

## Estratégia de performance na composição para harpa de pedais com uso de estocástica

Ana Miccolis  
UFRJ

[anamiccolis@yahoo.com.br](mailto:anamiccolis@yahoo.com.br)

**Resumo:** Nesse trabalho, serão apresentadas algumas estratégias para configuração da harpa de pedais em processos composicionais com uso de estocástica. As estratégias são parte da pesquisa sobre planejamento composicional com recursos oriundos de processos estocásticos (XENAKIS, 1992). O objetivo é apresentar alternativas que facilitem o uso do instrumento no âmbito de composições contendo conjuntos de classes de alturas determinados a partir de processos estocásticos. A harpa de pedais possibilita ao instrumentista passar de uma tonalidade a outra, fixando cada um dos pedais para que eles correspondam a uma das sete alturas das escalas do sistema tonal. Para composições concebidas dentro do sistema tonal, o harpista inicia a leitura da obra com uma armadura de clave, a qual determina a posição inicial dos sete pedais da harpa. No decorrer da obra, a cada passagem cromática é necessário rever a posição inicial de algum pedal e posteriormente o seu retorno à posição inicial. Uma visão do movimento gradual harmônico de um tom para outro é explorado no método intitulado *A Arte da Modulação* (SALZEDO, 1950). Na composição que será tratada como estudo de caso para a estratégia proposta, optou-se por uma representação gráfica que identifica as possibilidades de preparação dos pedais. No estudo em questão, a cada compasso um novo conjunto de classes de alturas é requerido, mas sem referência ao tonalismo. A partir da possibilidade de determinação prévia da configuração de pedais necessária ao longo da obra, o procedimento de passagem de pedais foi facilitado, mantendo a previsibilidade de execução desse recurso.

**Palavras-chave:** Estocástica na música. Modulação na harpa de pedais. Planejamento composicional para harpa.

### Performance strategy in pedal harp composition using stochastic.

**Abstract:** In this work, some strategies for pedal harp configuration in compositional processes with the use of stochastics will be presented. The strategies are part of the research on compositional planning with resources from stochastic processes (XENAKIS, 1992). The objective is to present alternatives that facilitate the use of the instrument in the context of compositions containing sets of pitch classes determined from stochastic processes. The pedal harp allows the player to move from one key to another, fixing each of the pedals so that they correspond to one of the seven pitch classes of the scales of the tonal system. For compositions conceived within the tonal system, the harpist begins the reading of the work with a clef, which determines the initial position of the seven pedals of the harp. In the course of the work, at each chromatic passage it is necessary to review the initial position of some pedal and later its return to the initial position. A vision of the gradual harmonic movement from one tone to another is explored in the method entitled *The Art of Modulation* (SALZEDO, 1950). In the composition that will be treated as a case study for the proposed strategy, we opted for a graphic representation that identifies the possibilities of preparation of the pedals. In the study in question, at each bar a new set of pitch classes is required, but without reference to tonalism. From the possibility of prior determination of the configuration of pedals necessary throughout the work, the procedure of passage of pedals was facilitated, maintaining the predictability of execution of this resource.

**Keywords:** Stochastic in music. Modulation in the pedal harp. Compositional planning for harp.

### Introdução

A harpa é um dos instrumentos mais antigos do mundo, mas o seu mecanismo de pedais é recente na história do instrumento. Esse mecanismo foi desenvolvido inicialmente para permitir a elevação de um semitom e atualmente utilizamos a harpa de pedal de dupla ação, a qual permite a elevação de até dois semitons em cada corda. Essa invenção do duplo movimento do pedal surgiu no século XIX com Sébastien Érard e permitiu que o instrumento ganhasse um novo repertório (BUDIN, 1984, p.8). A partir dessa possibilidade vários compositores iniciaram a exploração do uso de modulações obtidas na harpa através do

acionamento dos pedais. Na Figura 1 são apresentados alguns exemplos de como explorar o uso de enarmonias na harpa em armaduras de claves distintas. Neles, Marcel Tournier trabalha a retirada de algumas notas consideradas estranhas ao acorde por meio do recurso de acionamento dos pedais.

