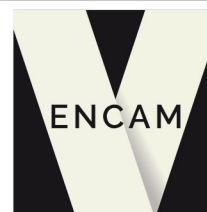




27 A 30 DE MAIO DE 2026

V ENCONTRO DE COGNIÇÃO E ARTES MUSICAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE



TEMPERAMENTOS DA VIA LÁCTEA: uma proposta de cinco sistemas de afinação bem-temperada

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

RESUMO

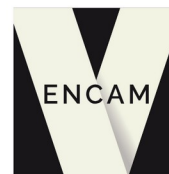
PROBLEMA/QUESTÃO

Os sistemas de afinação na música ocidental podem ser organizados em quatro grandes categorias: afinação pitagórica, temperamentos mesotônicos, bons-temperamentos e temperamento igual. O temperamento pode ser definido como “o processo de alterar quintas e terças para equilibrar essas diferenças enquanto se mantém a oitava intocada” (Sturm, 2010, tradução nossa). Enquanto a afinação pitagórica, com quintas justas puras¹, gerou a coma pitagórica² os sistemas posteriores envolvem diferentes formas de diluição desta e da coma sintônica³, buscando equilibrar pureza intervalar e mobilidade tonal. Durante o Renascimento, os temperamentos mesotônicos favoreceram determinadas tonalidades, limitando a circulação harmônica (Zumpano & Goldemberg, s.d.). A partir do Barroco, os bons-temperamentos possibilitaram a exploração de todas as tonalidades por meio da diluição desigual da coma pitagórica, preservando a identidade de cada harmonia. No século XX, consolidou-se o temperamento igual, que “satisfaz as necessidades de compositores desde o Classicismo” (True, 2018, p. 72, tradução nossa) e padronizou as relações intervalares, mas reduziu as diferenças tímbricas entre harmonias. Diante desse contexto, coloca-se a seguinte questão: seria possível retomar o uso de bons-temperamentos na prática pianística contemporânea, especialmente em salas de concerto, de modo a ampliar a paleta expressiva sem comprometer a mobilidade tonal exigida pelo repertório atual?

OBJETIVOS

Demonstrar a criação de cinco sistemas de afinação, que se enquadram na categoria dos bons-temperamentos, inspirados na Via Láctea: *Norma-Cygnus*, *Scutum-Crux*, *Carina-Sagittarius*, *Orion* e *Perseus*.





MÉTODO

A elaboração desses temperamentos fundamentou-se em método empírico-teórico, no qual a teoria orienta a prática e a prática valida os pressupostos teóricos. Foram aplicados conceitos relativos às comas pitagórica e sintônica, investigados por meio da prática de afinação de pianos, com ênfase na percepção auditiva dos desvios intervalares. Paralelamente, “passos matemáticos (foram) desenvolvidos para obter bons-temperamentos otimizados” (Broekaert, 2019, tradução nossa) com a elaboração de uma calculadora de temperamentos musicais, possibilitando gerar gráficos sobre o comportamento das quintas e a diluição da coma pitagórica.

RESULTADOS

Desta pesquisa, resultaram cinco sistemas de afinação bem-temperada. Com a exceção do sistema *Norma-Cygnus*, todos os demais diluem a coma pitagórica (CP) parcialmente, tornando suas quintas justas (5J) alargadas (+), comprimidas (-) ou mesmo puras (P), de acordo com a estética desejada. However, in none of them is the wolf fifth observed, which makes all of them behave as well temperaments. Algumas estratégias estéticas foram aplicadas, como a pulsação do coração em *Scutum-Crux* (CP: 109,1%; sete 5J-, três 5JP, duas 5J+). Em *Perseus* (CP: 79,7%; seis 5J-, duas 5JP, quatro 5J+), a sequência de Fibonacci é aplicada às relações de batimento entre determinadas terças maiores e quintas justas. *Carina-Sagittarius* (CP: 66,0%; oito 5J-, quatro 5J+), por sua vez, apresenta algumas diluições mesotônicas. *Orion* explora algumas 3as e 5as puras, aludindo à pureza da criação.

CONCLUSÕES

Conclui-se que os sistemas desenvolvidos se enquadram dentro da família dos bons-temperamentos, permitindo execução em todas as tonalidades e ampliando as possibilidades expressivas na prática pianística contemporânea, sem comprometer a mobilidade tonal.

