows the fundamental C15 and its harmonics C16, E16, G16, and Ab16. Staff 14 shows the fundamental C16 and its harmonics C17, E17, G17, and Ab17. Staff 15 shows the fundamental C17 and its harmonics C18, E18, G18, and Ab18.

Ex. 2- Quinze sons fundamentais da flauta, produzidos em cada um dos tubos primários da flauta transversa, com seus principais sons harmônicos (TEIXEIRA, 1998).

Além destes quinze tubos acústicos primários, produzidos pela abertura ou fechamento de orifícios no tubo principal, há vários outros tubos acústicos criados a partir da diminuição dos tubos primários. A abertura da chave ‘C4’ (dedo indicador esquerdo) no tubo 4 (D3), por exemplo, resulta num tubo de comprimento menor do que o tubo original (D3); o que conseqüentemente produzirá uma fundamental mais aguda (HENRIQUE, 2002).

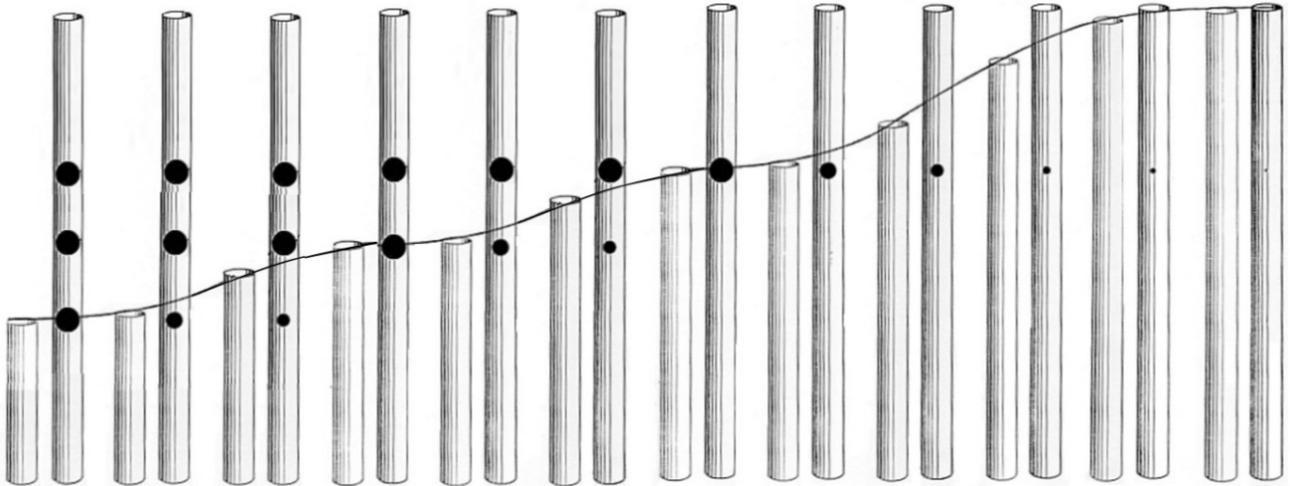


Fig. 9 - Tubos acústicos da flauta. O diâmetro da abertura de um orifício é inversamente proporcional ao comprimento do tubo (HENRIQUE, 2002). Adaptado de Henrique (2002: 534).

Assim, novos tubos são agregados aos quinze tubos primários. Esses novos tubos produzem fundamentais cada vez mais agudas, uma característica proporcional à diminuição do comprimento do tubo. Desta forma, têm-se:

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| • Tubo 16 – D4 | • Tubo 21 – F5 | • Tubo 26 – Bb5 |
| • Tubo 17 – Eb4 | • Tubo 22 – F#5 | • Tubo 27 – B5 |
| • Tubo 18 – D5 | • Tubo 23 – G5 | • Tubo 28 – C6 |
| • Tubo 19 – Eb5 | • Tubo 24 – Ab5 | • Tubo 29 – C#6 |
| • Tubo 20 – E5 | • Tubo 25 – A5 | • Tubo 30 – D6 |

A abrupta alteração dos tubos causada pelo fechamento e abertura dos orifícios durante as mudanças na digitação poderá ser responsável por alguns dos fenômenos ocorrentes na transição das notas na flauta como a frequente variação de energia no ato da transição, que configura a forma com que se dá a maioria das transições entre notas ligadas na flauta (TEIXEIRA, 2014). Entretanto, há outros importantes fatores interferentes neste período transitente.

1.3 INTERFERÊNCIA DE ONDAS

Juan Roederer procura definir o significado físico no processo de ‘superposição de sons’:

O tímpano move-se para dentro e para fora segundo as variações de pressão do ar no canal auditivo. Se ele for posto a oscilar num movimento harmônico puro de amplitude e frequências definidas, ouviremos um som puro com intensidade e altura definidas. Mas, se fizermos soar juntos dois sons com características diferentes, [...] o tímpano reage como se estivesse executando simultaneamente dois comandos independentes, um para cada som puro. O movimento resultante é a soma dos movimentos individuais que ocorreriam se cada som puro soasse sozinho, na ausência do outro. Não só o tímpano se comporta dessa forma, mas também o meio e todos os outros componentes vibrantes [...] Esse efeito é chamado de superposição linear de duas vibrações. A superposição linear de duas vibrações é um termo

técnico que significa “coexistência pacífica”: uma vibração componente não interfere nos negócios da outra, e a superposição resultante simplesmente segue o que dita cada componente simultaneamente (ROEDERER, 2002: 53-4).

Assim, a superposição dos sons, neste caso específico, não se trata de uma questão do sistema da fonte de som, mas dos sistemas transmissor e receptor; o ambiente e a audição.

