

Domínio Sonoro: conceitos e aplicações na análise do III movimento do *Op.11*, de Webern

André Codeço dos Santos
Universidade Federal do Rio de Janeiro – andrecodeco@gmail.com

Liduíno Pitombeira
Universidade Federal do Rio de Janeiro – pitombeira@yahoo.com

Resumo: O Domínio Sonoro, doravante DS, é uma superfície abstrata finita onde planejamento, desenvolvimento e análise de materiais musicais se constituem, essencialmente, a partir: 1) da perspectiva de Smolin (2013) acerca do Tempo¹; 2) da criação e aplicação de modelos matemáticos descritivos, que estão sendo originalmente desenvolvidos na pesquisa na qual este artigo se insere; 3) da aplicação de conceitos fora do tempo e dentro do tempo de Xenakis (1990); e 4) do Pensamento Sincrético (HALAC, 2013). O presente artigo tem como objetivo apresentar os conceitos e seus respectivos modelos matemáticos e expor a análise do III movimento do *Op.11* de Webern, a partir das ferramentas analíticas do DS.

Palavras-chave: Domínio Sonoro. Análise Musical. Teoria de Música. Composição Musical. Música e Matemática.

Title of the Paper in English: Sonic Domain: Concepts and Application in the Analysis of III Movement of *Op.11*, by Webern.

Abstract: The Sonic Domain is a finite abstract surface that holds entities both out of time and in time (Xenakis 1990), where planning, development and analysis of musical materials essentially consists of a certain perspective about time / space in music. The present article aims to: 1) present the concepts and their mathematical models that describe the behavior of the events in the ordered phase of the surface; and, 2) to expose the analysis of the Webern's *Op.11*, III movement, taking the Sonic Domain approach.

Keywords: Sonic Domain. Musical Analysis, Music Theory. Composition. Music and Math.

1. Introdução:

Questão recorrente e complexa ao longo do desenvolvimento do pensamento filosófico, é estabelecer conceito para o tempo. Em 2013, o físico americano Lee Smolin e o filósofo brasileiro Roberto Mangabeira Unger², ofereceram uma abordagem contrária e promulgam que apenas uma mudança pragmática poderia dar saída para as pesquisas em Física e Cosmologia quânticas. Em suma, de acordo com os autores: o tempo é real e não emergente do espaço (não contrariando o

¹ Em seu livro *Time Reborn* (2013), Smolin adentra em uma das discussões mais duras em Física: a existência ou não do Tempo. Dentre outras afirmações, Smolin postula que o Tempo é real, ou seja, o Tempo não é uma abstração. Porém, apenas um recorte dele é acessível através de modelos matemáticos. Desta forma, o limite da linguagem matemática coincide com o limite humano de manipulação do Tempo. Apoiando-se nesta abordagem, no âmbito do DS, seja o tempo da partitura, da performance e inclusive o da experiência musical, são recortes do Tempo real. A estes recortes de tempo esboçados na partitura, o chamamos de tempo sonoro e lançamos os modelos matemáticos do DS.

² As ideias de Lee Smolin e Roberto Mangabeira estão expostas em dois livros: *Time Reborn* (2013) e *The Singular Universe and the Reality of Time* (2015). Os conceitos serão pormenorizados na seção 1.3, no capítulo I.

entrelaçamento tempo-espaço) o que equivale dizer que o universo é finito, o tempo se faz real no momento presente, que representa a sucessão vertical e horizontal de momentos compartilhados por todas as coisas que existem, e, por fim, não existem modelos matemáticos que encapsulem o tempo real. As implicações operacionais para a Física são profundas e inúmeras, no entanto, esses três principais argumentos tangenciam a prática musical.

Estendendo o questionamento filosófico sobre o tempo ao contexto musical (se é que é possível separar planos de experiência), é possível dizer que existe tempo em música? Se sim, o que é e qual é o tempo em música? E quais relações entre e espaço? Por certo, essas são questões complexas e demandam profundas análises em campos distintos da prática musical. No entanto, Xenakis, em seu livro *Formalized Music* (1990), oferece uma compreensão acerca do tempo em música que é fundamental para o presente trabalho, dissolvendo todo elemento musical em dois estados³: *fora do tempo* e *dentro do tempo*. Fica evidente que esses dois estados encerram o tempo musical como dependente do espaço, como que emergido dele, pois nesse sentido, o tempo só pode ser acessado a partir da atribuição de certos parâmetros aos elementos.

A partir da delimitação do referencial teórico-filosófico geral e o debate dos argumentos envolvidos, a pesquisa onde se insere o presente trabalho se apropria dos conceitos de Smolin (2013) e Xenakis (1990) e expõe uma teoria original acerca do tempo e espaço em música. A chamamos de teoria do DS, que na verdade, é fruto da confluência de outras teorias.

Nesse sentido, não só o tempo e espaço musicais são alvos das investigações conduzidas. Atingem também o centro da discussão, processos de estruturação composicional e, conseqüentemente, o desenvolvimento de ferramentas analíticas e composicionais.

Os protocolos composicionais de Xenakis (1990) e o Pensamento Sincrético (HALAC, 2013), são duas aplicações que se tangenciam no que se refere a procedimentos composicionais, e são empregadas a teoria do DS. Enquanto Xenakis (1990) apresenta oito passos protocolares (*concepções iniciais, definição das entidades sonoras, definição das transformações, microcomposição, programação*

³ Na verdade, Xenakis elenca três estados: atemporal, fora do tempo e dentro do tempo. No entanto, o enfoque maior tanto no livro de Xenakis quanto no presente trabalho, fica sobre os dois estados citados no texto.

sequencial, implementação, resultado simbólico final e realização sonora)⁴, Halac parece os condensar em apenas três (*potencial expressivo compositivo, vetor interativo sincrético e interação*). Resumidamente, ambas promovem: a comunicação entre ideia e materialização, representação mental e realização musical; processos de desenvolvimento do material em si; e, desenvolvimento da narrativa musical. Portanto, a teoria do DS é também produto da confluência das duas abordagens nas perspectivas do processamento composicional e da análise musical.

A teoria do DS é totalizada a partir da proposta de modelos matemáticos descritivos e representada por uma superfície finita abstrata, dividida em duas fases distintas (não ordenada e ordenada), que condensa todas as concepções envolvidas na teoria. Nesse sentido, surgem conceitos originais ligados aos modelos matemáticos que são visíveis por meio de gráficos e outras manipulações visuais. A interlocução entre os gráficos/gestos provenientes da topologia da superfície abstrata e a partitura, se dará por intermédio de análises de obras de formação e estéticas distintas⁵

No presente artigo, no entanto, apenas as ferramentas matemáticas serão apresentadas, expondo através deles conceitos fundamentais à Teoria.

2. A Topologia do DS e seus modelos matemáticos:

Todas as operações na teoria do DS, são realizadas sobre uma superfície finita e abstrata, que é dividida em fases ordenada e não ordenada, separadas por uma função ordenadora (Figura 1). Na verdade, dá-se a essa superfície o nome de DS. Contudo, a fim de evitar confusão normativa, nesta seção a superfície finita abstrata será chamada apenas de superfície.

