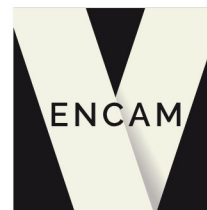




27 A 30 DE MAIO DE 2026

V ENCONTRO DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE



CALCULADORA DE TEMPERAMENTOS MUSICAIS: guia para a afinação musical

Eduardo Conde Garcia Jr
Universidade Federal de Sergipe
condegarcia@academico.ufs.br

RESUMO

PROBLEMA/QUESTÃO

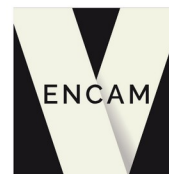
Ao longo da história da música ocidental, os sistemas de afinação aplicados a instrumentos de altura fixa foram desenvolvidos com base na percepção auditiva de músicos experientes, que manipulavam a diluição das comas pitagórica¹ e sintônica² na construção de diferentes temperamentos (Barbour, 1951, p. 177-178). Esses sistemas organizam-se em quatro grandes categorias: afinação pitagórica, temperamentos mesotônicos, bons-temperamentos e temperamento igual. Embora cada período tenha privilegiado determinados intervalos (quintas justas puras, terças maiores puras ou mobilidade tonal), todos dependeram de critérios empíricos de escuta, especialmente da percepção de batimentos e da redistribuição controlada das comas.

Com a consolidação dos afinadores eletrônicos, difundiu-se um paradigma sustentado por modelos matemáticos fixos, muitas vezes desvinculados de variáveis perceptivo-acústicas relevantes, como a inarmonicidade (Railsback, 1938, pp. 274–276) das cordas e as escolhas estéticas envolvidas em um temperamento. Ainda que tais dispositivos ofereçam precisão numérica, nem sempre permitem ao músico ou pesquisador visualizar e manipular conscientemente a distribuição da coma ao longo do ciclo das quintas, elemento estrutural de qualquer sistema temperado.

Diante dessa lacuna, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: seria possível desenvolver uma ferramenta capaz de mensurar com precisão a diluição da coma pitagórica nas quintas justas e, ao mesmo tempo, permitir a simulação e criação controlada de diferentes sistemas de temperamento, integrando critérios matemáticos, acústicos e estéticos?

OBJETIVOS



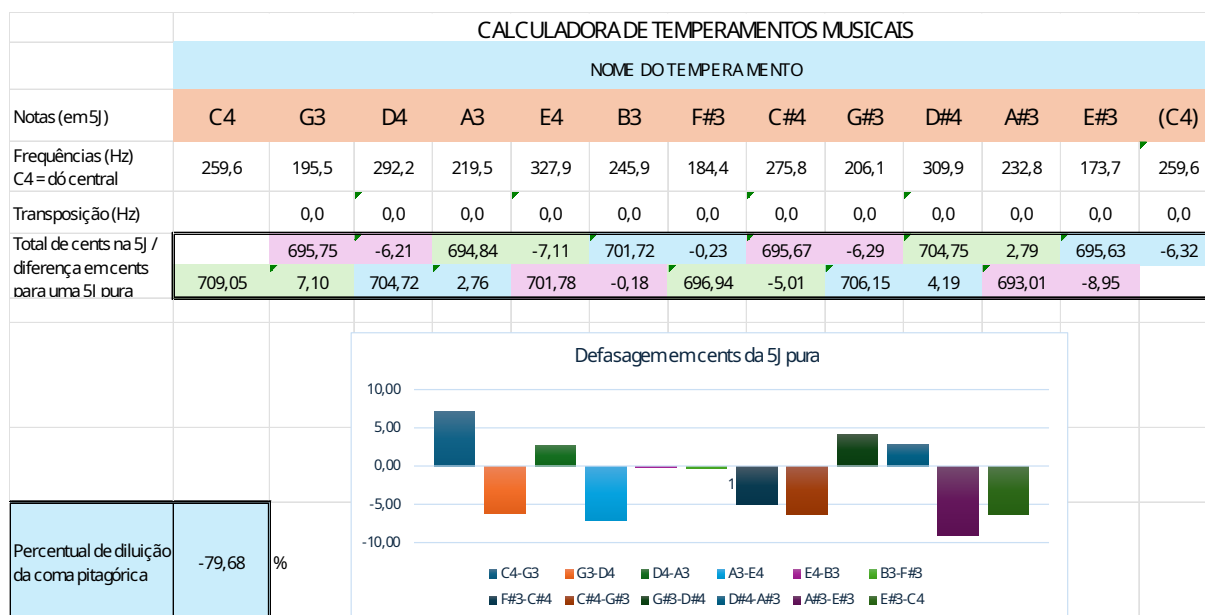


O cerne desta pesquisa consiste na elaboração de uma calculadora de temperamentos musicais, instrumento capaz de modelar e quantificar matematicamente a diluição acumulativa da coma pitagórica nas quintas justas (5J), possibilitando sua redistribuição controlada ao longo do ciclo das quintas para a criação consciente de um temperamento musical.

