



Correlações entre frequência de ocorrência e idiomatismo na criação de aplicativos computacionais para composição de choros pixinguinianos

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

Carlos de Lemos Almada
UFRJ – calmada@globocom

Resumo: Este artigo, inserido em uma pesquisa em andamento, descreve alguns aplicativos computacionais desenvolvidos para a construção de estruturas rítmicas a partir de escolhas relacionadas às frequências de ocorrência de seus elementos constituintes, obtidas por meio de análise estatística de uma seleção de choros compostos por Pixinguinha, a partir da qual foi elaborado um modelo matemático. Resultados parciais confirmam a consistência do método, de acordo com o principal objetivo da pesquisa: a composição algorítmica de variações idiomáticas de choros.

Palavras-chave: Choros de Pixinguinha. Idiomatismo. Frequência de ocorrência. Aplicativos computacionais para composição.

Correlations Between Frequency of Occurrence and Idiomatics in Creation of Computational Applications for Composition of Pixinguinian Choros

Abstract: The present paper, inserted into a research in progress, describes some computational applications designed for production of rhythmic structures based on choices associated to the frequencies of occurrence of their constituents, obtained from a statistical analysis of selected choros composed by Pixinguinha, from which was elaborated a mathematical model. Partial results confirm the consistency of this method, according to the main purposes of the research: the algorithmic composition of idiomatic variations of choros.

Keywords: Pixinguinha's choros. Idiomatics. Frequency of occurrence. Computational applications for composition.

1. Introdução

Este artigo é parte de um amplo projeto de pesquisa cujo objetivo essencial é a produção de estudos sistemáticos relacionados aos princípios de variação progressiva e *Grundgestalt* (ambos elaborados por Arnold Schoenberg) sob as perspectivas analítica e composicional. Associa-se diretamente a uma recente ramificação de tal pesquisa, destinada à composição algorítmica idiomática de variações de choros.¹ Para a etapa inicial desse subprojeto, foi planejada a elaboração de um modelo matemático para a construção de um choro-padrão ao estilo pixinguiniano, considerando diversos aspectos estruturais (forma, ritmo, harmonia, melodia), cada qual estratificado em níveis hierárquicos de organização.² A criação de tal modelo foi efetivada através de uma minuciosa análise estatística, considerando os parâmetros estruturais supracitados, dentro de um universo de choros compostos por Alfredo “Pixinguinha” Viana Filho.³ Importante acrescentar que a análise estatística não foi intencionada para ser exaustiva ou gerar um painel detalhado do gênero, muito menos

empreender qualquer viés musicológico. Pelo contrário, de acordo com o objetivo de construção do referido modelo, buscou-se evidenciar na análise um, por assim dizer, choro estereotipado, com delimitações claras, ainda que potencialmente pudesse permitir uma boa margem para variância. Para isso, foram preestabelecidas três condições básicas de seleção: (1) o choro deveria ser escrito em compasso binário (2/4); (b) precisava ser estruturado como rondó simples, contendo três partes (A, B e C), cada qual estabelecida em uma região tonal distinta (sendo as três vizinhas entre si) e (3) todas as partes deveriam apresentar a extensão de 32 compassos. Na primeira fase da análise estatística foram selecionados 26 choros (totalizando 78 partes) de Pixinguinha que cumpriam as três condições. Programas computacionais foram especialmente elaborados para a coleta e o processamento dos dados, retornando os resultados dispostos em tabelas e gráficos. A fase seguinte do trabalho consistiu na análise desses resultados, levando à elaboração do idealizado modelo matemático de choro pixinguiniano que, por sua vez, tornou-se a base para o desenvolvimento de aplicativos computacionais de composição algorítmica idiomática. Tais aplicativos organizam-se em arquitetura modular sequencial e estratificada, formando um sistema que será capaz – quando for finalizada a fase atual da pesquisa – de gerar gradualmente um choro a partir de escolhas orientadas pelas frequências de ocorrência dos diversos elementos musicais estruturais considerados. Por hipótese, as escolhas associadas a frequências mais altas corresponderiam a resultados musicais estilisticamente mais próximos do idioma considerado (o choro pixinguiniano, no presente caso). Foi criado para a quantificação de tal relação um índice denominado *coeficiente de idiomatismo*, representado por um número real entre 0 (divergência total em relação ao idioma pretendido) e 1 (congruência máxima entre resultado e idioma). O cálculo desse coeficiente é efetuado por algoritmos específicos, a partir de critérios que serão mais adiante explicitados. Considerando a delimitação de espaço correspondente ao presente artigo, a descrição do funcionamento do sistema em seu estágio atual será representada pela exemplificação do mais básico aplicativo do grupo (*FormaPalavras*), relacionado à construção rítmica.