As instâncias organizacionais do Pensamento Sincrético, o conceito de eventos fora do tempo e dentro do tempo (Xenakis, 1990) e a própria formulação a cerca do tempo no DS, permeiam todas as fases da superfície.

No entanto, a fase ordenada da superfície será a única abordada no presente artigo, pois é sobre ela que são aplicados os modelos matemáticos atuando como ferramentas analíticas.

⁴ “Initial conceptions, definition of the sonic entities, definition of the transformations, microcomposition, sequential programming, implementation of calculations, final symbolic result and sonic realization.” (XENAKIS, 1990, p. 22). Tradução nossa.

⁵ No sentido composicional, as ferramentas do DS podem ser aplicadas em modelagem sistêmica, em aplicação livre e em sistemas abertos como, por exemplo, o software OpenMusic.

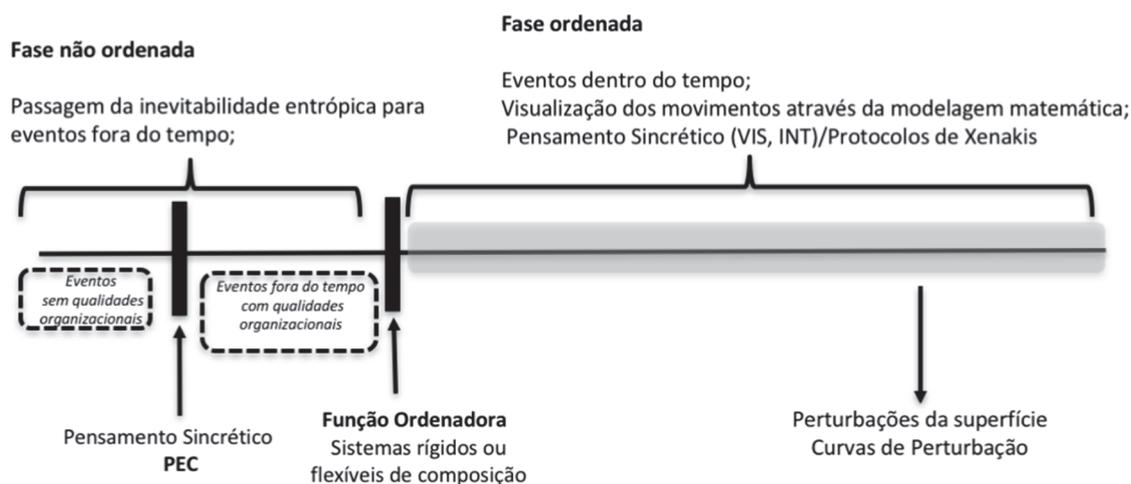


Figura 1: Demonstração das fases da superfície do DS

A conversão dos movimentos da fase ordenada da superfície em dados visuais, ocorre ao abordar os elementos como eventos, os quais são entendidos como unidades de medida equidistantes que se apresentam de maneira variada no tempo. A modelagem matemática parte dessa variação, propiciando a visualização dos eventos na superfície por meio dos gráficos. As variações temporais dos eventos conferem níveis de perturbação ao espaço.

O conceito de perturbação exerce papel fundamental nos processos analíticos do DS. Na fase ordenada da superfície da superfície os eventos atuam dentro do tempo, ou seja, de maneira ordenada. As interações que promovem a ordenação, conferem velocidade aos eventos, isto é, o quanto da superfície eles percorrem em função do tempo. Nesse sentido, as perturbações representam as variações temporais do espaço metrificado (eventos), a mudança de velocidade entre os eventos envolvidos. Portanto, a quantidade de perturbação sofrida pela superfície está ligada à dissemelhança das temporalidades dos eventos envolvidos, e não propriamente com a rapidez com que eventos temporalmente semelhantes se movem (Figura 2).

- Grau de perturbação +

Piano

Violoncell*

Klavier

Figura 2: Exemplo de graus de perturbação considerando apenas durações. No excerto da esquerda, o *Prelúdio I*, de Bach como exemplo de superfície pouco perturbada por conta da semelhança entre as durações. No excerto da direita, *Op. 11*, de Webern, I mov., com maior grau de perturbação por conta da dissemelhança entre as durações.

As perturbações são percebidas em níveis distintos, denominados curvas de perturbação: *índices de perturbação*, *velocidade de perturbação*, *fator de perturbação*, *ponto de distorção* e *curva intervalar*. No intuito de visualizá-las e descrevê-las, são aplicados os modelos matemáticos da teoria do DS. Portanto, os modelos matemáticos propostos no presente trabalho, pretendem descrever o comportamento dos elementos na fase ordenada bidimensional ou tridimensional da superfície que e fornecer meios de visualizá-lo.

Os modelos matemáticos se baseiam em dados extraídos unicamente da partitura e em relação a ela criam gráficos abstratos. Não está implícito que a partitura seja figurada em alto nível de concretude no contexto musical geral, mas que, por exibirem dados exclusivamente musicais, ela se encontra mais próxima ao nível concreto em relação aos gráficos. (Figura 3)



Figura 3: Relação de abstração entre os gráficos e a partitura.

A temporalidade objetivada pelo DS, resulta da relação biunívoca entre eventos equidistantes e seus acontecimentos no tempo. Nesse âmbito específico, os eventos, entendidos como unidades de distância, podem ser associados a gestos, contornos, figuras rítmicas, dinâmicas etc. Isto é, uma vez determinado o evento e a ele agregado qualidade simétrica espacial, este torna-se uma unidade de distância (CARNAP, 1995)⁶. Nesse sentido, os eventos são unidades de medição da superfície ordenada do DS (Figura 4).

O que se propõe a seguir, é que a partir de dados coletados da partitura, seja criado um gráfico bidimensional. Plota-se no eixo y os eventos, ou seja, unidades de distância ($ud(e)$) da superfície, e no eixo x , o fluxo temporal medido em segundos ($ut(s)$, relacionado à unidade de tempo), que mapeie o comportamento dos eventos através de modelos matemáticas. O conceito de *Curvas de Perturbação*⁷ surge a partir da validação dos modelos matemáticos e se dá em níveis.

⁶ De acordo com Carnap, distâncias são mensuráveis a partir de um esquema triplo de leis. A primeira lei define igualdade, a segunda lei define adição e a terceira define unidade. Para maiores informações, ver CARNAP, 1995. Capítulos VII “*Extensive Magnitudes*” e VIII “*Lengths*”.

⁷ Em Matemática, o conceito de curva está ligado a qualquer linha, não se limitando a curva no sentido estrito da palavra. Pode, por exemplo, representar uma reta. Todos os níveis das curvas de perturbação descritos no presente artigo, são concepções originais do presente autor.