RESULTADOS E PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES

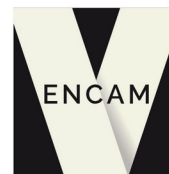
A calculadora foi implementada em planilha do Excel, com aplicação de fórmulas logarítmicas para o cálculo da diferença, em cents, entre duas frequências ($1200 \times \log_2 f1/f2$). A comparação desse resultado com 701,955 cents – valor correspondente à quinta justa pura – determina o desvio específico de cada 5J no sistema criado.

O percentual global de diluição da coma pitagórica é obtido pela média dos desvios das 11 primeiras quintas do ciclo (Lindley, 1980, p. 670), considerando que a oitava deve permanecer pura na prática. Tal procedimento evita que o cálculo das doze quintas conduza inevitavelmente à diluição integral da coma dentro da oitava de 1200 cents. A ferramenta também permite aferir o percentual total de diluição e transpor o sistema para diferentes frequências de referência:



CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES

Esta pesquisa demonstra que é possível integrar modelagem matemática e percepção auditiva na construção consciente de sistemas de temperamento. A calculadora não substitui o ouvido do músico/afinador, mas amplia sua compreensão estrutural ao tornar visível a redistribuição da coma pitagórica. Como implicação, contribui tanto para a teoria da afinação quanto para a prática experimental de afinadores e intérpretes interessados na criação controlada de novos sistemas. Como desdobramento, a metodologia poderá incorporar variáveis como a inarmonicidade instrumental e a diluição da coma sintônica,



ampliando seu alcance analítico e abrindo novas perspectivas para investigações experimentais em afinação musical.

PALAVRAS-CHAVE

Temperamentos musicais, afinação, coma pitagórica, coma sintônica.

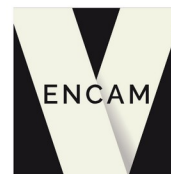
REFERÊNCIAS

Barbour, J. M. (1951). Tuning and temperament: a historical survey. Dover Publications.

Lindley, M. (1980). Temperaments. In S. Sadie (Ed.), The New Grove Dictionary of Music and Musicians (Vol. 18, pp. 669–675). Macmillan.

Railsback, O. L. (1938). Scale temperament as applied to piano tuning. The Journal of the Acoustical Society of America, 9(4), 274–280. <https://doi.org/10.1121/1.1915912>





MUSICAL TEMPERAMENT CALCULATOR: *a guide to musical tuning*

Eduardo Conde Garcia Jr
Universidade Federal de Sergipe
condegarcia@academico.ufs.br

ABSTRACT

RESEARCH QUESTION/PROBLEM

Throughout the history of Western music, tuning systems applied to fixed-pitch instruments were developed on the basis of the auditory perception of experienced musicians, who manipulated the dilution of the Pythagorean and syntonic commas in the construction of temperaments (Barbour, 1951, pp. 177–178). These systems can be organized into four major categories: Pythagorean tuning, meantone temperaments, well temperaments, and equal temperament. Although each historical period favored particular intervals (pure perfect fifths, pure major thirds, or tonal mobility) all relied on empirical listening criteria, especially the perception of beats and the controlled redistribution of commas.

With the consolidation of electronic tuning devices, a paradigm grounded in mathematical models became widespread, often detached from perceptual-acoustic variables such as string inharmonicity (Railsback, 1938, pp. 274–276) and aesthetic choices involved in temperaments. Although such devices provide numerical precision, they do not allow musicians or researchers to consciously visualize and distribute the comma throughout the cycle of fifths, a structural element of any tempered system.

In light of this gap, the following research question arises: would it be possible to develop a tool capable of accurately measuring the dilution of the Pythagorean comma in perfect fifths while enabling the simulation and creation of different temperament systems, integrating mathematical, acoustic, and aesthetic criteria?