2. A estrutura rítmica do modelo

Todos os domínios musicais que compõem o modelo matemático de choro pixinguiniano apresentam estruturas estratificadas. A mais complexa dessas estruturas é justamente a rítmica, organizada em quatro níveis hierárquicos. De acordo com os parâmetros adotados na pesquisa, tais níveis são associados a intervalos temporais distintos e têm suas denominações emprestadas da organização da linguagem escrita, o que se deve

principalmente à natureza combinatória e recursiva que caracteriza ambos os tipos de construção.⁴ São eles (ordenados do mais básico ao mais superficial): (1) nível da *letra* (duração: 1 semínima); (2) nível da *sílaba* (1 mínima, ou um compasso, ou ainda duas *letras*); (3) nível da *palavra* (4 compassos, ou uma frase, ou 4 *sílabas* ou 8 *letras*); (4) nível da *sentença* (16 compassos, ou uma parte de choro ou 4 *palavras*). Na verdade, o isomorfismo entre os elementos rítmicos e linguísticos é levado além da mera questão da nomenclatura. De acordo com a análise estatística, foi observada a existência de apenas 19 *letras* nos choros pixinguinianos considerados, o que resultou na criação do *alfabeto* mostrado na Fig. 1.⁵

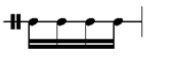
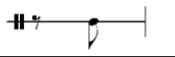

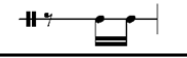
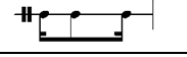

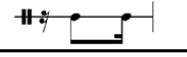
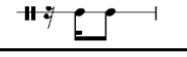
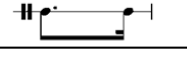



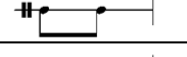

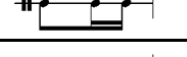

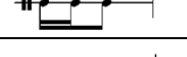

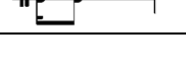
a = <+1+1+1+1>		k = <-2+2>	
b = <-1+1+1+1>		l = <-2+1+1>	
c = <+1+2+1>		m = <-1+3>	
d = <-1+2+1>		n = <-1+1+2>	
e = <+3+1>		o = <+2+3*(4/6)>	
f = <-3+1>		p = <+6*(4/6)>	
g = <+2+2>		q = <+3*(4/3)>	
h = <+2+1+1>		y = <+4>	
i = <+1+1+2>		z = <-4>	
j = <+1+3>			

Figura 1: *Alfabeto* com as *letras* que constituem o nível 1 da estrutura rítmica do modelo de choro pixinguiniano

Outra importante similaridade entre ambos os campos a se destacar diz respeito aos modos através dos quais uma estrutura em um determinado nível é formada, a partir da combinação de unidades provenientes de níveis inferiores. Assim como o que acontece em um idioma convencional (português, por exemplo), *palavras* de choro não resultam de permutações arbitrárias de *sílabas* ou *letras*. Interações de diversos fatores e regras de construção (muitas delas apenas implícitas) tornam o número de combinações de boa formação (ou seja, idiomáticas) expressivamente mais reduzido do que o total de possibilidades. Em outros termos, observa-se uma relativa maior recorrência de certas *palavras* nos choros analisados em oposição a outras (enquanto muitas concatenações possíveis nem mesmo surgem), bem como preferências por arranjos de *letras* e *sílabas* que, como revelam os resultados da análise (ALMADA, 2013a), estariam associadas a

funcionalidades formais e harmônicas (que poderiam ser denominados componentes sintáticos) e relações motívicaracterísticas (componentes semânticos).