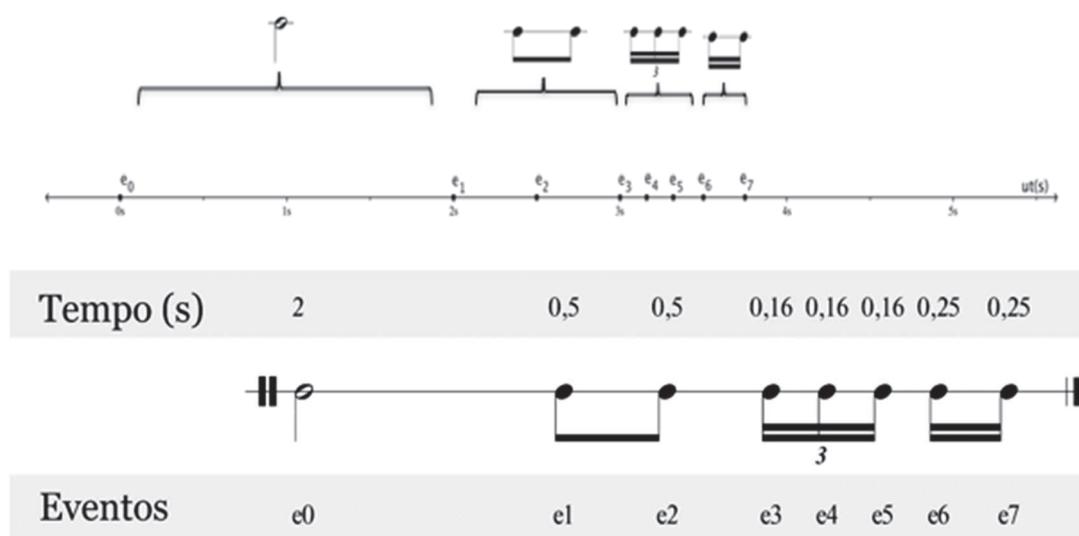


Figura 4: Representação de figuras de notas como eventos em um eixo temporal unidimensional. Representação dos eventos como unidades de distância.

Índices de Perturbação:

São os pontos que representam mudanças de coeficiente angular entre as retas obtidas a partir da relação evento ($ud(e)$) x tempo ($ut(s)$), ou seja, a partir dos pontos de ataque (Figura 5). Os índices de perturbação são obtidos tomando-os um a um, de maneira subsequente, até que seja revelado a mudança de coeficiente angular. Propomos o seguinte modelo matemático (Equação 1).

$$Ip: \text{ se, } m(r_n) > m(r_{n+1}) \text{ ou, } m(r_n) < m(r_{n+1}), | \phi = \tan^{-1} m$$

Equação 1: Índice de Perturbação, onde m simboliza o coeficiente angular da reta r_n .

Estes dados revelam que uma sucessão de eventos que acumulem a mesma quantidade de duração temporal, não oferece variação de índices de perturbação na superfície ordenada do DS. Por outro lado, dois ou mais eventos com durações diferentes revelarão número maior de índices. Essa constatação apresenta a perspectiva do DS acerca do tempo e espaço em música. Ou seja, na porção de superfície ordenada do DS, os índices de perturbação estão ligados à taxa de variação da relação evento/tempo⁸.

⁸ Pode-se obter um gráfico com índices de perturbação considerando progressões harmônicas como eventos, por exemplo. Pode-se ainda obter um gráfico que considere dois parâmetros simultâneos. Por exemplo, harmonia e pontos de ataque.

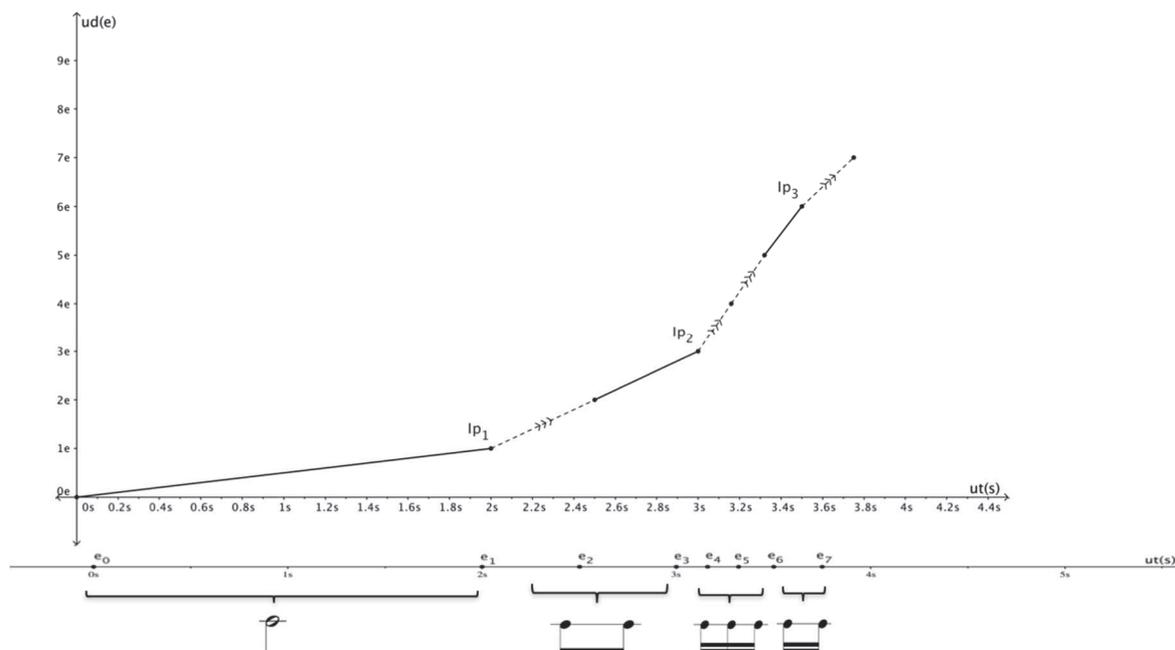


Figura 5: Representação gráfica dos Índices de Perturbação

Velocidade de Perturbação:

Ao plotarmos os pontos no gráfico bidimensional, surgem funções de primeiro grau, retas que contém os índices de perturbação. Derivando a função da posição de cada evento, surgem pontos que representam mudanças de velocidade entre cada trecho da trajetória (Figura 6). Propomos o seguinte modelo matemático que indique a velocidade da perturbação (Equação 2).

$$Vp: \frac{dy}{dx} = f'(x_n)$$

Equação 2: Velocidade de Perturbação, onde x_n representa a função que descreve a trajetória entre os pontos Ip_n e Ip_{n+1} .

É a área sob curva que passa pelos pontos da velocidade de perturbação. Através da interpolação polinomial⁹, obtém-se uma das funções que descrevem a curva¹⁰ e utilizando a fórmula da integral definida, um número real será revelado. No âmbito do DS, impomos ao fator de perturbação o status de grandeza escalar, assim, o valor obtido revelará a perturbação da superfície em dois sentidos: o grau de similaridade e a variação entre as perturbações (Figura 7). Assim, o fator de

⁹ Pode-se obter a curva através de aplicativos computacionais. A fórmula aplicada é: $f [x_i , \dots , x_{i+k}] = (f [x_{i+1}, \dots , x_{i+k}] - f [x_i , \dots , x_{i+k-1}]) / (x_{i+k} - x_i)$

¹⁰ Existem uma família de funções que passam por estes pontos. No âmbito do DS, a função será revelada pela interpolação polinomial.

perturbação representa o maior nível de abstração em relação a partitura. Propomos o seguinte modelo matemático para a verificação do fator de perturbação (Equação 3).