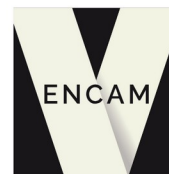
PALAVRAS-CHAVE

bons temperamentos, afinação musical, temperamento musical, piano

REFERÊNCIAS

- Broekaert, J. M. (2019). Well temperaments based on the Werckmeister definition: from Werckmeister, passing Vallotti, Bach and Kirnberger, to equal temperament. Inspired by Kelletat and Amiot. *Journal of Mathematics and Music*. arXiv:1912.10918.
- Sturm, F. (2010, May). A clear and practical introduction to temperament history: Part 1 – Introduction. *Piano Technicians Journal*, 53(5).
- True, T. (2018). The battle between impeccable intonation and maximized modulation. *Musical Offerings*, 9(2).
- Zumpano, N., & Goldemberg, R. (s.d.). *Princípios de técnica e história do temperamento musical*. Sonora, 2(4).





MILKY WAY TEMPERAMENTS: a proposal of five well-tempered tuning systems

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

ABSTRACT

RESEARCH QUESTION/PROBLEM

The tuning systems in Western music can be organized into four major categories: Pythagorean tuning, meantone temperaments, well temperaments, and equal temperament. Temperament can be defined as “the process of altering fifths and thirds in order to balance these differences while maintaining the octave intact” (Sturm, 2010, our translation). While Pythagorean tuning, with pure⁴ perfect fifths, generated the Pythagorean comma⁵, later systems involved different ways of tempering both this and the syntonic comma⁶, seeking a balance between intervallic purity and tonal mobility. During the Renaissance, meantone temperaments favored certain tonalities, limiting harmonic circulation (Zumpano & Goldemberg, n.d.). From the Baroque period onward, well temperaments made it possible to explore all tonalities through the unequal tempering of the Pythagorean comma, preserving the identity of each key. In the twentieth century, equal temperament became consolidated, which “met the needs of composers since the Classical period” (True, 2018, p. 72, our translation) and standardized intervallic relationships, but reduced the timbral differences among harmonies. In light of this context, the following question arises: would it be possible to resume the use of well temperaments in contemporary pianistic practice, especially in concert halls, in order to expand the expressive palette without compromising the tonal mobility required by today’s repertoire?

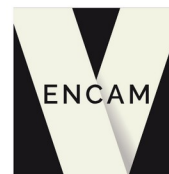
OBJECTIVES

To demonstrate the creation of five tuning systems, belonging to the category of well temperaments, inspired by the Milky Way: *Norma-Cygnus*, *Scutum-Crux*, *Carina-Sagittarius*, *Orion*, and *Perseus*.

METHOD

The development of these temperaments was grounded in an empirical-theoretical method, in which theory guides practice and practice validates theory. Concepts related to the Pythagorean and syntonic commas were applied and investigated through the practice of piano tuning, with emphasis on auditory perception of intervallic deviations. At the same time, “mathematical steps were developed to obtain optimized well temperaments” (Broekaert, 2019, our translation), through the creation of a musical temperament calculator, making it possible to generate graphs on the behavior of fifths and the dilution of the Pythagorean comma.





RESULTS

This research resulted in five well-tempered tuning systems. With the exception of the *Norma-Cygnus* system, all the others partially temper the Pythagorean comma (PC), making their perfect fifths (P5) widened (+), narrowed (–), or pure (p), according to the desired aesthetic. However, none of them contain a wolf fifth⁷, making them fit in the category of well temperaments. Some aesthetic strategies were applied, such as heartbeat pulsation in *Scutum-Crux* (PC: 109.1%; seven –P5s, three pP5s, two +P5s). In *Perseus* (PC: 79.7%; six –P5s, two pP5s, four +P5s), the Fibonacci sequence was applied to beating relationships between certain major thirds and P5. *Carina-Sagittarius* (PC: 66.0%; eight –P5s, four +P5s) presents some meantone-like dilutions. *Orion* explores some pure thirds and fifths, alluding to the purity of creation.

CONCLUSIONS

It can be concluded that the developed systems fall within the family of well-temperaments, allowing performance in all keys and expanding expressive possibilities in contemporary pianistic practice without compromising tonal mobility.

KEYWORDS

well temperaments, musical tuning, musical temperament, piano

REFERENCES

- Broekaert, J. M. (2019). Well temperaments based on the Werckmeister definition: from Werckmeister, passing Vallotti, Bach and Kirnberger, to equal temperament. Inspired by Kelletat and Amiot. *Journal of Mathematics and Music*. arXiv:1912.10918.
- Sturm, F. (2010, May). A clear and practical introduction to temperament history: Part 1 – Introduction. *Piano Technicians Journal*, 53(5).
- True, T. (2018). The battle between impeccable intonation and maximized modulation. *Musical Offerings*, 9(2).
- Zumpano, N., & Goldemberg, R. (s.d.). Princípios de técnica e história do temperamento musical. *Sonora*, 2(4).