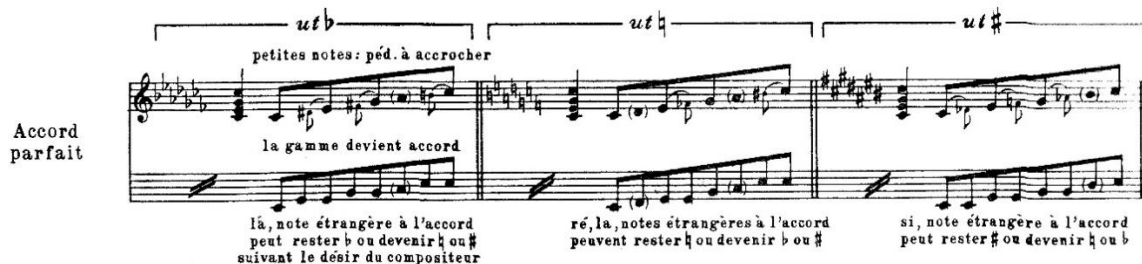


Figura 1 – Tabela de Pedais para obtenção de enarmonias em acordes de Dó@, Dó e Dó# (TOURNIER, 1959, p.85).

Os pedais da harpa estão posicionados na base do instrumento e são responsáveis pela alteração das notas Ré, Dó e Si no lado esquerdo e Mi, Fá, Sol e Lá no outro lado (Figura 2). Se imaginarmos uma harpa com todos os pedais soltos, estaremos com todas as notas em bemol. Para caminhar progressivamente para Dó Maior, teríamos que acionar os pedais das notas Fá, Dó, Ré, Sol, Lá, Mi e Si para elevar um semitom. Como o pedal do Fá e do Dó estão em lados opostos, esses podem ser acionados simultaneamente. Da mesma forma o pedal das notas Ré e Sol então em lados opostos, permitindo por isso, que esses sejam acionados simultaneamente.

Répartition des pédales :

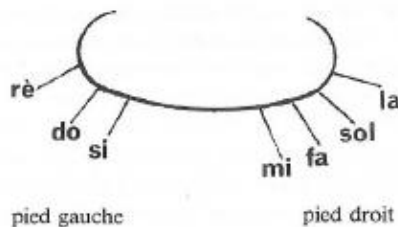


Figura 2 - Disposição dos pedais na base da harpa (DENTU, 1984, p.29)

Ao modular de um tom para outro, o harpista pode ter necessidade de mover mais de um pedal simultaneamente, quando houver mais de uma nota alterada em relação à escala anterior. Para explicitar a situação presente dos pedais e não sua passagem, o compositor pode usar o diagrama apresentado na Figura 3 como forma de indicar quais notas devem estar bemóis, naturais ou com sustenido em determinado momento da partitura.



Figura 3 - Representação dos pedais na partitura da escrita para harpa

No diagrama da Figura 3, o compositor especificou a armadura de clave correspondente à tonalidade de Sol Maior, indicando a posição abaixada da nota Fá# no lado direito. Ao colocar cada um dos sete traços na linha o compositor indica que o pedal da nota está na posição natural. Se o traço for escrito acima da linha indicará que o pedal daquela nota deverá ser colocado na posição do bemol, isto é, com as cordas daquelas notas soltas no seu comprimento total. Para indicar o sustenido, o traço deverá ser escrito abaixo da linha, como no exemplo da Figura 3. Essa representação dos pedais é fornecida pelo compositor ou realizada posteriormente pelo harpista para facilitar as passagens modulantes da obra.