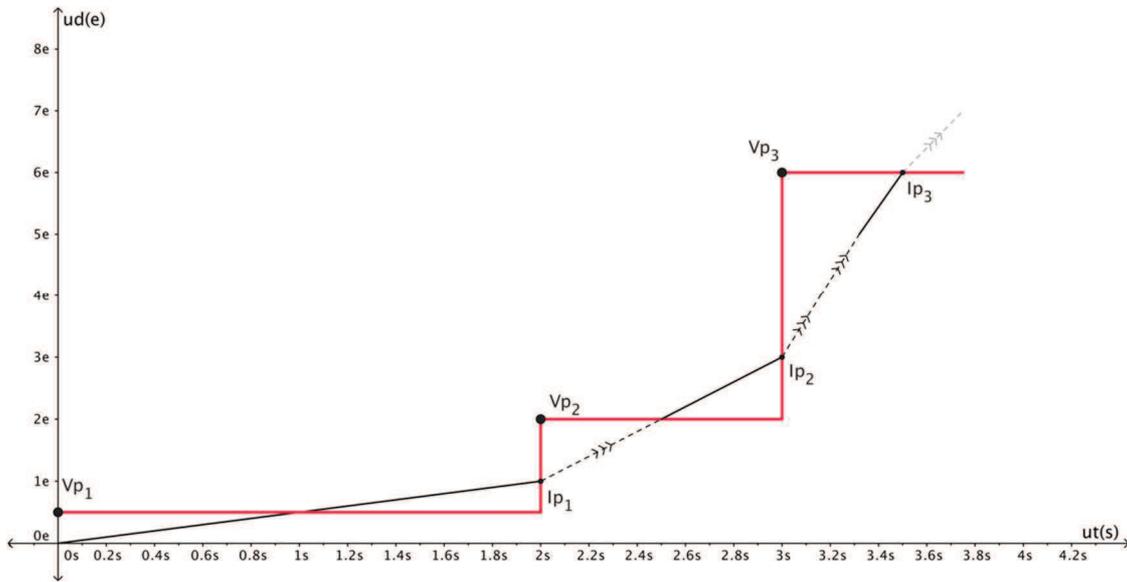


Figura 6: Representação gráfica das Velocidades de Perturbação.

Fator de Perturbação:

$$kp = \int_a^b F(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n F(xi) \Delta x$$

Equação 3: Fator de Perturbação.

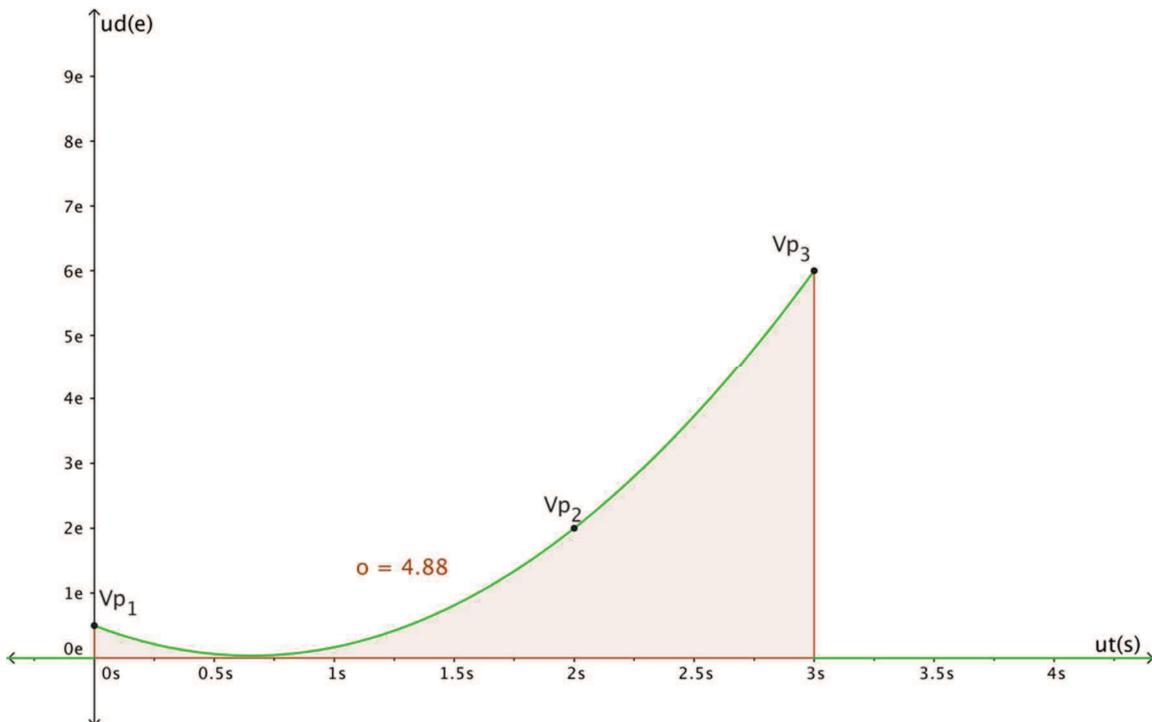


Figura 7: Representação gráfica do fator de perturbação.

Pontos de distorção e Densidade Dinâmica:

Decorre da leitura vertical dos eventos, relacionando as alturas envolvidas. Isto é, são os pontos no tempo onde ocorrem superposição de alturas¹¹ (acordes, massas sonoras). No âmbito do DS, a verticalidade representa o congelamento do fluxo temporal, e neste momento é levado em conta o produto das relações entre alturas e dinâmicas. São atribuídas às alturas qualidades de massa e volume. Em Física, massa é uma grandeza escalar que está relacionada com a unidade de medida quilograma. No caso do DS, adotou-se a nomenclatura *massa sonora* (m_s) com notas como unidade de medida. Ou seja, a massa sonora é a densidade-número (BERRY, 1976). Comumente, a grandeza escalar volume está associada a unidade metro em três dimensões. No âmbito do DS, adotou-se a nomenclatura *volume sonoro* (v_s), com intervalos como unidade de medida unidimensional. Assim, o volume sonoro representa o número de semitons compreendidos entre o intervalo. A razão m_s/v_s consiste no que Berry (1976) conceituou como densidade-compressão. Além destas grandezas, é atribuído às dinâmicas um coeficiente de intensidade (μ_i) relacionado a uma escala de valoração¹² (Tabela 1):

Tabela 1: Escala de valoração para (μ_i)

<i>ppp</i>	<i>pp</i>	<i>p</i>	<i>mp</i>	<i>mf</i>	<i>f</i>	<i>ff</i>	<i>fff</i>
0.0 – 15.8	15.8 - 31.7	31.7 – 47.6	47.6 – 63.5	63.5 – 77.3	77.3 – 92.2	92.2–111.1	111.1 - 127

A partir do conhecimento destes valores, é proposto o conceito de *densidade dinâmica* (Dd) através do seguinte modelo matemático (Equação 4).

$$\frac{m_s}{v_s} \mu_i = Dd$$

Equação 4: Densidade dinâmica

O valor obtido pode ser plotado no eixo z e, neste sentido, os pontos de distorção, dotados de densidade dinâmica são responsáveis pela tridimensionalidade da superfície¹³. Contudo, sua ocorrência em duas dimensões fica melhor encapsulada

¹¹ No presente trabalho as alturas são consideradas apenas no caso de blocos ou acordes.