O som da flauta que se escuta num ambiente fechado – num campo reverberante – não é o mesmo que a flauta realiza diretamente. A sobreposição de ondas no ambiente deforma significativamente o modo com que se dá a transição dos sons na flauta além de afetar a maneira pela qual o som é percebido (HENRIQUE, 2002). Mas, ainda segundo Juan Roederer:

A música polifônica consiste em superposição de sons complexos. Mesmo que uma única melodia esteja sendo executada em música monofônica, o que atinge nossos ouvidos é uma superposição de sons reverberantes, levando à superposição de sons complexos. O estudo psicofísico dos efeitos das superposições de sons complexos está ainda muito incompleto. Isso se aplica particularmente à compreensão de como o cérebro é capaz de decifrar a “confusão” de frequências pertencente a sons complexos diferentes soando simultaneamente, de modo a manter separadas as sensações desses sons (ROEDERER, 2002: 235-6).

Através de uma análise das parciais harmônicas presentes no período de transição do intervalo ligado C4-B3, observou-se a presença das duas diferentes séries harmônicas, relativas às duas notas, presentes simultaneamente no momento da transição. Foi verificado que durante todo o período de transição há uma coexistência das parciais harmônicas, tanto de B3 quanto de C4 numa superposição dos sons; sendo que: no início do decaimento da transição, a série de C4 se apresenta bastante intensa enquanto as parciais de B3 aparecem apenas como uma sombra. A série de C4 decai progressivamente, mas é mais intensa até o NPS (Nível de Pressão Sonora) mais baixo da transição. A partir deste ponto – ponto de equilíbrio da transição, onde ambas as séries soam com a mesma intensidade (ver Figura 10) – observou-se uma inversão no domínio da fundamental; onde há a percepção de mudança de nota. Em todo o segmento transitório, as frequências características de C4 sofrem um decréscimo em sua intensidade até se dissipar e ser completamente encoberta pelas parciais harmônicas de B3 no fim da transição. Enfim, o período de transição é uma inversão no domínio das séries envolvidas no intervalo. Enquanto o som da primeira nota diminui progressivamente, do início do decaimento ao fim da transição, o som da segunda nota surge no princípio do decaimento até seu domínio completo, no fim da transição.

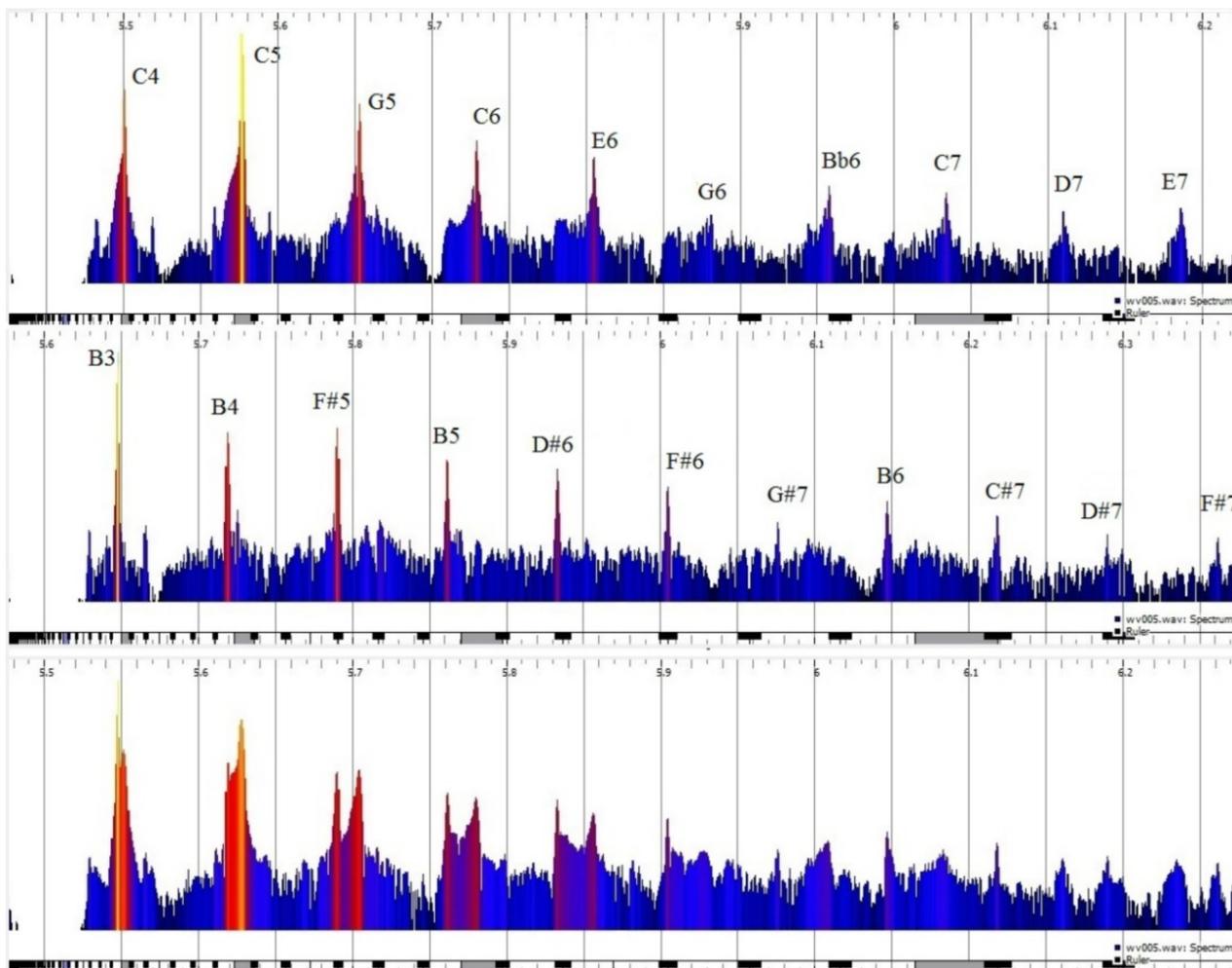


Fig. 10- Séries harmônicas do intervalo ligado de 2m (C4-B3) no momento de menor NPS (Nível de pressão Sonora) da transição. O quadro superior apresenta as parciais harmônicas da nota C4. No centro, a série harmônica da nota B3; embaixo, parciais harmônicas presentes simultaneamente. Programa *SONIC VISUALISER*¹¹. (Áudio 7).