Como exemplo do processo de criação de uma estrutura rítmica idiomática (no caso, uma *palavra*) a partir dos dados produzidos pela análise estatística, é descrito a seguir o aplicativo *FormaPalavras*.

3. O aplicativo *FormaPalavras*

Opera na composição de *palavras* a partir da concatenação de 8 *letras*. A Fig. 2 apresenta a interface do usuário (*user's interface*) do aplicativo, identificando seus principais elementos.

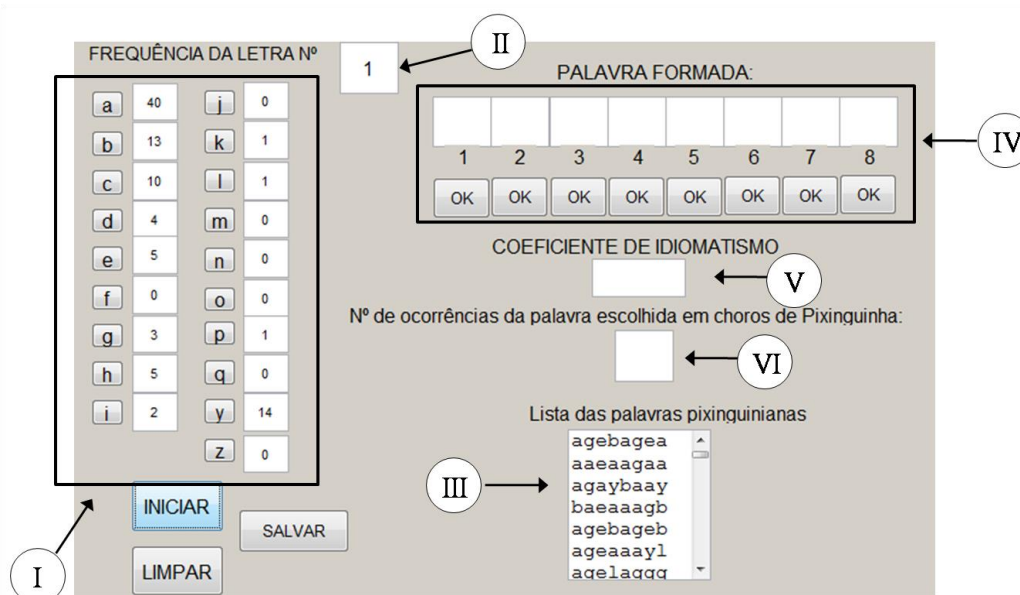


Figura 2: Interface do usuário do aplicativo *FormaPalavras*

Em (I) estão dispostas as 19 *letras* do *alfabeto* e suas respectivas frequências de ocorrência (em índices percentuais aproximados para números inteiros) dentro das *palavras* dos choros pinguinianos analisados, cuja lista completa – ou *vocabulário*, mantendo a correspondência com a terminologia linguística – é apresentada em (III). No caso exemplificado, as porcentagens se referem à posição da *letra* inicial, que é identificada em (II). O usuário então seleciona livremente a opção de *letra* que considera mais adequada, de acordo com suas intenções. É lógico considerar que a frequência da *letra* escolhida contribuirá diretamente para a determinação do grau de idiomatismo da *palavra* a ser composta. Assim, no caso da Fig. 2, a *letra a* em primeira posição (40% de ocorrências em choros de Pinguinha) teria, a princípio, um maior potencial de tornar a futura *palavra* mais idiomática (claro, a depender das escolhas subsequentes) do que a *letra i* (2%),⁶ por exemplo.