¹² Esta escala de valoração toma como referência os valores dos protocolos MIDI para medição da intensidade das notas.

¹³ Uma opção para apresentação do gráfico tridimensional que tem boa aceitação é realizada por animações ou filmes. Um repositório de animações, filmes e gráficos conceituais relativos a teoria do DS, estão em fase de criação e serão hospedados em www.andrecodeco.com.

(Figura 8).

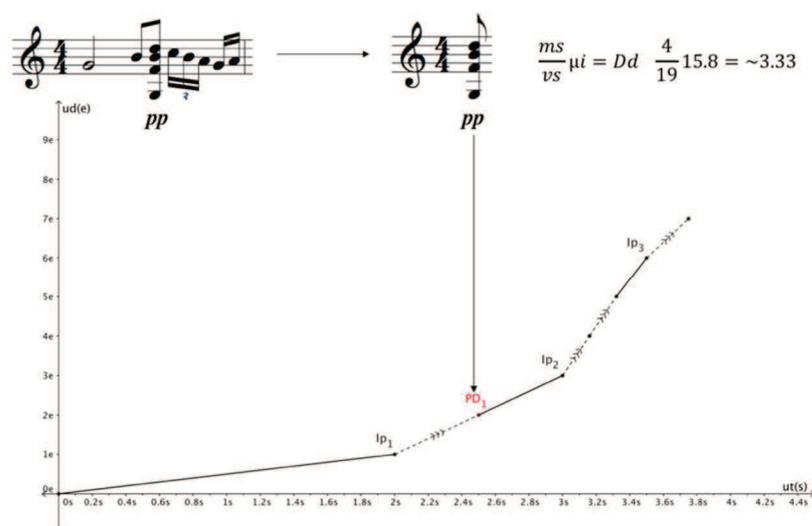


Figura 8: Representação gráfica dos pontos de distorção em duas dimensões.

Curva Intervalar

Apresenta o caminho intervalar empregado, atribuindo funções seno específicas a respectivos intervalos. Os intervalos são apreendidos de maneira ascendente e descendente, contudo sem o refinamento qualitativo (categoria maior, menor, aumentado ou diminuto) (Figura 9). Sua representação é bidimensional, plotando no eixo y os intervalos (operando em Mod.12) e, no eixo x são plotados os eventos representados por períodos π ¹⁴. O objetivo é fornecer informação do fluxo horizontal das alturas, já que os pontos de distorção surgem da qualidade vertical (Figura 10).

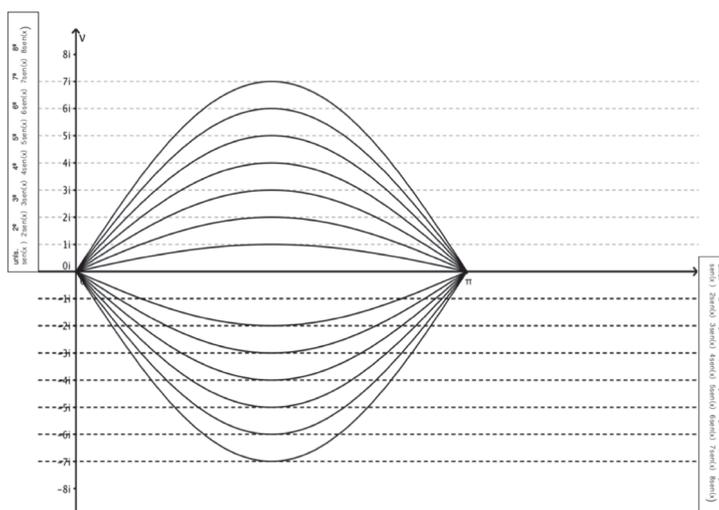


Figura 9: Representação gráfica da curva intervalar

¹⁴ Sem a transformação através manipulação do argumento, toda função seno terá período π .

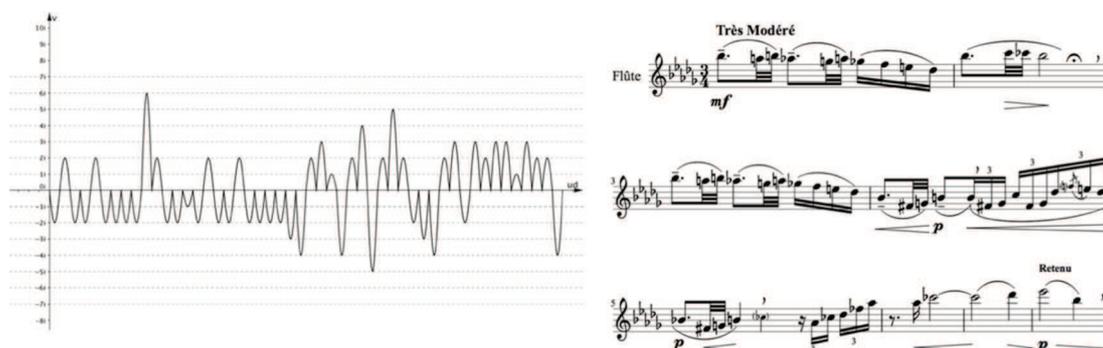


Figura 10: Curvas intervalares dos primeiros oito compassos de *Syrinx*, de Debussy.

2. Análise

Antes de iniciar propriamente a análise, e antevendo, digamos, uma postura conclusiva (o que não concorre para um bom fluir textual analítico), os gráficos a seguir apresentam dados que a princípio atingem níveis inacessíveis. Contudo, sua confecção está em constante aprimoramento e até mesmo aplicativos computacionais tem sido desenvolvidos na pesquisa onde o presente artigo se insere.

Dito isto, o *Op.11* é escrito para violoncelo e piano, e é composto de três movimentos, a saber: I - *Mäßige Achtel*, II - *Sehr Bewegt* e III - *Äusserst Ruhig*. O terceiro movimento tem apenas 10 compassos, e dura aproximadamente 50 segundos. O controle consciente, sobretudo das alturas, por Webern é notório em diversas análises publicadas¹⁵. Portanto, em nossa análise procuraremos mostrar características da obra do ponto de vista do DS, colocando em suspensão, a princípio, classes de conjuntos de alturas.

Optamos, por razões de clareza gráfica e até mesmo de entendimento textural a partir dos conceitos do DS, por analisar separadamente as partes do piano e do violoncelo. Optamos também por não revelar cálculos como a interpolação polinomial, as integrais e derivadas. Pois estes já estão descritos nos modelos acima e nossa intenção é que o leitor tenha contato com os resultados e seus significados, por ora.