Desta forma, com a sequência de eventos observados na transição dos intervalos ligados, a queda no NPS que se manifesta durante o período transiente no legato é resultado de uma interferência causada pelo choque das séries das duas fundamentais soando simultaneamente por um breve período de tempo.

A percepção de mudança de notas ocorre no ponto mínimo de energia, onde ocorre a inversão de intensidades entre as parciais harmônicas das notas do intervalo e a consequente percepção de mudança de altura. (Ver Figura 11). Este processo que ocorre no período transiente caracteriza a própria passagem de uma para outra nota, o próprio ponto de ligação.

¹¹ SONIC VISUALISER é um programa para exploração, observação e análise de dados de som desenvolvido por Chris CANAAN pela Queen Mary University of London, disponível para download gratuito em: <<http://www.sonicvisualiser.org/>> (CANAAN, [s.d.]).

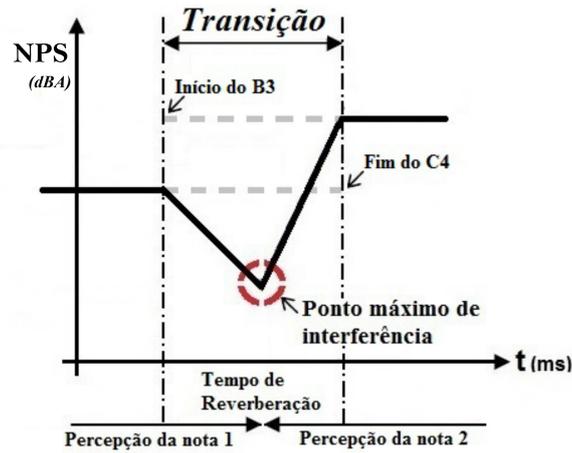


Fig. 11- A diminuição do NPS (Nível de Pressão Sonora) durante a fase de transição do som está relacionada diretamente ao tempo que as notas soam concomitantemente, provocando entre si uma interferência destrutiva na forma de onda durante a transição do intervalo. Gráfico adaptado do estudo de Maestre e Gómez (2005). Fonte: Elaboração do Autor, 2016.

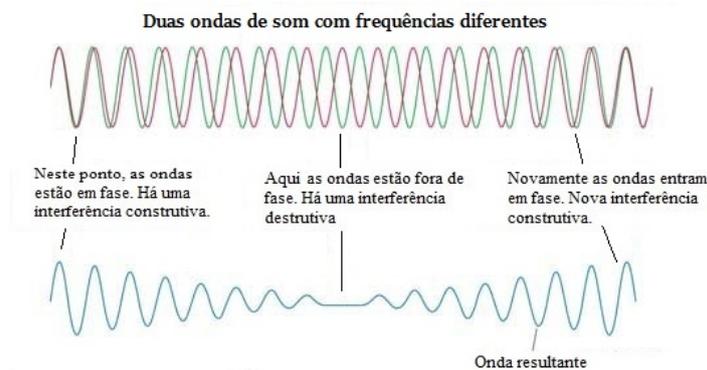


Fig. 12 - Interferência no sinal provocado pela diferença entre duas frequências superpostas. Fonte: Adaptado de CELEBREZZE.

Embora o exemplo descreva duas ondas de som puro e senoidal, a flauta, principalmente no registro agudo, segundo Roederer (2002), é o instrumento que mais se aproxima deste modelo.

Um dos postos-chave da pesquisa desenvolvida no Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Bahia foi a investigação de elementos e/ou fenômenos acústicos que atuam ou ocorram no momento da transição entre as notas, os quais influenciam a sensível percepção de fluxo do som. Desde o princípio se buscou definir tais elementos, sendo que um dos principais pontos identificados foi essa severa diminuição do NPS no momento do ponto de ligação entre as notas.

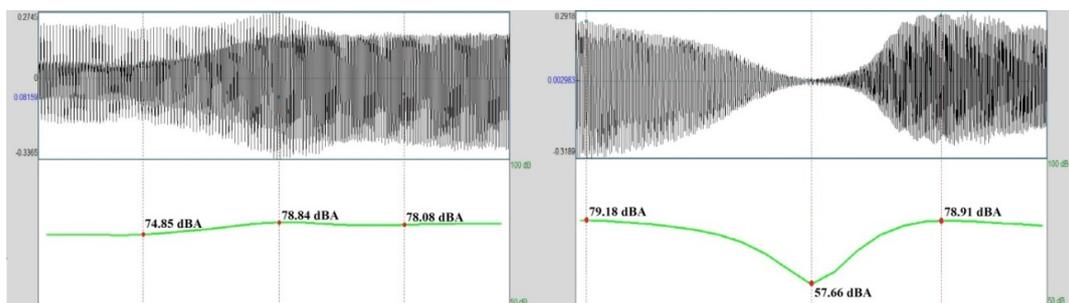


Fig. 13- No quadro da esquerda, intervalo (C4–C5) numa configuração construtiva; à direita, uma interferência destrutiva na transição do intervalo (C5–G5). Os dois intervalos foram produzidos no tubo 14 (C4). (Áudio 8).

Em todas as gravações realizadas, tanto para estudo quanto na coleta de dados, não se obteve nenhum legato com configuração construtiva além do intervalo de 8J de mesmo tubo. Deste modo, têm-se como certo a afirmação que o legato dos intervalos de 8J, quando realizados num mesmo tubo, é o intervalo que mais evidencia a sensação de fluxo; e isto ocorre por apresentar poucos elementos interferentes no estágio transiente da articulação. Quando há uma sobreposição de sons complexos, vários efeitos podem ocorrer devido ao choque das componentes harmônicas: “Quando dois sons complexos de alturas diferentes são superpostos, uma das situações seguintes pode ocorrer: a frequência fundamental do som mais agudo é igual a um dos harmônicos do som mais grave, ou não.” (ROEDERER, 2002: 326).

Deste modo a transição do intervalo soarás mais fluida, ou não; dependendo da intensidade da interferência causada pela sobreposição de frequências.