Quando feita a escolha, o usuário dá início ao processo de formação de sua *palavra* (painel IV) clicando no botão “OK” sob o número de posição da *letra* considerada (“1”, neste caso). Imediatamente, a *letra* selecionada é transportada para o campo correspondente e as frequências em percentagens referentes à posição seguinte (2) substituem as anteriores. O processo é então repetido até que seja alcançada a oitava posição, com a formação da *palavra* completa, que tem automaticamente calculado seu coeficiente de idiomatismo (exposto em V), a partir da média ponderada das percentagens referentes às *letras/posições* escolhidas (posições iniciais recebem pesos maiores). O valor resultante é também influenciado pelo número de ocorrências da *palavra* formada nos choros pixinguinianos analisados (número que é indicado no campo VI).

A Fig. 3 apresenta, a título de exemplo, os resultados da formação de duas *palavras* a partir de intenções opostas: no primeiro caso (a) optou-se pela otimização do caráter idiomático, ou seja, pela seleção de *letras/posições* orientada pelas frequências mais altas disponíveis; no caso alternativo (b), as escolhas foram feitas arbitrariamente (com objetivo de tornar a exposição menos abstrata, ambas as *palavras* são transcritas para notação musical).⁷

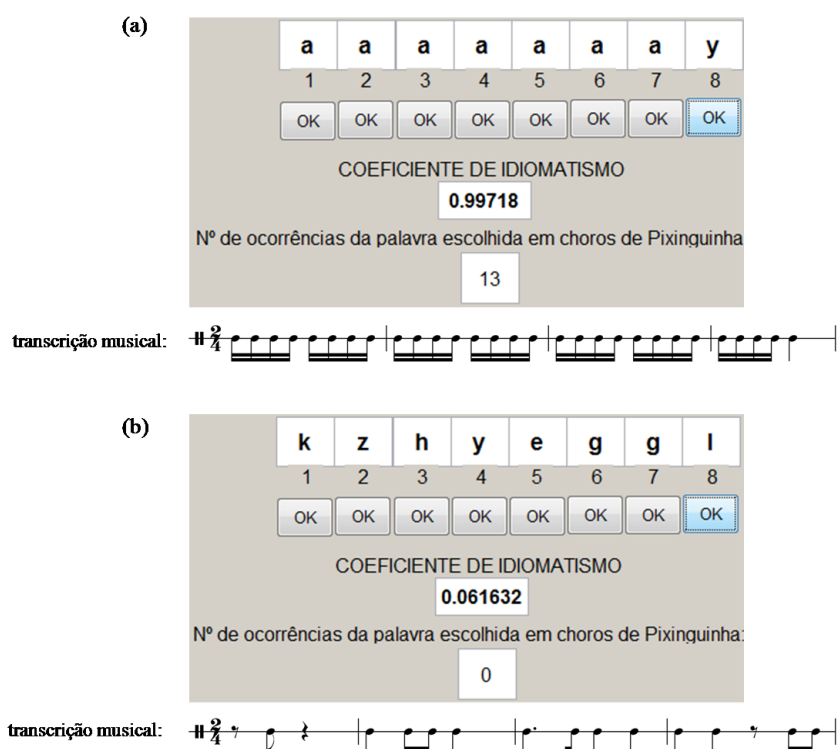


Figura 3: Dois exemplos de aplicação do *FormaPalavras* para criação de *palavras* idiomática (a) e não idiomática (b)

