

COMPUTAÇÃO E MÚSICA - 2012/2

Profs. **Marcelo Pimenta**  
**Marcelo Johann**

- Basics
  - Physics, sound and music
- Finding notes and scales
  - Just scale from Ptolemy
  - Equal scale adopted by modern occidental music
- Technology
  - Pure Data
- Listening
  - Walter Carlos
  - Switched on Bach

UFRGS Introdução à Computação Música - 2012/2 1/17

First: Motivation  
What is our problem today ?

UFRGS Introdução à Computação Música - 2012/2 2/17

How many notes are there ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 ∞

UFRGS Introdução à Computação Música - 2012/2 3/17

Why are some notes white and others black ?

Discrimination ???

UFRGS Introdução à Computação Música - 2012/2 4/17

Is F sharp different from G flat ???

Sustenido Bemol  
Fá Sol

UFRGS Introdução à Computação Música - 2012/2 5/17

What is a well tempered clavier?

J.S. BACH  
Das Wohltemperirte Klavier  
The Well-Tempered Clavier  
I  
BWV 840-849

Johann Sebastian Bach  
THE WELL-TEMPERED CLAVIER  
Books I and II, Complete

UFRGS Introdução à Computação Música - 2012/2 6/17



## Basics - Sound

- Wave Propagation

[www.falstad.com](http://www.falstad.com)

- Standing waves

- Vibrating Strings

<http://saaphysics.com/PhysicsText/Ch1Sect2.htm>

- Walter Fendt's

pipe-waves.html

- Characteristics

Intensity, pitch, waveform ("timbre")

UFRGS Introdução à Computação Musical - 2012/2 8/17

## Basics - Music

- What is music?

1. Music is an art form whose medium is sound.

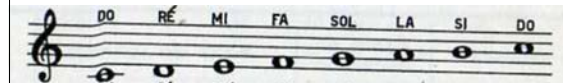
2. It is organized sound!

- It is our perception of (complex) structures or relations in sound changing over time...

- So we need to understand/define such relations

UFRGS Introdução à Computação Musical - 2012/2 9/17

## Trying to determine notes

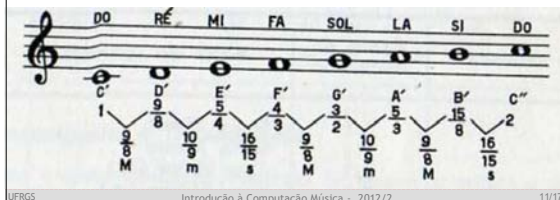


UFRGS Introdução à Computação Musical - 2012/2 10/17

## Important fractions

- M, m, s generate simple relations from 1 to 2

- This arrangement maximizes consonances



UFRGS Introdução à Computação Musical - 2012/2 11/17

## Consonances

Razão decimal	Intervalo	Composição do Intervalo	Razão da Frequência	Tons usados (na Escala Ptolemaica baseado no C como Tônica).
2,0000 .....	Oitava	$3M + 2m + 2s$	2:1	(CC') (FD')
1,6875 .....	Sexta "Dórico" Maior	$3M + m + s$	27:16	
1,6667 .....	Sexta Maior	$2M + 2m + s$	5:3	(CA) (DB) (GE')
1,6000 .....	Sexta menor	$2M + m + 2s$	8:5	(EC) (AF') (BG')
1,5000 .....	Quinta	$2M + m + s$	3:2	(CG) (EB) (FC') (GD') (AE')
1,4815 .....	Quinta Dórico	$M + 2m + s$	40:27	(DA) (BF)
1,4250 .....	Tritono	$2M + m$	45:32	(FB)
1,4222 .....		$M + m + 2s$	64:45	(AD')
1,3500 .....	Quarta Dórico	$2M + s$	27:20	(CF) (DG) (EA)
1,3333 .....	Quarta	$M + m + s$	4:3	(GC') (BE')
1,2500 .....	Terça Maior	$M + m$	5:4	(CE) (FA) (GB)
1,2000 .....	Terça Menor	$M + s$	6:5	(BD')
1,1852 .....	Terça Dórico Menor	$m + s$	32:27	(EG) (AC') (BD') (DF)