Assim, de acordo com o observado e exposto na Figura 10, considera-se autêntica a hipótese sobre a interferência de ondas ser uma das causas da severa oscilação do NPS no momento da transição de notas ligadas e que se faz presente em praticamente todo intervalo ligado; e isto independe da estabilidade com que o flautista mantém sua coluna de ar. Todavia, como a sobreposição de ondas não é o único evento que ocorre neste instante, esta flutuação de intensidade que compromete a qualidade perceptiva entre sons ligados pode estar ligado também ao câmbio dos tubos acústicos. E neste ponto se tornou indispensável uma coleta de dados numa Câmara Anecoica.

2 O LEGATO PURO DA FLAUTA

O ambiente exerce uma forte interferência no som e, conseqüentemente, em sua apreensão. Assim, tornou-se imperativo conhecer o som real da flauta e a forma com que o instrumento realiza o legato. Para tanto, alguns sons apresentados nesta seção foram gravados numa Câmara Anecoica a fim de obter o som direto da flauta sem nenhuma interferência de sons reflexivos do ambiente.

Como todos os aerofones que produzem diversos comprimentos de tubos acústicos num corpo uni-tubular, a flauta altera suas notas através de saltos dos tubos acústicos quando da abertura ou fechamento das chaves. Com isto, independente de fatores externos como a reverberação do som, a flauta possui apenas duas possibilidades de realizar sons ligados: o legato entre notas de um único tubo acústico e o legato de intervalos entre tubos acústicos distintos.

Foi observada uma diferença de comportamento na forma do sinal de som entre notas que envolvem a transição para um tubo acústico de maior dimensão e da transição para um tubo de menor dimensão. Esta diferença se deve exclusivamente ao processo de câmbio dos tubos acústicos.

2.1 LEGATO NUM MESMO TUBO

Por meio do senso comum, sem que necessite de experimentação, qualquer flautista admitirá que os intervalos de 8J realizados com uma mesma digitação na flauta é o melhor legato produzido pelo instrumento por gerar um bom fluxo na emenda sonora, o que é facilmente observável. Mas este bom fluxo, com transição suave, não se repete em outros intervalos no mesmo tubo acústico.

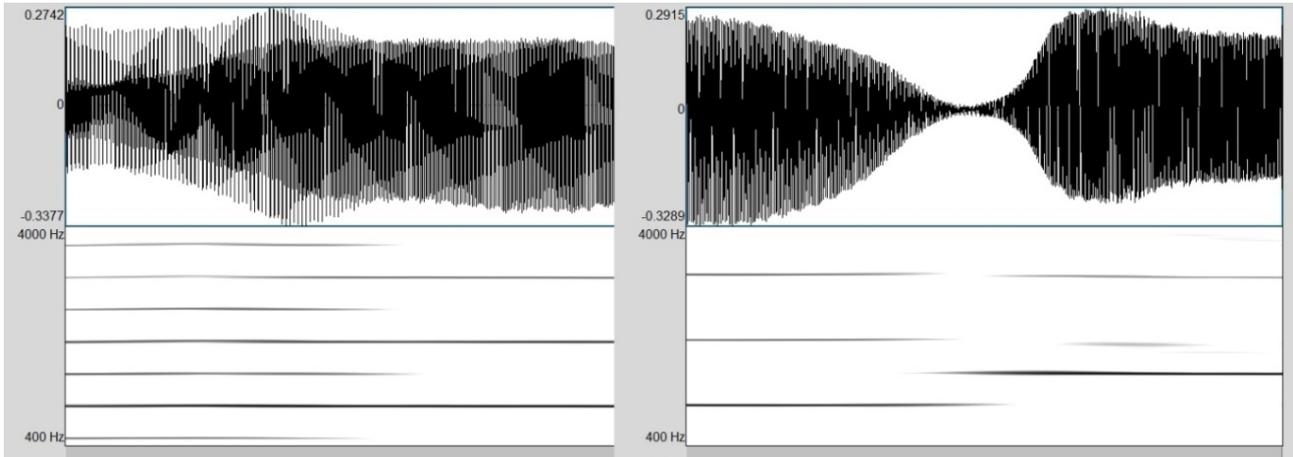


Fig. 14 - Intervalos realizados no Tubo 14. (Áudio 8). Intervalo de C4-C5 e C5-G5 no tubo 14. A configuração construtiva na transição é uma peculiaridade do intervalo de 8J. Gravação realizada na cabine de audiologia da Faculdade de Fonoaudiologia da UFBA.

Os mesmos intervalos na Câmara anecoica apresentaram uma configuração bastante diferente.

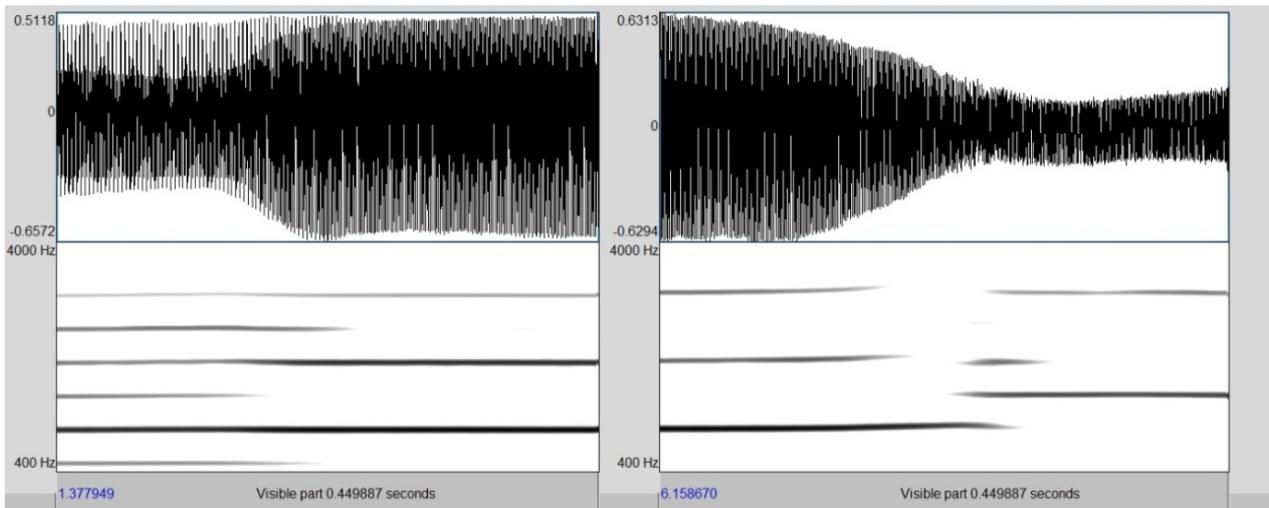


Fig. 15- Intervalos realizados no Tubo 14. (Áudio 9). Intervalo de C4-C5 e C5-G5 no tubo 14. Gravação na Câmara Anecoica do Inmetro.