No livro intitulado *A Arte da Modulação (The Art of Modulation)* do compositor Carlos Salzedo, o autor propicia uma nova compreensão sobre as modulações. Ele apresenta regras para auxiliar os harpistas nas passagens de modulações (SALZEDO, 1950, p.6). A visão do movimento gradual harmônico de um tom central para outro é explorado no seu método. As regras são apresentadas de forma gradual de acordo com intervalos em relação ao tom de partida, com o tipo de movimento (ascendente ou descendente) e o modo da tonalidade (maior ou menor). No exemplo da Figura 4, o autor explica a sequência de passos para modular com um intervalo de segunda menor e ascendente em tons maiores. Partindo da tríade no estado fundamental do tom maior de partida, um segundo acorde é formado com a tríade da tônica no estado fundamental, agora do mesmo tom menor. Em seguida o acorde de sétima da dominante na posição fundamental conduz à nova tonalidade. Partindo de Dó Maior para chegar a Ré≅ Maior, teríamos os três acordes apresentados nos compassos 1 e 2 da Figura 4.

The image shows a musical score for harp with three measures. Measure 1 is labeled '1 C to Db' and 'de Dó á Réb'. Measure 2 is labeled '2 C# to D' and 'de Dó# á Ré'. Measure 3 is labeled '3 D to Eb' and 'de Ré á Mi♭'. The score is written in 4/4 time and shows chord progressions in both treble and bass staves. The first measure shows a C major triad in the treble and a C major triad in the bass. The second measure shows a C# minor triad in the treble and a C# minor triad in the bass. The third measure shows a D major triad in the treble and a D major triad in the bass.

Figura 4 - Exemplo extraído do conjunto de regras para modulação aplicáveis a passagem de intervalos de 2ª menor ascendente e de tonalidade maior (SALZEDO, 1950, p.6).

Observamos que nessa passagem houve apenas uma troca de pedal do primeiro compasso para o segundo, o pedal da nota Mi≅. A tonalidade final apresenta cinco bemóis na armadura. Contudo o acorde de sétima da dominante na tonalidade final não utiliza todas as notas da armadura. Por isso, apenas as alturas Lá≅ e Sol≅ precisam ter os respectivos pedais na posição de bemol no momento do segundo compasso. Na prática os pedais das notas Mi≅ e Lá≅ seriam passados simultaneamente no segundo tempo do primeiro compasso e restaria para o segundo compasso apenas o pedal da nota Sol≅. Podemos considerar que essa solução gerou uma passagem parcimoniosa das vozes do acorde e uma economia do movimento de pedais. No momento da definição da grade de pedais mais adequada, um dos desafios do harpista é conseguir a economia do movimento de acionamento dos pedais.

No estudo de caso da solução proposta, optou-se por representar as opções de passagens de pedais de acordo com a mudança das classes de alturas da composição. Um processo estocástico determinou uma sequência de conjuntos de classes de alturas, o que exigiria uma mudança de pedais a cada novo conjunto. Como a cada passagem apenas sete alturas são possíveis de execução sem acionamento dos pedais, o planejamento composicional levou em consideração a possibilidade de transitar entre conjuntos nos quais o harpista pudesse ter tempo de executar as mudanças requeridas, dando preferência a classes de alturas cujo pedal está em lados distintos em relação à posição da harpa (Figura 2). Com isso o

harpista pode simultaneamente passar os dois pedais requeridos em vez de executar o acionamento em sequência. Quando duas alturas cujos pedais são pertencentes a um mesmo lado são alteradas, o harpista precisa escolher qual delas fazer primeiro e obviamente consome o tempo de execução de duas mudanças consecutivas no mecanismo de pedais.

Na composição de música tonal, uma referência para o harpista é a grade de pedais previamente conhecida para cada escala maior ou menor. Contudo, no planejamento composicional sem o uso das escalas do sistema tonal e sem a sintaxe prevista com as modulações desse sistema, o harpista deve fazer uso de algum recurso que o oriente na configuração do mecanismo de pedais. A escolha nesse trabalho foi a representação gráfica similar às possibilidades previstas numa matriz de transição, que será explicada a seguir. O uso da estocástica na composição permitiu uma sintaxe alternativa àquela prevista pelas modulações entre escalas do sistema tonal. Contudo essa possibilidade trouxe a necessidade de viabilizar o planejamento da passagem de pedais nesse outro contexto. Uma ferramenta gráfica foi proposta para facilitar o planejamento e a configuração da grade de pedais nesse ambiente composicional.