4. Visão geral do sistema composicional

Como comentado anteriormente, *FormaPalavras* é apenas o mais básico de um grupo de oito aplicativos planejados (alguns deles já finalizados) para integrar o sistema de composição de choros idiomáticos. Embora não haja aqui espaço para descrições minuciosas, é possível apresentar sucintos comentários sobre as etapas do estágio atual do sistema, de modo a possibilitar uma visão abrangente de seu funcionamento idealizado. São as seguintes: (1) Aplicação de *FormaPalavras* para a criação sequencial das quatro *palavras* (1 a 4) que comporão a *sentença* (ou parte de choro), cada qual associada a características funcionais, sintetizadas a partir da análise estatística; (2) Aplicação de *FormaAnacruse* na *palavra* 1, quando o usuário deve optar por acrescentar ou não uma determinada fórmula característica de anacruse; (3) Aplicação de *FormaCoda* na *palavra* 4, quando o usuário deve optar por uma das várias finalizações características (ambos os casos, é preciso destacar, são também associados a frequências de ocorrência); (4) Ainda dentro do domínio rítmico, mudança de nível construtivo com a aplicação de *FormaSentença*, resultando na concatenação das quatro *palavras* em ordem normativa (1-2-3-4).

As etapas seguintes estão associadas aos domínios da harmonia e do contorno melódico, também contemplados com seus respectivos aplicativos. Podendo ser operado em paralelo à construção rítmica, *FormaFraseMaior* permite que sejam criadas, através de escolhas orientadas por frequência de ocorrência, frases harmônicas características em modo maior com extensões de quatro compassos cada (portanto, equivalentes em nível às *palavras*), de acordo com as posições/funcionalidades dos acordes constituintes (as unidades construtivas do domínio, análogas às *letras* em relação ao ritmo).⁸ Em caso de modo menor, aplica-se *FormaFraseMenor*. Como acontece em relação ao aspecto rítmico, *sentenças* harmônicas são geradas pela combinação de frases harmônicas, respeitando-se a organização sintática da ordem normativa (1-2-3-4), novamente por meio de *FormaSentença*.

Num nível hierárquico ainda mais elevado, *FormaContorno* toma como referência os contornos melódicos dos choros analisados, permitindo ao usuário a escolha de “gestos” de contorno genéricos característicos (ALMADA, 2013b), moldando assim novas topografias de acordo com o número de ataques (a partir da *sentença* rítmica) e das alturas (a partir da *sentença* harmônica) disponíveis. Ainda a ser elaborado, no nível mais elevado de todos, *FormaChoro* concatenará três *sentenças* completas pré-construídas (obtidas através de *FormaContorno*), resultando num choro a três partes, combinadas de acordo com as frequências associadas às relações tonais e tonalidades absolutas estabelecidas pela análise estatística. A Fig.4 esquematiza os quatro níveis do sistema composicional acima descrito.