A sensação de bom fluxo, ou mal fluxo, em intervalos realizados num tubo acústico único está diretamente associada à soma das frequências parciais envolvidas no intervalo; a transição do intervalo soará mais fluida, ou não; dependendo da intensidade da interferência causada pela sobreposição de frequências (ROEDERER, 2002).

A percepção de fluência do intervalo de 8J realizado num mesmo tubo se dá exatamente pela interseção harmônica das frequências comuns das séries das notas envolvidas no intervalo. Por esta razão é que este intervalo é o único a apresentar uma interferência construtiva em oposição a todos os demais intervalos cujas transições são sempre marcadas pela diminuição do NPS causado por alguma interferência ou instabilidade harmônica no momento da transição.

2.2 LEGATO ENTRE TUBOS DISTINTOS

A transição entre notas ligadas por tubos acústicos com dimensões diferentes se comporta com algumas características distintas de acordo com o modo como se processa o câmbio dos tubos; se através de um rompimento imediato do tubo – quando se diminui a extensão do tubo ao abrir um orifício da flauta –; ou pela brusca expansão do tubo acústico – quando, a dimensão do tubo salta para um tubo de maior extensão com o fechamento de um ou mais orifícios da flauta.

A transição de um som de um tubo de dimensão ‘x’ para um tubo menor com dimensão ‘y’ ocorre pelo processo de abertura de um orifício no corpo da flauta que promove o rompimento do tubo acústico ‘x’ modificando imediatamente sua dimensão acústica para um tubo ‘y’ com dimensão acústica inferior ao tubo anterior. Na inversão do processo, de um tubo menor com dimensão ‘y’ para um com dimensão acústica superior ‘x’, não ocorre este rompimento imediato, mas o processo de fechamento do orifício no corpo da flauta provoca um salto que altera a forma como que se processa a transição. Enfim, no câmbio entre tubos acústicos ocorre um salto que se comporta acusticamente diferente quando da transição para um tubo superior ou, para um tubo dimensionalmente inferior.

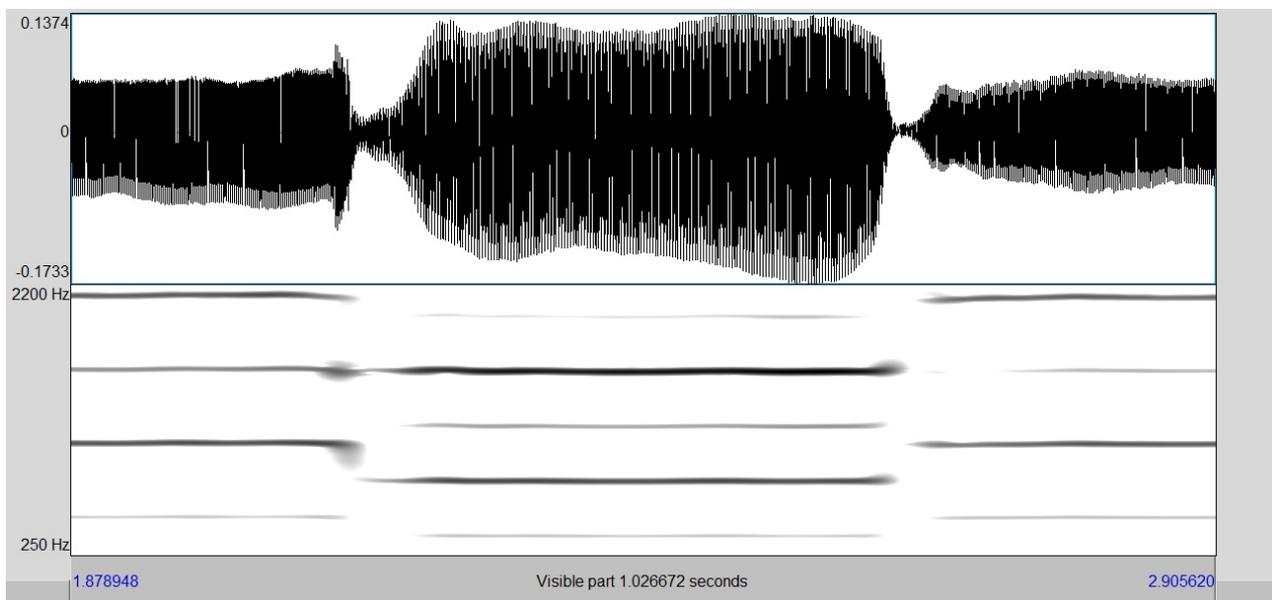


Fig. 16- Transição entre os Tubos 14-9-14. (Áudio 10). Intervalo C4-G3-C4. Gravação na Câmara Anecoica do Inmetro.