O emprego da estocástica no estudo de caso proposto permitiu formar um conjunto de regras para transição entre nove possíveis conjuntos de classes de alturas<sup>1</sup>. A especificação de um sistema composicional foi elaborada (PITOMBEIRA, 2020) e as estratégias de execução presentes no trabalho são parte da pesquisa sobre planejamento composicional com recursos oriundos de processos estocásticos (XENAKIS, 1992). No planejamento composicional cada compasso foi escrito a partir da seleção de um conjunto de classes de alturas usando tabelas de transição, recurso aplicado a música tanto para análise como para composição (CARVALHO, 2019).

A seleção foi realizada de forma aleatória, considerando as possibilidades de transição entre nove conjuntos de classes de alturas. As classes de alturas de cada conjunto foram selecionadas observando a facilidade de execução de sequências com notas alteradas na harpa. A forma prima dos nove conjuntos foi calculada com o objetivo de determinar a probabilidade associada a transição entre cada um deles (Tabela 1). A regra criada para escolha de um entre os possíveis conjuntos foi que dado que um primeiro conjunto foi escolhido o próximo poderia ser um vizinho imediatamente posterior ou anterior. Além disso, a escolha teria que dar prioridade ao vizinho que contivesse no conteúdo da forma prima uma quantidade maior de classes diferentes daquelas de seu próprio conjunto.

Conjunto	Classes de Alturas	Forma Prima
B1	024579B	013568A
B2	124679B	013568A
B3	123679A	0125689
B4	13689A	012479
B5	12368A	012579
B6	123689A	0125679
B7	023589A	0124679
B8	024589B	0134689
B9	01468B	012579

Tabela 1 – Conteúdo em classes de alturas de nove conjuntos de possibilidades

<sup>1</sup> A composição foi inspirada na descrição da Cidade de Dorotéia, extraída do livro *As Cidades Invisíveis*, obra do escritor Italo Calvino (CALVINO, 2017). A descrição da cidade de Doroteia remete à possibilidade de escolha de um caminho, dentre vários possíveis (CALVINO, 2017, p. 13). Na composição para harpa, a escolha de um dos possíveis nove conjuntos de classes de alturas é realizada através de um processo estocástico.

Dado um conjunto  $B_i$  da Tabela 1, uma matriz de transição foi elaborada de tal forma a determinar as possibilidades de transição entre os conjuntos (Tabela 2). Em alguns casos, a probabilidade de escolha de um dos dois vizinhos podia ser idêntica entre dois conjuntos. Isso ocorreu, por exemplo, com a escolha da transição de  $B_3$  para um de seus vizinhos  $B_2$  ou  $B_4$ . Analisando o conteúdo de  $B_3$  em relação a seus vizinhos, podemos verificar que  $B_2$  possui duas classes de alturas na sua forma prima que não estão presentes em  $B_3$ , as classes 3 e A. Em relação ao conjunto  $B_4$ , essa opção gera um empate, pois a forma prima de  $B_4$  também possui duas classes de alturas que não estão presentes na forma prima de  $B_3$ , as classes 4 e 7. Assim, a matriz de transição elaborada forneceu a mesma probabilidade de uma vez estando em  $B_3$ , o sistema escolher  $B_2$  ou  $B_4$  como próximo conjunto de classes de alturas. Após analisar o conteúdo de cada conjunto e sua possível transição para um vizinho anterior ou posterior, o sistema empregado gerou uma matriz probabilística de transição entre todos os nove conjuntos considerados (Tabela 2).

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
B1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
B2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
B3	0	0,5	0	0,5	0	0	0	0	0
B4	0	0	0,8	0	0,2	0	0	0	0
B5	0	0	0	0,5	0	0,5	0	0	0
B6	0	0	0	0	0,2	0	0,8	0	0
B7	0	0	0	0	0	0,2	0	0,8	0
B8	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0,8
B9	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	0

Tabela 2- Matriz de Probabilística de Transição entre todos os conjuntos  $B_i$  considerados

A escolha apesar de aleatória, podia ser prevista devido à maior probabilidade da escolha entre conjuntos cujos conteúdo apresentasse mais diversidade em relação à sua forma prima. Para facilitar a mudança de pedais na harpa, uma tabela com as passagens cromáticas foi construída. A Tabela 3 define quais os pedais devem ser acionados para configurar a harpa à situação requerida a cada mudança entre um dos conjuntos  $B_i$ . Na primeira linha podemos observar que para mudar do conjunto de classes de altura  $B_1$  para o  $B_9$ , o esquema de pedal deve conter a mudança com os pedais das notas Ré $\equiv$ , Lá $\equiv$  e Sol $\equiv$ .