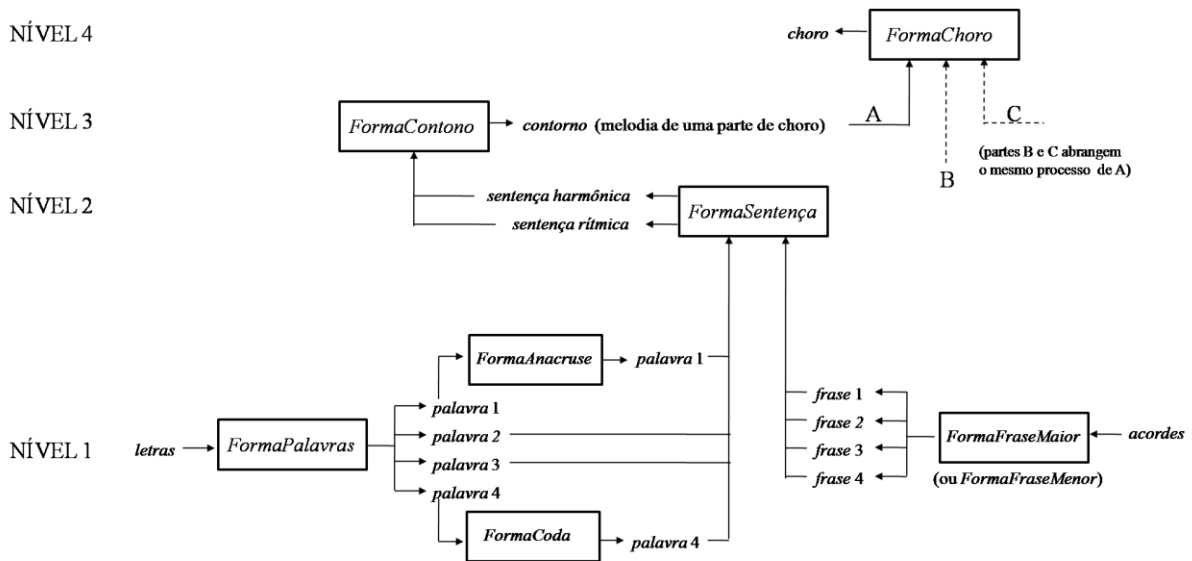


Figura 4: Sequência de procedimentos para composição de um choro pixinguiniano idiomático a partir dos aplicativos do sistema, organizados em hierarquia de quatro níveis de operação

5. Conclusões

Este artigo, basicamente, discute a interação entre frequência de ocorrência e idiomatismo musical, visando à composição a partir de escolhas orientadas por análise estatística e normatizadas por meio de modelagem matemática de parâmetros estruturais. Ainda que o presente estudo esteja associado a um caso bastante específico – o choro pixinguiniano – os resultados mostram que o método elaborado é consistente e sugerem que seria possível estender a mesma concepção sistêmica a outras esferas estilísticas (choros de Jacob Bittencourt, polcas de Joaquim Callado, blues de B.B.King, sambas de Paulinho da Viola etc.), contribuindo assim para trazer uma perspectiva sistemática (principalmente através da proposta de quantificação introduzida pelo coeficiente de idiomatismo) a uma questão que normalmente é estudada em termos mais subjetivos. Próxima da finalização de seu terceiro estágio, a presente ramificação da pesquisa tem ainda um longo caminho a percorrer. Em sequência a uma imprescindível fase de testes dos aplicativos, começarão a ser elaborados estudos no sentido de estender o sistema composicional da criação interativa humana (como é atualmente) à composição algorítmica, por computador (com as escolhas sendo realizadas por intermédio de métodos estocásticos contextualmente dependentes, baseados em cadeias de Markov) e, mais ambiciosamente, ao “aprendizado” gradual de composição de variações idiomáticas de choros existentes de Pixinguinha a ser efetivado por redes neurais artificiais.



Referências:

ALMADA, Carlos de L. The hierarchical and combinatorial nature of the rhythmic structure of Brazilian choro. In: PRINCIPLES OF MUSIC COMPOSING: THE PHENOMENON OF RHYTHM, (13.), 2013a, Vilnius (Lituânia), *Anais...* Vilnius (no prelo).

_____. Emprego de gráficos para análise de contornos melódicos em choros de Pixinguinha. In: XII COLÓQUIO DE PESQUISA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA DA UFRJ. 2013b, Rio de Janeiro. (no prelo).

_____. *A estrutura do choro*. Rio de Janeiro: Da Fonseca, 2006.

KRUMHANSL, Carol & CUDDY, Lola. *A Theory of tonal hierarchies in music*. The Music Cognition Laboratory, Cornell University. Disponível em:

http://music.psych.cornell.edu/articles/reviews/A_theory_of_tonal_hierarchies_in_music.pdf

Acesso em: 10/fev./2014

SIMON, Herbert A. The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 106, n. 6, p. 467-482, 1962.