Names				
1	fundamental	C	Dó	Ut queant laxis
2	second	D	Ré	Resonare fibris
3	third	E	Mi	Mira gestorum
4	fourth	F	Fá	Famuli tuorum
5	fifth	G	Sol	Solve polluti
6	sixth	A	Lá	Labii reatum
7	seventh	B	Si	Sante Iohannes
				Sensível

UFRGS

Introdução à Computação Musical - 2012/2

13/17

# Modes

	C	D	E	F	G	A	B	C'	D'	E'	F'	G'	A'	B'	C'	
Iônio		M	m	s	M	m	M	s								← escala maior atual
Dórico		m	s	M	m	M	s	M								
Frígio		s	M	m	M	s	M	m								← escala menor atual
Lídio		M	m	s	M	m	s	M								
Miscolídio		m	s	M	m	s	M									
Aeólio		M	s	M	m	s	M	m								
Locrio		s	M	m	s	M	m	M	s							← atual

Ionian Mode (1)	Dorian Mode (2)	Phrygian Mode (3)	Lydian Mode (4)	Mixolydian Mode (5)	Aeolian Mode (6)	Locrian Mode (7)

Modern Musical Modes (overlay - number of semi-tones from tonic)

UFRGS

Introdução à Computação Musical - 2012/2

14/17

UFRGS

Introdução à Computação Musical - 2012/2

14/17

### The Problem

- How to put extra notes diving M and m intervals?
- It is not possible to insert just 5 additional notes such that they sound well, forming simple fractions with respect to the first seven notes, or among them.
- This was an impossible problem to solve... until...

UFRGS

Introdução à Computação Musical - 2012/2

15/17

### Equal Temperament

Tom	Escala Verdadeira	Escala Temperada	Porcentagem de Diferença	Intervalo de C
C	1,00000	1,00000	0	Uníssono
C#	1,05946	1,05946		Semiton
D	1,12250	1,12246		
D#	1,20000	1,18921	- 0,9	Terça Menor
E	1,25000	1,25992	+ 0,8	Terça Maior
F	1,33333	1,33484	+ 0,1	Quarta
F#		1,414214 = $\sqrt{2}$		Tritono
G	1,50000	1,49831	- 0,1	Quinta
G#	1,60000	1,58740	- 0,8	Sexta Menor
A	1,66667	1,68179	+ 0,9	Sexta Maior
A#		1,78180		
B	1,87500	1,88775		
C'	2,00000	2,00000	0	Oitava

UFRGS

Introdução à Computação Musical - 2012/2

16/17

### This is an over-simplification!!!

- We chose just two points in history

- Ference approach: consonances and scales
  - No questions about 3/2 4/3
  - But how to sort, choose notes is another problem