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9
B1									Ré $\equiv$ , Lá $\equiv$ , Sol $\equiv$
B2			Mi $\equiv$ , Si $\equiv$						
B3		Mi $\equiv$ , Si $\equiv$		Ré $\sharp$ Sol $\sharp$					
B4			Ré $\sharp$ Sol $\sharp$		Ré $\sharp$ Lá $\sharp$				
B5				Ré $\sharp$ Lá $\sharp$		Lá $\sharp$			
B6					Lá $\sharp$		Fá $\sharp$ Dó $\sharp$		
B7						Fá $\sharp$ Dó $\sharp$		Si $\equiv$ Mi $\equiv$	
B8							Si $\equiv$ , Mi $\equiv$		Ré $\equiv$ , Lá $\equiv$ , Sol $\equiv$
B9	Ré $\equiv$ , Lá $\equiv$ , Sol $\equiv$							Ré $\equiv$ , Lá $\equiv$	

Tabela 3 - Diagrama de mudança de pedais entre os possíveis conjuntos da tabela de transição

Para explicar a mudança de pedais vamos considerar duas variáveis. A primeira refere-se ao pedal escolhido para produzir uma das classes de alturas do grupo Bi e a segunda indica o nível de acionamento. O pedal escolhido pode ser um dos sete pedais referentes às classes de alturas {0, 2, 4, 5, 7, 9, B}. O nível de acionamento pode ser 0 para indicar que o pedal não foi acionado, 1 para indicar um acionamento simples ou 2 para indicar um acionamento duplo. Com esse mapeamento, podemos determinar como atingir as doze classes de alturas possíveis no instrumento. Seja  $x$  o pedal correspondente a ser acionado e  $y$  o grau de acionamento, podemos mapear todas as alturas conforme a Tabela 4. Algumas classes de alturas possuem duas opções em cordas diferentes. Para obter a classe de altura 0, podemos usar o pedal do Dó com um acionamento simples ( $x = 0$  e  $y = 1$ ) ou o pedal do Si com acionamento duplo ( $x = B$  e  $y = 2$ ).

Utilizando a Tabela 4, podemos compreender melhor as possibilidades de formação da grade de pedais na composição com estocástica utilizando os nove grupos de classes de alturas. A classe de alturas é resultado de uma função  $f(x, y)$  com duas variáveis  $x$  e  $y$ , onde temos valores distintos de  $x$  e  $y$  que podem levar ao mesmo resultado. Se for desejado disponibilizar a classe de alturas 0, podemos usar  $f(x, y)$  com duas opções. A primeira  $f(0,1)$  que utiliza a corda do Dó com pedal simples ou  $f(B, 2)$  que aplica o acionamento duplo à corda do Si (classe de alturas B). Para definir as mudanças nos pedais em determinado trecho musical podemos utilizar a função  $f(x, y)$  para escolha da configuração da grade de pedais.

Classe de alturas $f(x, y)$	Opção 1		Opção 2	
	$x$	$y$	$x$	$y$
0	0	1	B	2
1	0	2	2	0
2	2	1	—	—
3	2	2	4	0
4	4	1	5	0
5	5	1	4	2
6	5	2	7	0
7	7	1	—	—
8	7	2	9	0
9	9	1	—	—
A	9	2	B	0
B	B	1	0	0