TEMPERLEY, David. *The cognition of basic musical structures*. Cambridge: The MIT Press, 2001

Notas

¹ Registre-se ainda que ambos, o projeto principal e sua ramificação, integram o grupo de pesquisa MusMat, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Música da UFRJ, sobre o qual podem ser obtidas informações na página eletrônica: www.musmat.org.

² A estratificação hierarquizada de um sistema corresponde a uma das mais decisivas e essenciais características para sua efetivação. Interessante constatar que a hierarquia em níveis não é apenas empregada como estratégia vital de construção do presente sistema, como constada no próprio objeto de estudo – o choro – a partir do aprofundamento das análises. Para uma excelente discussão sobre o tema, ver SIMON (1962). Para um estudo sobre as correlações entre a tarefa cognitiva dos ouvintes para estabelecer planos hierárquicos estruturais e a estatística dos eventos musicais envolvidos em um trecho musical, ver KRUMHANSL & CUDDY (s/d).

³ Justifica-se a escolha de Pixinguinha pelo fato de ser ele reconhecido no meio musical brasileiro como o maior compositor de choros de todos os tempos. Sendo assim, é lógico concluir que suas peças seriam, pelo menos em tese, representantes ideais do idioma do gênero, levando-se em conta os elementos estruturais considerados na análise.

⁴ Para um estudo detalhado dessa questão, ver ALMADA (2013a).

⁵ Extremamente importante assinalar que uma *letra* não significa exatamente o mesmo que uma célula rítmica com a duração de um tempo. A *letra* é, na verdade, uma abstração que leva em conta apenas os pontos de ataque de um determinado padrão rítmico, desconsiderando as durações reais envolvidas. Derivada do conceito de IOI (*inter-onset interval*), elaborado por David Temperley (2001: 27-28), a definição de *letra* de choro pode ser expressa como a forma mais compacta (entre todas as possíveis) de descrição de uma dada configuração rítmica. Como se observa na Fig. 1, as descrições algébricas adotadas tomam como unidade de medida a semicolcheia, com os sinais “+” e “-” representando, respectivamente, presença ou ausência (pausa) de articulação em um determinado ponto na grade de ataques. Sendo assim, a *letra e*, por exemplo, deve ser representada pela descrição <+3+1>, a forma mais compacta (ou seja, a que emprega menor quantidade de elementos – quatro: dois numerais e dois sinais) em relação a outras possibilidades equivalentes (ambas com seis elementos): <+1-2+1> e <+2-1+1>. Para mais detalhes, ver ALMADA (2013a).

⁶ As frequências nulas na posição 1 (**f**, **j**, **m**, **n**, **o**, **q** e **z**) significam inexistência de *palavras* iniciadas com tais *letras*. Percebe-se uma analogia em relação à regra morfológica em português que exclui a possibilidade de palavras iniciadas com “ç” (interdições semelhantes, correspondendo a letras distintas, existem, claro, também em outros idiomas). Em outros termos, a escolha de alguma das alternativas acima para a letra inicial seria uma estratégia altamente “contraidiomática”, se é possível cunhar tal termo.

⁷ É importante relembrar que o parâmetro do idiomatismo aqui considerado diz respeito *apenas* ao modelo matemático construído a partir da análise de choros pixinguinianos, um recorte bastante específico. Nesse sentido, as discrepâncias dos resultados obtidos são plenamente justificáveis, tendo em vista que a primeira *palavra*, como informa a Figura 3, é recorrente em nada menos do que 13 partes dos choros analisados, enquanto



a segunda não possui qualquer cópia no *vocabulário* coletado. Isto não impede que em outros contextos, não cobertos pela presente pesquisa, a segunda palavra possa mesmo constituir uma “legítima” configuração rítmica de uma linha melódica de choro, já que seus “blocos construtores” – i.e., as *letras* – representam elementos caracterizadores do gênero

⁸ Para comentários detalhados sobre características funcionais relacionadas à forma, ao ritmo e à harmonia em choros de Pixinguinha, ver ALMADA (2006 e 2013a).