Tomando primeiramente o violoncelo, quatro índices de perturbação são expostos (c. 1-3) (Figura 11). Como a diferença dos ângulos entre as retas é pequena, fica claro que a dissemelhança entre as notas que compõem os índices é mínima. Ainda assim, a maior diferença está entre os Ip_2 e Ip_3 (maior discrepância entre coeficientes angulares). Os pontos opacos abaixo do eixo x e na parta negativa do eixo y,

¹⁵ Ver SHAFER 2009, WINTLE 1975, EWELL, 2013.

representam as pausas e as retas pontilhadas azuis representam o caminho elas.

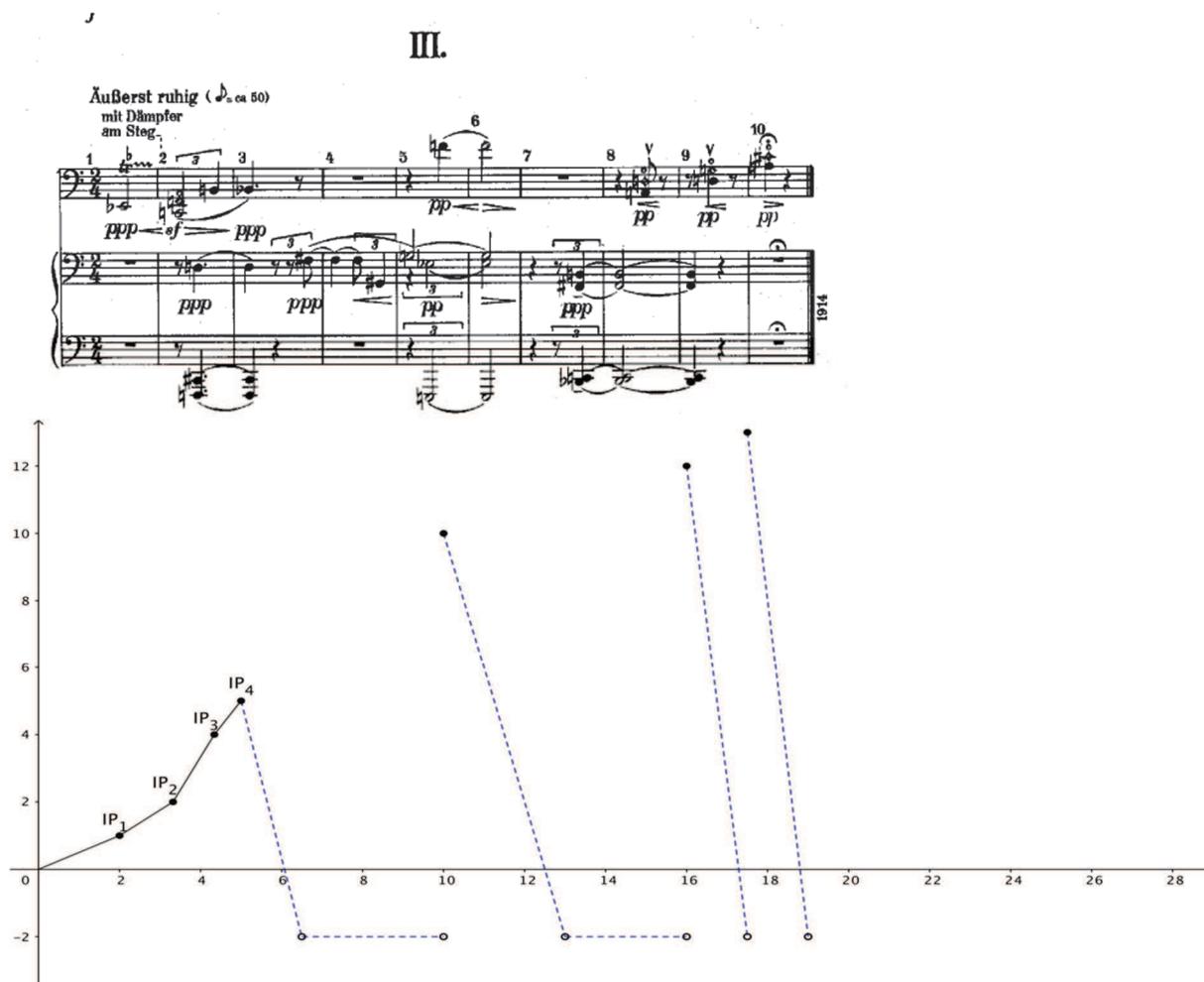


Figura 11: Ips na parte do violoncelo no III mov. do Op.11 de Webern.

A partir dos índices, são revelados três pontos de velocidade de perturbação. Como a maior diferença está entre as retas que contém os Ip_2 e Ip_3 respectivamente, a maior diferença entre as taxas de variação (velocidades de perturbação) está entre os VP_3 e VP_4 (Figura 12). Isso não significa musicalmente que os elementos “correram” mais rápido, mas sim, que a diferença entre a suas velocidades é maior. Esse é o ganho deste dado no sentido composicional, pois ao extrair o modelo, a informação que apreendida será a relação das velocidades em si, e não as figuras.

O fator de perturbação revelado foi de 4.2. O fator quantifica a relação entre os VPs, traz para o reino da abstração total matemática a área percorrida pelos VPs integrando a função polinomial que conecta os VPs. Sua aplicação musical é a comparação de trechos, por exemplo, através do número real obtido.

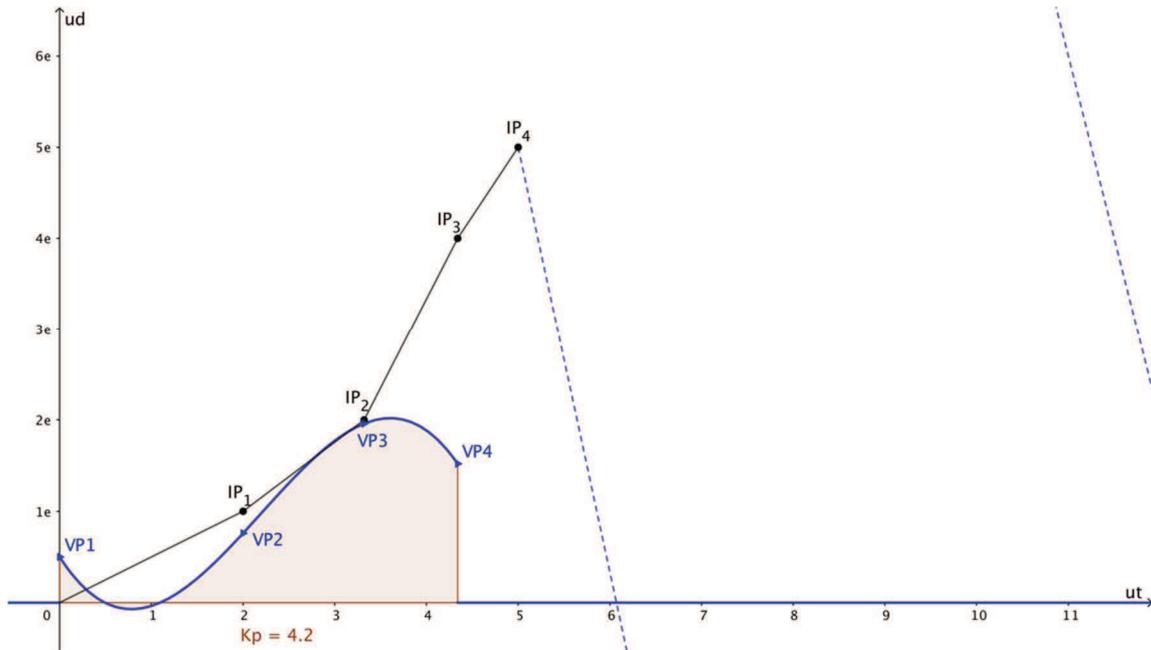


Figura 12: Vps e Kp na parte do violoncelo no III mov. do *Op.11* de Webern.