UFRGS

Introdução à Computação Musical - 2012/2

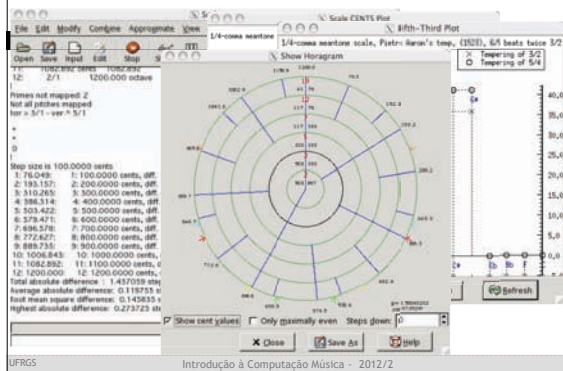
17/17

### Software for Tuning

UFRGS

Introdução à Computação Musical - 2012/2

## Scala: free + database



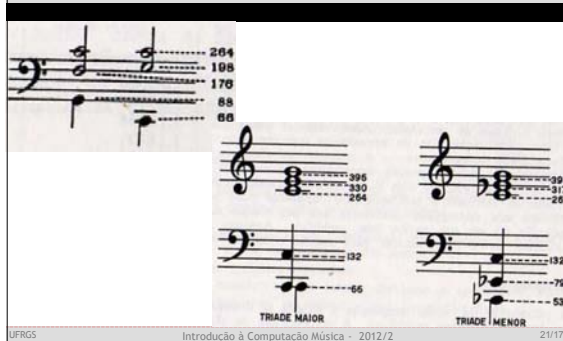
Introdução à Computação Música - 2012/2

## Beyond Scales...

- Microtonality
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/Microtonal\\_music](http://en.wikipedia.org/wiki/Microtonal_music)
- Atonality
  - <http://en.wikipedia.org/wiki/Atonality>
- Dynamic Tonality
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/William\\_Sethares](http://en.wikipedia.org/wiki/William_Sethares)
  - [http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic\\_tonality](http://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_tonality)

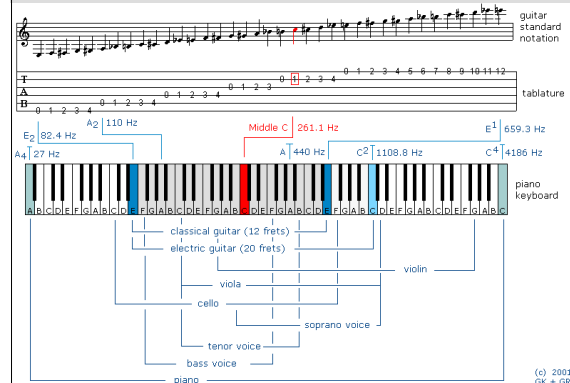
Introdução à Computação Música - 2012/2

## Differences and beats



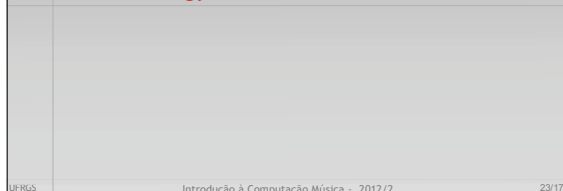
Introdução à Computação Música - 2012/2

## Extension of instruments



(c) 2001  
GK + GB

## Technology



Introdução à Computação Música - 2012/2

## Pure Data

- Pd (aka Pure Data) is a real-time graphical programming environment for audio, video, and graphical processing. It is the third major branch of the family of patcher programming languages known as Max (Max/FTS, ISPW Max, Max/MSP, jMax, etc.) originally developed by Miller Puckette and company at IRCAM.
- <http://puredata.info/>
- <http://crca.ucsd.edu/~msp/>

Introdução à Computação Música - 2012/2

## Live Coding

- [http://en.wikipedia.org/wiki/Live\\_coding](http://en.wikipedia.org/wiki/Live_coding)
- SuperCollider
- Chuck
- Impromptu
- Pure Data
- Max/MSP
- LiveCode
- Fluxus
- ...

UFRGS

Introdução à Computação Música - 2012/2

25/17

## Impromptu

- <http://impromptu.moso.com.au/>

UFRGS

Introdução à Computação Música - 2012/2

26/17

## ISO/ISS and PD

- ICST Zurich
- <http://swarms.cc>
- Exemplo swarms->osc->PD

UFRGS

Introdução à Computação Música - 2012/2

27/17

## Listening

UFRGS

Introdução à Computação Música - 2012/2

28/17

## Switched on Bach (1968)

- Walter Carlos (★ 1939)



- Wendy Carlos (1972)
- [www.wendycarlos.com](http://www.wendycarlos.com)

UFRGS

Introdução à Computação Música - 2012/2

29/17