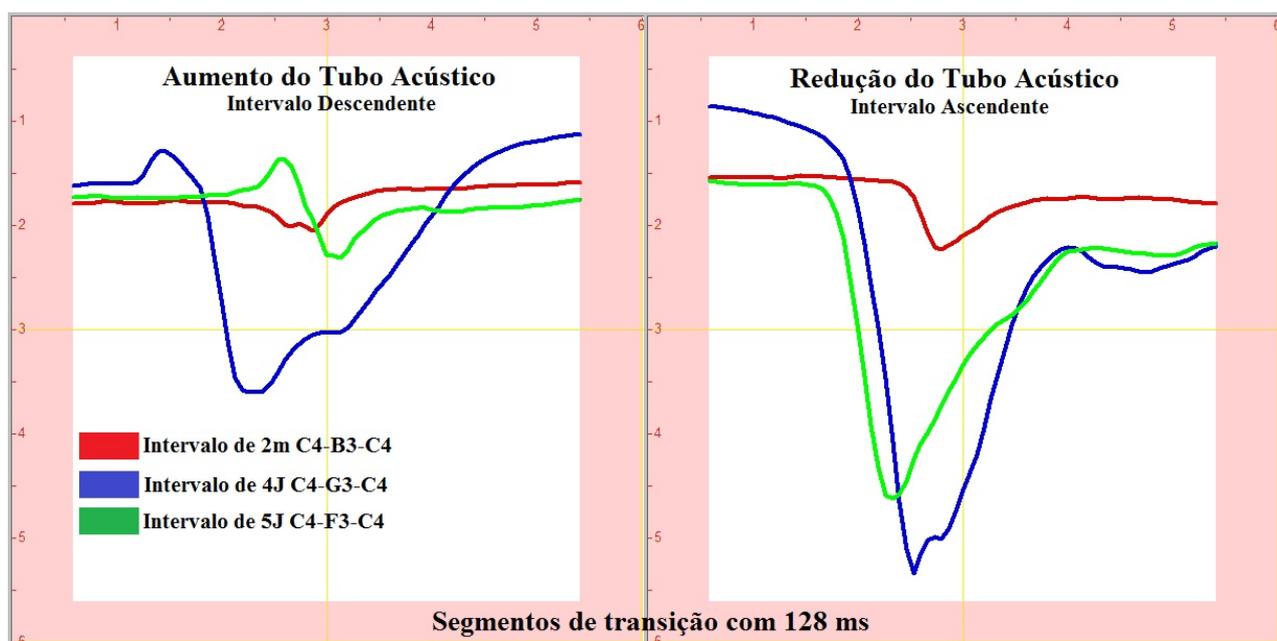


Fig. 17- Segmentos com aumento e redução do tubo acústico. (Áudio 11). Gravação na Câmara Anecoica do Inmetro.

3 CONCLUSÃO

A melhor classificação para o legato na flauta entre notas de tubos acústicos diferentes seria o legato por substituição imediata. Porém, diferente dos instrumentos de cordas que produzem esta forma de legato através do amortecimento do movimento vibratório pela ação do dedo, que também define o limite da extensão da corda; na flauta, no momento em que se abre ou fecha um orifício ocorre um salto na dimensão do tubo acústico com o imediato redimensionamento de um novo tubo com características acústicas diferenciadas, o que ocasiona um *ab-rupto* desequilíbrio dinâmico na forma do sinal.

O sistema transmissor das ondas, o ambiente, se encarrega de sobrepor as notas por um breve período de tempo; tempo suficiente para se perceber um legato pela Sobreposição de Sons. Deste modo, o legato por Substituição Imediata na flauta se torna perceptivamente semelhante ao legato por Sobreposição de Sons nos cordofones. Porém, o tempo em que as notas permanecem soando simultaneamente dependerá inteiramente da qualidade do ambiente de execução. Assim, a qualidade do legato ou a percepção de fluxo entre as notas, dependerá do meio para que o ouvido admita uma sensação de fluidez que a flauta naturalmente é incapaz de produzir.

A natural substituição dos tubos na flauta não produz por si mesma uma boa sensação de sons ligados, como observado a seguir:

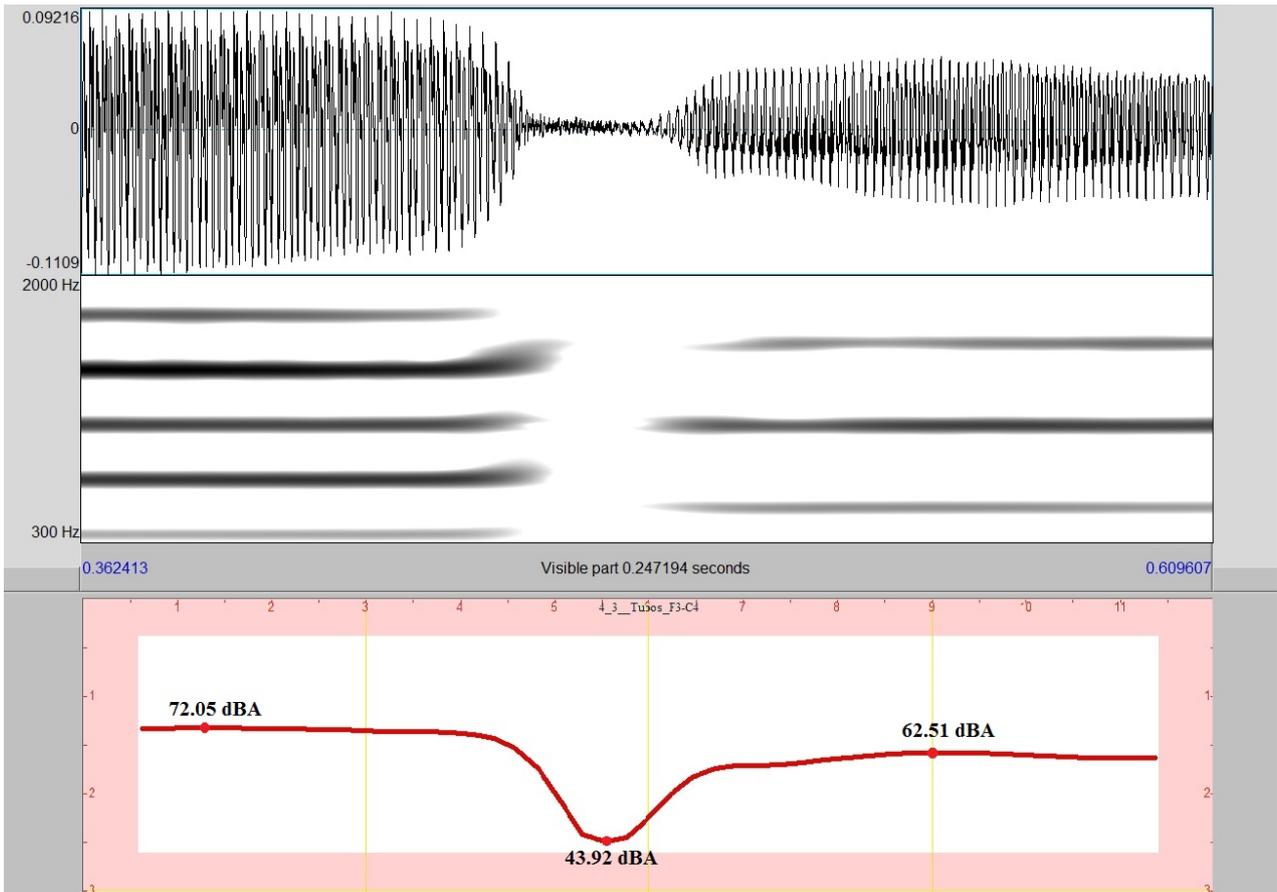


Fig. 18- Intervalo ligado das notas F3 - C4. (Áudio 12). Alteração de tubos acústicos (tubo 7- tubo 14); gravado na Câmara Anecoica do Inmetro.

A falha no sinal, bem como a expressiva queda na intensidade do som, não pode ser atribuída a nenhuma interferência causada pela sobreposição de ondas, uma vez que a reflexão do som na Câmara Anecoica é nula. Portanto, esta separação entre as notas é relativa à alteração do tubo acústico, no momento em que o Tubo 7 se rompe para formar o Tubo 14.

A variação no NPS na passagem em legato corresponde à extinção do som num tubo que se desfaz e o surgimento de outro som num tubo recém-formado. Este processo de rompimento – *abrupto* – e formação de um novo tubo acústico é mais intenso nos intervalos que relacionam tubos com maiores diferenças de comprimento acústico do que em intervalos entre tubos mais próximos. Desta forma, o legato entre tubos adjacentes possui uma configuração menos abrupta:

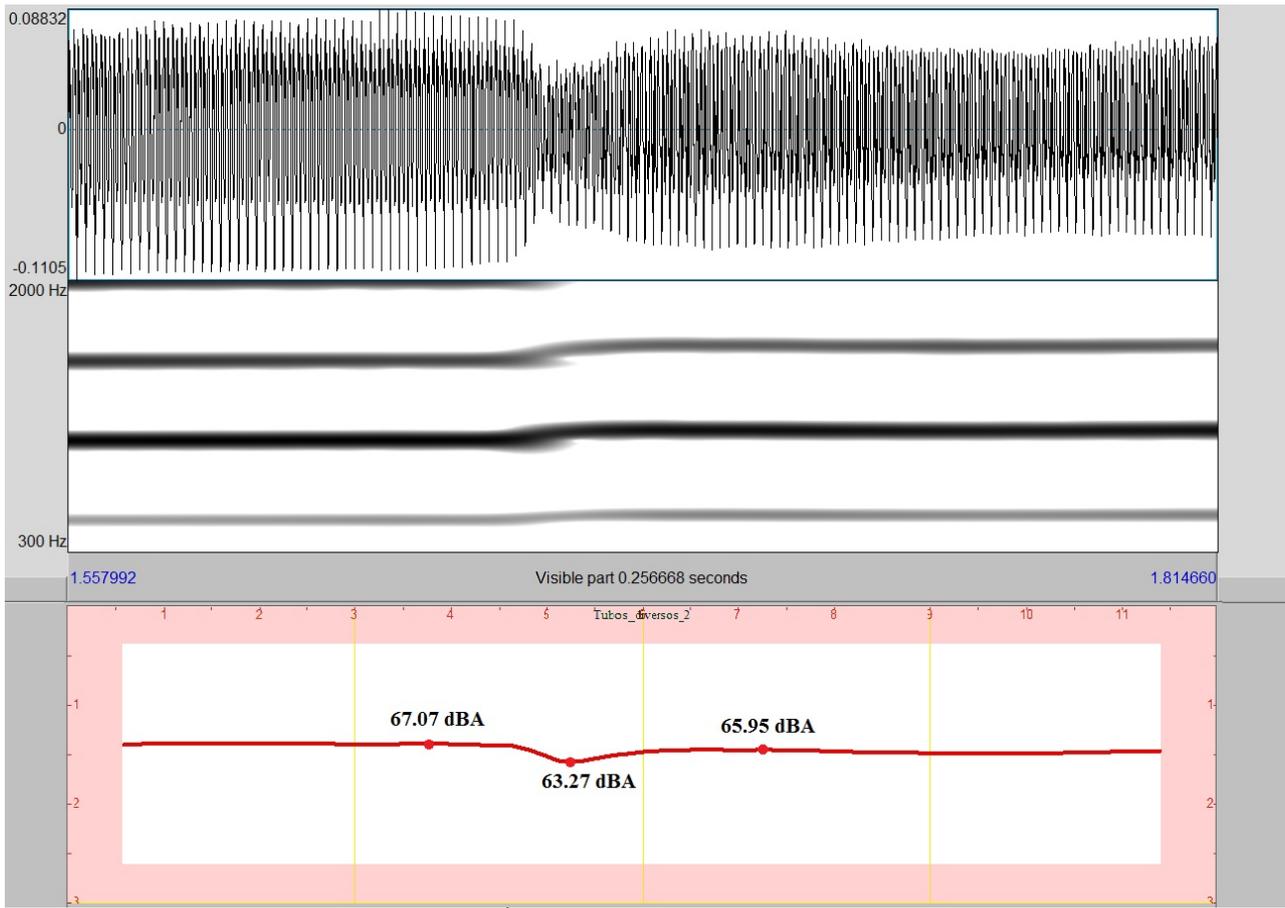


Fig. 19- Intervalo ligado das notas B3 - C4. (Áudio 13). Alteração de tubos acústicos (tubo 13-14); gravado na Câmara Anecoica do Inmetro.