Tabela 4 – Classe de alturas resultante das variáveis  $x$  e  $y$

Se considerarmos dois conjuntos quaisquer de classes de alturas, um de origem e outro de destino, podemos verificar quais classes de alturas devem estar disponíveis no estado de destino. Para evitar verificar os sete pedais, apenas aqueles que exigem mudança de um conjunto a outro precisam ser indicados. Tomemos como exemplo os conjuntos B1 como sendo o conjunto de origem e B9 o de destino. Na origem, os pedais do Ré e do Lá com acionamento simples na grade serão alterados para a configuração da grade destino, isto é, os pedais do Ré e Lá sem acionamento. Para incluir a nova classe de altura com valor 6 que não existia na grade de origem, o pedal do sol teve o acionamento simples alterado para nenhum acionamento. Essa nova classe de alturas poderia ser obtida também com o pedal do Fá com duplo acionamento. Contudo, como a classe de alturas 5 não está presente no conjunto de destino, o pedal do Fá pode ficar inalterado, pois não será usado no trecho da composição. Os pedais marcados com asterisco na Tabela 5 sofreram alteração no grau de acionamento. O total de mudanças previstas é apresentado na Tabela 3, na passagem de B1 a B9.

Origem B1		Destino B9	
Classes de altura de B1	Pedais com acionamentos e classes de altura resultante	Classes de altura de B9	Pedais com acionamentos e classes de altura resultante
024579B	Ré(1)-2 Dó(1)-0 Si(1)-B Mi(1)-4 Fá(1)-5 Sol(1)-7 Lá(1)-9	01468B	Ré(0)-1 * Dó(1)-0 Si(1)-B Mi(1)-4 Fá(0)-4 ou Fá(2)-6 Sol(0)-6 * Lá(0)-8 *

Tabela 5 – Configuração dos Pedais para os conjuntos de classes de altura B1 e B9

Com o uso do esquema montado, mesmo com a presença de conjuntos distintos de pedais a cada passagem de compasso, a execução na harpa tornou-se exequível e teve a escrita facilitada, uma vez que já era conhecida a situação dos pedais no bloco anterior. Com o preparo de apenas dois pedais em paralelo, a sonoridade do conjunto seguinte era rapidamente atingida.

### Conclusão

O uso da representação gráfica sugerida pela Tabela 3. facilitou a definição dos pedais. Apenas duas informações eram necessárias, o estado anterior, isto é, o conjunto de classes de alturas de partida e o próximo estado, isto é, o novo conjunto de destino. Sabendo o estado anterior e o atual, isto é, o conjunto origem e o conjunto destino, apenas três mudanças no máximo eram suficientes para viabilizar a execução de cada trecho. Além disso em quase todas as situações, o acionamento de dois pedais poderia ser realizado simultaneamente. As classes de alturas escolhidas estavam em lados opostos em relação à posição da harpa, como explicado na representação dos pedais (Figura 2). Na transição de alguns conjuntos foi necessário realizar o acionamento de três pedais (Tabela 3). Ainda assim, dois deles estavam posicionados em lados opostos, facilitando a execução simultânea. Apesar da grande frequência de mudança na grade de pedais ao longo da peça decorrente da alteração no conjunto de classes de alturas, a reposição dos pedais tornou-se de fácil execução.

### Referências

- BUDIN, D (1984). *La Harpe*, Manuel d'entretien. Paris: Harpe & Musique.
- CALVINO, I. (2017). *As Cidades Invisíveis*. São Paulo: Companhia das Letras.
- CARVALHO, H. (2019). An Introduction to Markov Chains in Music Composition and Analysis. *MusMat*, v. 3, n. 2, p. 18–43.
- DENTU, O (1984). *A Propos de ... la harpe*. Paris: Gerard Billaudot – Editeur.
- PITOMBEIRA, L. (2020). Compositional Systems: Overview and Applications. *MusMat*, v.4, n.1, p. 39–62.
- SALZEDO, C. (1950). *The Art of Modulation*. New York: G. Schirmer, Inc.
- TOURNIER, M. (1959). *La Harpe, Histoire de la harpe a Travers le Monde*, L'écriture de la Harpe. Paris – Bruxelas : Henry Lemoine & Cie, Éditeurs.
- XENAKIS, I. (1992). *Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition*. Series: Harmonologia Series, No 6. New York: Pendragon Press.