Tomando a parte do piano, são revelados três pontos de distorção (c. 2-3, 5-6 e 7-9) e apenas dois índices perturbação (c. 4-5). O conjunto (014) fica evidente nos dois primeiros PD₁ e PD₂ enquanto o conjunto (0128) aparece no PD₃. Os pontos de distorção estão aqui representados em duas dimensões, mas sua colocação no plano se dá no eixo z, conferindo a tridimensionalidade ao gráfico (Figura 13). Até o presente momento uma fórmula para esta representação não foi criada.

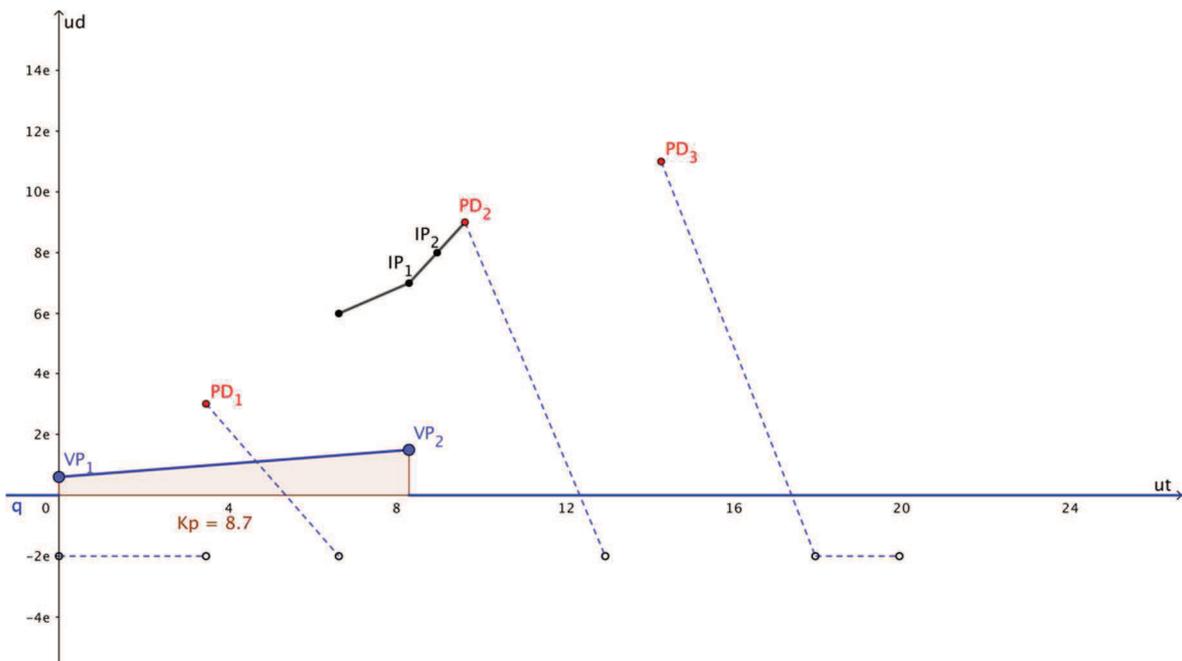


Figura 13: Ips, Vps e PDs na parte do piano do III mov. do *Op.11* de Webern.

Já as velocidades de perturbação têm pouca variação e, diferentemente da parte do violoncelo, criam uma reta. Isto porque só existem dois pontos para as velocidades. Ainda assim, entre o fator de perturbação revelado na parte do piano, 8,7, é maior do que o revelado na parte do violoncelo. Esse é um caso particular, pois o primeiro ponto da velocidade de perturbação é sempre iniciado em 0 (zero) no eixo x. Nesse caso, a posição entre os dois pontos que representam as velocidades foi expandida em relação ao acontecimento do evento na partitura. Contudo, as retas que determinam as trajetórias os índices de perturbação não são alterados, e como as velocidades são derivadas destas retas (funções de primeiro grau), suas relações são mantidas.

Contudo, a características mais relevantes reveladas pelo gráfico são a pouca movimentação dos pontos de distorção seguida de pausas e o uso de dinâmicas em *ppp*. Essa última constatação fica evidente se plotarmos um gráfico $Dd \times ut$. Isso porque, nos pontos de distorção, são levados em consideração a quantidade de notas (massa sonora), a quantidade de semitons (volume sonoro) e o coeficiente de intensidade. Considerando as notas do violoncelo e do piano, (c. 2-3; 5-6), observamos que o maior ponto de distorção ocorre quando apenas o piano toca (c. 7-9), o que era de se esperar, já que volume sonoro (quantidade de semitons) é menor (Figura 14).