A análise dos arquivos obtidos na Câmara Anecoica do Inmetro trouxe uma observação importante concernente à transição dos sons: o câmbio dos tubos acústicos na flauta é o principal fator de variação do NPS do legato, contrariando a concepção de que a flutuação na intensidade sonora na transição entre notas ligadas é um produto da interferência provocada pela reflexão do som no meio.

Embora, desde o princípio da pesquisa, o câmbio dos tubos acústicos suscitasse atenção e desconfiança pelos fenômenos observados nesta fase transitente, logo ficou evidente de que o ambiente reverberante exercia uma forte modificação na forma do sinal. Todavia, a lógica dos eventos observados resultou numa conclusão enganosa de que toda variação do NPS nas transições entre notas ligadas na flauta seria proveniente de uma interferência destrutiva causada pela sobreposição dos sons num ambiente reverberante. Tal sofisma ofuscou por algum tempo a investigação de outros fatores que também poderiam atuar ou interferir neste momento preciso, e esta invisibilidade perdurou até a gravação na Câmara Anecoica do Inmetro, por proporcionar a certeza de que o som captado provinha diretamente da fonte e, portanto, sem interferência do ambiente; o que em outros ambientes não acontecia.

A realidade física das transições nos intervalos realizados na flauta num ambiente de execução 'normal', como uma sala de concerto, envolve a relação dos fatores: câmbio dos tubos acústicos X

reflexão do som no ambiente. Todavia, sobre tais fatores incidem ainda a complexa psicofísica da audição além da qualidade do instrumento e nível de domínio técnico do intérprete, bem como seu gosto pessoal ao dosar o som de acordo com a resposta sonora produzida no ambiente. Assim, cada execução torna-se única, moldada de acordo com a percepção, habilidade e bom gosto.

AGRADECIMENTOS

A Zemar M. Defilippo Soares (Div. Acústica e Vibrações – DIAVI - Chefe do Lab. Eletroacústica – LAETA do INMETRO) pela cessão da Câmara Anecoica na coleta de dados; e ao Prof. Dr Leonardo Fuks (UFRJ) pelo acompanhamento e orientação da pesquisa em conjunto com o Prof. Lucas Robatto (UFBA). À pianista Sarah Higino; aos violinistas Oswaldo Velasco e Greice Barros; ao trombonista Thiago de Souza Gomes; e a soprano Patrícia Vieira de Oliveira.

REFERÊNCIAS

- ARTAUD, P.-Y. *La flauta*. Barcelona: Labor, 1991.
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. *Praat*. Amsterdam: University of Amsterdam, 2016. Disponível em: <www.praat.org>. Acesso em: 26 abr. 2016.
- BROWN, C. Articulation Marks. In: *The New Grove Dictionary*. New York: Oxford University Press, 2001.
- CANAAN, C. *Sonic Visualiser*. London: Queen Mary University of London, [s.d.]. Disponível em: <http://www.sonicvisualiser.org/>. Acesso em: 26 abr. 2016.
- CELEBREZZE, B. Superposition and Standing Waves. Disponível em: <http://whs.wsd.wednet.edu/faculty/busse/mathhomepage/busseclasses/apphysics/studyguides/APPhysics2012/Chapter16_2012/Chapter16_2012.html>. Acesso jan 2015.
- CHEW, G. Articulation and phrasing. In: *Grove Music Online*. New York: Oxford University Press, 2016. Disponível em: <<http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/40952>>. Acesso em: 26 abr. 2016.
- DONINGTON, R. Legato. In: *The New Grove Dictionary*. New York: Oxford University Press, 2001.
- HENRIQUE, L. L. *Acústica Musical*. Lisboa: Calouste Gulbenkian, 2002.
- HOUAISS, A. *Dicionário eletrônico Houaiss da língua portuguesa*. 3. ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.
- JOURDAIN, R. *Música, cérebro e êxtase: como a música captura nossa imaginação*. Rio de Janeiro: Objetiva, 1998.
- LOUREIRO, M. et al. Content analysis of note transitions in music performance. In: Sound and Music Computing Conference, 6., 2009, Porto. *Proceedings...* Porto: SMC, 2009. Disponível em: <<http://smc2009.smcnetwork.org>>. Acesso em: 26 abr. 2016.
- LOUREIRO, M. et al. O som entre as notas: representação das transições entre as notas em instrumentos monofônicos. In: Congresso da ANPPOM, 19., 2009, Curitiba. *Anais...* Goiânia: ANPPOM, 2009. Disponível em: <http://www.cpdee.ufmg.br/documentos/PublicacoesDefesas/917/ANPPOM2009_EulerTeixeira.pdf>.

f>. Acesso em: 26 abr. 2016.

MAESTRE, E.; GÓMEZ, E. Automatic Characterization of Dynamics and Articulation of Expressive Monophonic Recordings. In: Audio Engineering Society Convention, 118., 2005, Barcelona. *Proceedings...* Barcelona: Audio Engineering Society, 2005. Disponível em: <<http://www.mtg.upf.edu/node/404>>. Acesso em: 26 abr. 2016.

MATAS, F. R. *Diccionario biográfico de la música*. 3. ed. Barcelona: Iberia, 1980.

MATHER, R. *The art of playing the flute*. Iowa: Romney Press, 2011.

PIFFER, J. F. *Estudo Acústico de tubos de dimensões idênticas e materiais diferentes utilizando bocais de flauta doce e flauta transversal*. 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_5334_.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2016.

RIEMANN, H. *Dictionary of Music*. London: Augener, 1896.

ROEDERER, J. G. *Introdução à Física e Psicofísica da Música*. São Paulo: EDUSP, 2002.

RÓNAI, L. T. *Em busca de um mundo perdido: métodos de flauta do barroco ao século XX*. Rio de Janeiro: Topbooks, 2008.

TEIXEIRA, H. C. *O legado do verbo no império de Chrónos: estudo sobre a articulação do golpe duplo na flauta*. 1998. Dissertação (Mestrado em Música) – Escola de Música, Centro de Letras e Artes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

TEIXEIRA, H. C. La articulación del sonido en la flauta travesera. *Todo Flauta: revista oficial de la Asociación de Flautistas de España*, [S.l.], v. 4, n.10, p. 13–22, 2014.