OBJECTIVES

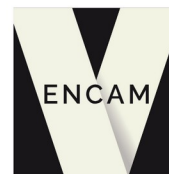
The core of this research lies in the development of a musical temperament calculator, a tool capable of mathematically modeling and quantifying cumulative dilutions of the Pythagorean comma in perfect fifths (P5s), thereby enabling its redistribution throughout the cycle of fifths for the creation of a musical temperament.

RESULTS AND MAIN CONTRIBUTIONS

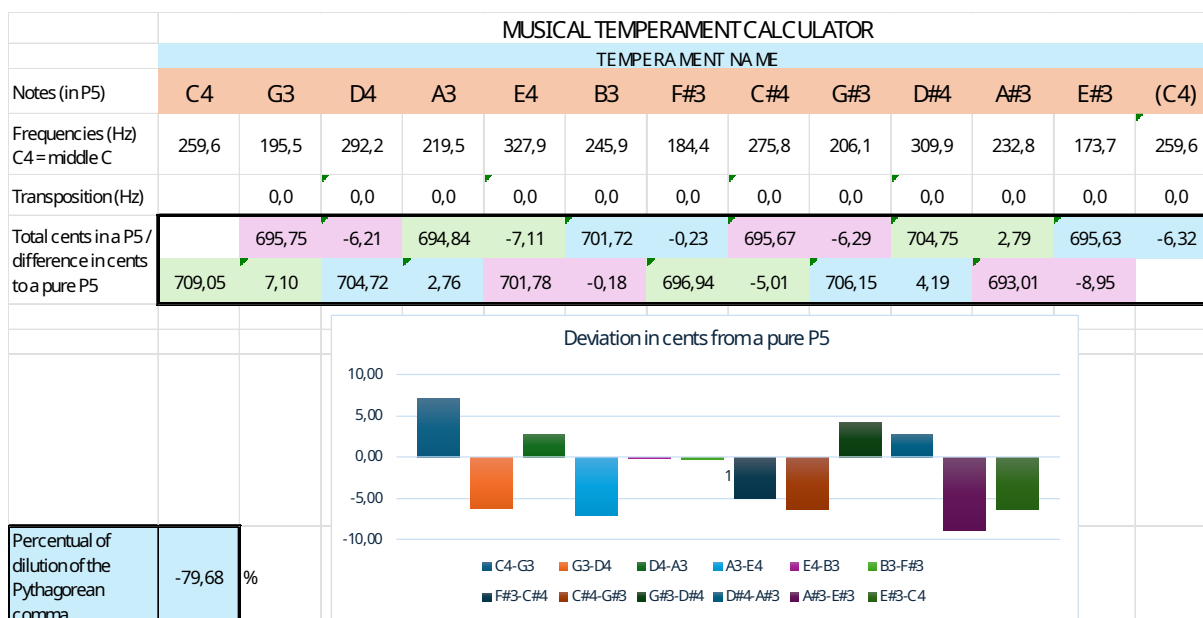
The calculator was implemented in an Excel spreadsheet, applying logarithmic formulas to compute the difference, in cents, between two frequencies ($1200 \times \log_2 f_1/f_2$). The comparison of this result with 701.955 cents – value corresponding to a pure P5 – determines the deviation of each P5 within the constructed system.

The overall percentage of dilution of the Pythagorean comma is obtained by calculating the mean deviation of the first eleven fifths in the cycle (Lindley, 1980, p. 670),





considering that the octave must remain pure in practice. This procedure prevents the calculation of all twelve fifths from inevitably resulting in the complete dilution of the comma within the 1200-cent octave. The tool also makes it possible to determine the total percentage of dilution and to transpose the system to different reference frequencies:



CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

This research demonstrates that it is possible to integrate mathematical modeling and auditory perception in the conscious construction of temperament systems. The calculator does not replace the musician's or tuner's ear; rather, it expands structural understanding by making the redistribution of the Pythagorean comma visible.

As an implication, the study contributes both to tuning theory and to the experimental practice of tuners interested in the creation of new systems. As a further development, the methodology may incorporate variables such as instrumental inharmonicity and the dilution of the syntonic comma, thereby broadening its analytical scope and opening new perspectives for investigations in musical tuning.

KEYWORDS

Musical temperaments, tuning, pythagorean comma, syntonic comma

REFERENCES

- Barbour, J. M. (1951). *Tuning and temperament: a historical survey*. Dover Publications.
- Lindley, M. (1980). Temperaments. In S. Sadie (Ed.), *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* (Vol. 18, pp. 669–675). Macmillan.
- Railsback, O. L. (1938). Scale temperament as applied to piano tuning. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 9(4), 274–280. <https://doi.org/10.1121/1.1915912>