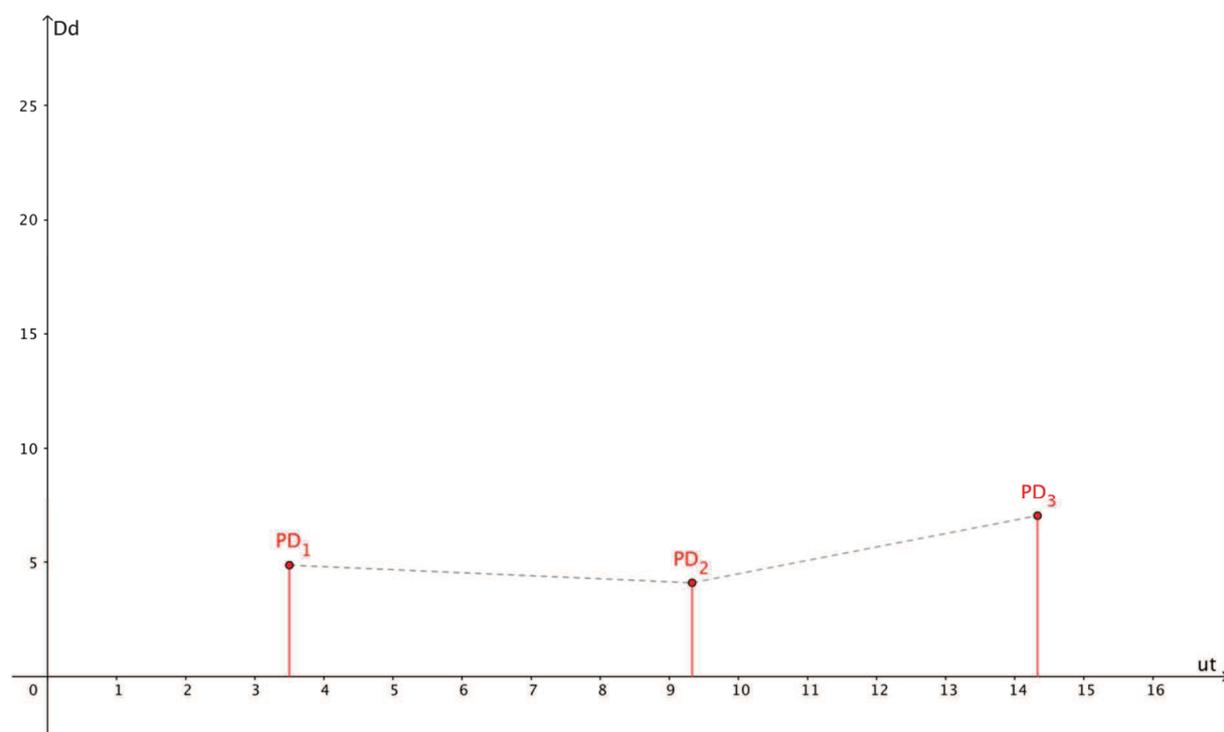


Figura 14: Pontos de distorção no III mov. do *Op.11* de Webern.

O DS possui ferramentas específicas de manipulação de material composicional, esse é o ponto onde o Pensamento Sincrético se funde a teoria e não existem manipulações matemáticas. Contudo, a partir da análise observou-se que é possível extrair uma matriz com parâmetros de perturbações e aplicar como modelagem sistêmica, por exemplo.

Dentre os modelos matemáticos apresentados, de fato, o que tem maior representatividade composicional é o índice de perturbação, pois é ele quem define as mudanças e o grau das mudanças. Uma análise harmônica sobre “Garota de Ipamena” pode ser realizada levando em conta, por exemplo, o índice de perturbação de dominantes secundários. Isso revela que a perturbação não tem relação com o ritmo em si, mas com qualquer parâmetro que se desenvolva em um tempo emergente e um espaço não emergente.

Os pontos de distorção também estão bem próximos do trato composicional. Utilizando as concepções da Análise Particional, os pontos de distorção conferem aglomeração ou dispersão aos elementos envolvidos.

Nesse sentido, uma matriz do tipo: $E_n = [Ip \quad Ut \quad Pd]$ foi criada, onde: E_n simboliza evento; Ip – índice de perturbação; Ut – unidade de tempo; e, Pd – ponto de distorção. A unidade de tempo da matriz, segue o mesmo princípio dos gráficos no DS, simboliza alguma unidade de medição do tempo (emergente), que no caso, para facilitar a manipulação, são os segundos.

Aplicando a matriz ao piano, teremos:

E_1	0	2.5	4.86
E_2	0.6	2.33	0
E_3	1.49	1	0
E_4	0	3.32	4.09
E_5	0	3.66	7.02

Aqui surgem diversas aplicações: multiplicação de matrizes, determinantes, matrizes inversas, dentre outras. As aplicações adentrariam no campo da álgebra, alcançariam resultados significativamente mais abstratos, contudo, a teoria em si ganharia, em níveis mais razoáveis, maior aplicabilidade.

3. Conclusões

A escolha da obra em si foi proposital, certamente, pelo seu tamanho. Os modelos matemáticos apresentados são operacionalizados manualmente, e por isso a primeira conclusão revelada é na verdade um dos objetivos mais antigos da referente pesquisa: automatizar o processo de geração de gráficos.

Omitimos as curvas intervalares do movimento, também, pelo seu tamanho e porque analisamos as perturbações rítmicas da obra. O seu tamanho não implica que as curvas intervalares são irrelevantes, foi apenas uma opção didática ao lidar com tantos conceitos.

A análise revelou que a obra tende a obedecer mais a padrões de pontos de distorção do que índices de perturbação. Isso significa que, pode ser que Webern tenha pensado mais em ternos de blocos do que em linhas, empregando seus conjuntos (majoritariamente 014) em forma de blocos sonoros. Os índices de perturbação são pequenos (também pelo alto uso de pausas), revelando que as mudanças entre e a variação rítmica dos elementos são poucas.

A teoria do Domínio Sonoro abre diálogos com diferentes frentes no âmbito das pesquisas em música, tais como: aplicações em Modelagem Sistêmica e Análise Participacional, sobretudo na proximidade entre as instâncias organizacionais do Pensamento Sincrético. Além destas, o DS abre canal de comunicação com outras pesquisas desenvolvidas no MusMat¹⁶, procedimentos analíticos e composicionais embasados em processamento de dados via manipulação e modelagem matemática, com a filosofia da música no que se refere a concepção do tempo musical, com abordagens relativas ao gesto textural e a textura em si, cognição musical, entre outros. Desta maneira, a presente pesquisa se justifica no sentido de promover a criação de um novo conceito, aberto a diversas aplicações que não serão abarcadas neste trabalho, mas que poderão ser contempladas em pesquisas futuras.

Referências:

BERRY, Wallace. **Structural functions in music**. Nova York: Dover, 1976

CARNAP, Rudolf. **An Introduction to the Philosophy of Science**. New York: Dover Publications, 1995.

¹⁶ Grupo de Pesquisa do programa de Pós-Graduação em Música da UFRJ, com intuito de desenvolver pesquisas no âmbito da formalização de processos musicais (composicionais e analíticos) utilizando modelos matemáticos. Maiores informações em www.musmat.org

DEBUSSY, C. **Syrinx**. Paris: Éditions Jobert, 1927. Partitura

EWELL, Philip A. Ewell, Russian Pitch-Class Set Analysis and the Music of Webern. **A Music- Theoretical Matrix: Essays in Honor of Allen Forte (Part IV)**, 219–276, 2013.

HALAC, Jose. 2013. **Pensamento sincrético**. Disponível em: <http://www.josehalac.com.ar/research.html>. Acesso em: 14/12/14.

GENTIL-NUNES, Pauxy. **Análise Particional: uma mediação entre composição e a teoria das partições**. Rio de Janeiro, 2009. 371f. Tese (Doutorado em Música) Universidade Federal do estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009

KRAMER, Jonathan D. **The Time of Music: New Meanings, New Temporalities, New Listening Strategies**. New York: Schirmer Books, 1988.

MORGAN, Robert. **Musical Time/Musical Space**. Critical Inquiry, 6. p. 527-38, 1980.

SHAFER, S. Inicial]. **Analysis of Webern's Pieces for Cello and Piano Op. 11, No. 1**. Disponível em: < <http://www.davidbardschwarz.com/pdf/shafer.one.pdf>>. Acesso em: 06/06/17

SMOLIN, Lee. **Time Reborn**. New York: Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, 2013.

XENAKIS, Iannis. **Formalized Music**. Bloomington: Indiana University Press, 1990.

WEBERN, A. **Drei Kleine Stücke Op. 11** (Violoncell und Klavier). Universal Edition, 1952. Partitura

WINTLE, Christofer. An Early Version of Derivation: Webern's Op. 11/3. **Perspectives of New Music**, Vol. 13, No. 2, pp. 166-177, 1975.