

A painting of a village by a lake with mountains in the background. The scene is rendered in a style reminiscent of the Impressionist movement, with visible brushstrokes and a rich, somewhat muted color palette. In the foreground, several small, rustic houses with dark, tiled roofs are clustered together. A large, dark tree stands prominently in the middle ground. The background features a calm body of water reflecting the sky, with a range of mountains under a soft, hazy light. The overall mood is serene and contemplative.

**MAC 5900**

# **Algoritmos de Simulação Acústica**

**Mário Henrique Cruz Tôrres**  
**Orientador: Fabio Kon**

**22/11/2007**

# Simulação Computacional

**- Atividade realizada usando um programa de computador que tenta simular um modelo abstrato de um determinado sistema  
([www.wikipedia.org/computer\\_simulation](http://www.wikipedia.org/computer_simulation))**

## **Histórico**

- A Simulação Computacional desenvolveu-se juntamente com o crescimento dos computadores**
- Primeiro grande uso (infelizmente) foi no Projeto Manhattan, para modelar o processo de detonação nuclear, durante a Segunda Guerra Mundial**
- Atualmente é usada em larga escala por diversas áreas da ciência, como a Física, Química, Biologia, Engenharia, Economia, Medicina e da indústria, como na Indústria Aeronáutica, Naval, etc.**

# Alguns Exemplos de Uso de Simulação

- **Meteorologia**
- **Difusão de poluentes no ar**
- **Logística**
- **Criação de barreiras sonoras em estradas**
- **Simuladores de vôo**
- **Simulação Acústica (nosso tema)**
- **Simulação da interação de fármacos**

# Principais tipos de Simulação Computacional

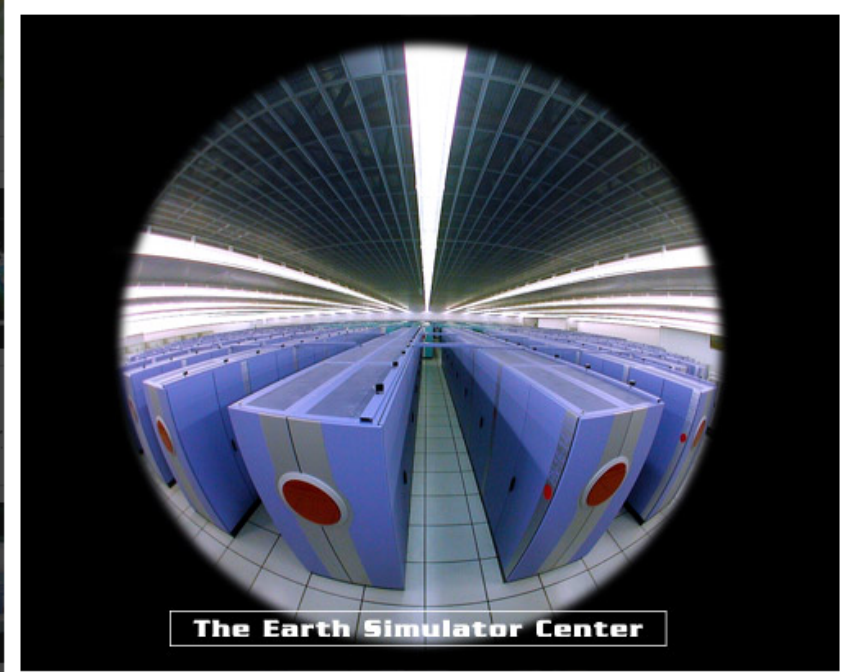
- **Estocástica (Monte Carlo)**
- **Determinística**
- **Discreta/Contínua**

# EarthSimulator

Gallery : The Earth Simulator Center - Mozilla Firefox

File Edit View History del.icio.us Bookmarks Tools Help

http://www.es.jamstec.go.jp/gallery/index.en.html



**The Earth Simulator Center**

Earth Simulator (4)  
Image 4 of 8

Simulation results : Movie

## **EartSimulator (Japão)**

- Supercomputador criado em 2002, dedicado exclusivamente para pesquisas Meteorológicas.**
- Conta com 5120 processadores, e com capacidade de processamento de 35,86 Tflops (1 pc pentium core 2 duo tem aprox. 0,002 Tflops)**
- Computador mais rápido do mundo, entre 2002 e 2004.**
- Instituto de pesquisa para estudar os fenômenos naturais**

# Earth Simulator

The Earth Simulator Center : 地球シミュレーションセンター - Mozilla Firefox

File Edit View History del.icio.us Bookmarks Tools Help

http://www.es.jamstec.go.jp/index.en.html

Google

## ESC The Earth Simulator Center

Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Japanese

Home About ESC Gallery Research Projects Download

### About ESC

- > Message from Director-General
- > Our Mission and Basic Principles
- > Contribution to Society
- > Organization & Governing Structure
- > Resource Allocation
- > History
- > Awards

### Collaboration Results

- > Collaboration projects
- > Domestic Collaboration Projects
- > International Collaboration Projects

### Press Releases

**OCT 16, 2007**

Announcement of the Sixth Earth Simulator Center Symposium -Gentle Relationship between Human Being and Earth- -Taking the Lead in Making Peace

Welcome Atmosphere Ocean Solid Earth Multiscale Advanced Perception Holistic

### Atmosphere and Ocean Simulation Research Group



The Atmosphere and Ocean Simulation Research Group is advancing the frontiers of research in predictability and mechanism of atmospheric and oceanic high-impact events, such as heat waves, heavy snow, and variability of the Kuroshio extension area, by global, ultra-high resolution and large computational simulations.

[OFES Data Access](#)

[ALERA \(AFES-LETKF experimental reanalysis\)](#)

[Atmosphere and Ocean Simulation Research Group Page](#)

### Publication

- [Journal](#)
- [Brochures](#)
- [Annual Report](#)
- [News letter](#)
- [Event Programs](#)

### Gallery

We introduce our simulation results by images and movies.

### Event

Information of ESC events (forum, symposium, etc.).

### Download

You can get free software and simulation data of ESC.

### Seminar

ESC seminar information

### Simulation news

Provides the latest news of the Earth Simulator Center

### What's New

**NOV 09, 2007** [We released information of No. 32 ESC seminar.](#)

**NOV 07, 2007** [We released information of No. 31 ESC seminar.](#)

**NOV 07, 2007** [We released information of No. 30 ESC seminar.](#)



# Simulação Acústica

## Usos

- **Reconstrução da acústica de construções destruídas (Artigo: Use of Acoustic Simulation and Visualization for revitalization of Ancient Buildings)**
- **Simular o comportamento acústico em ambientes ainda não construídos**
- **Melhorar a acústica de ambientes. AcMus usado para melhorar a acústica de salas para prática musical**

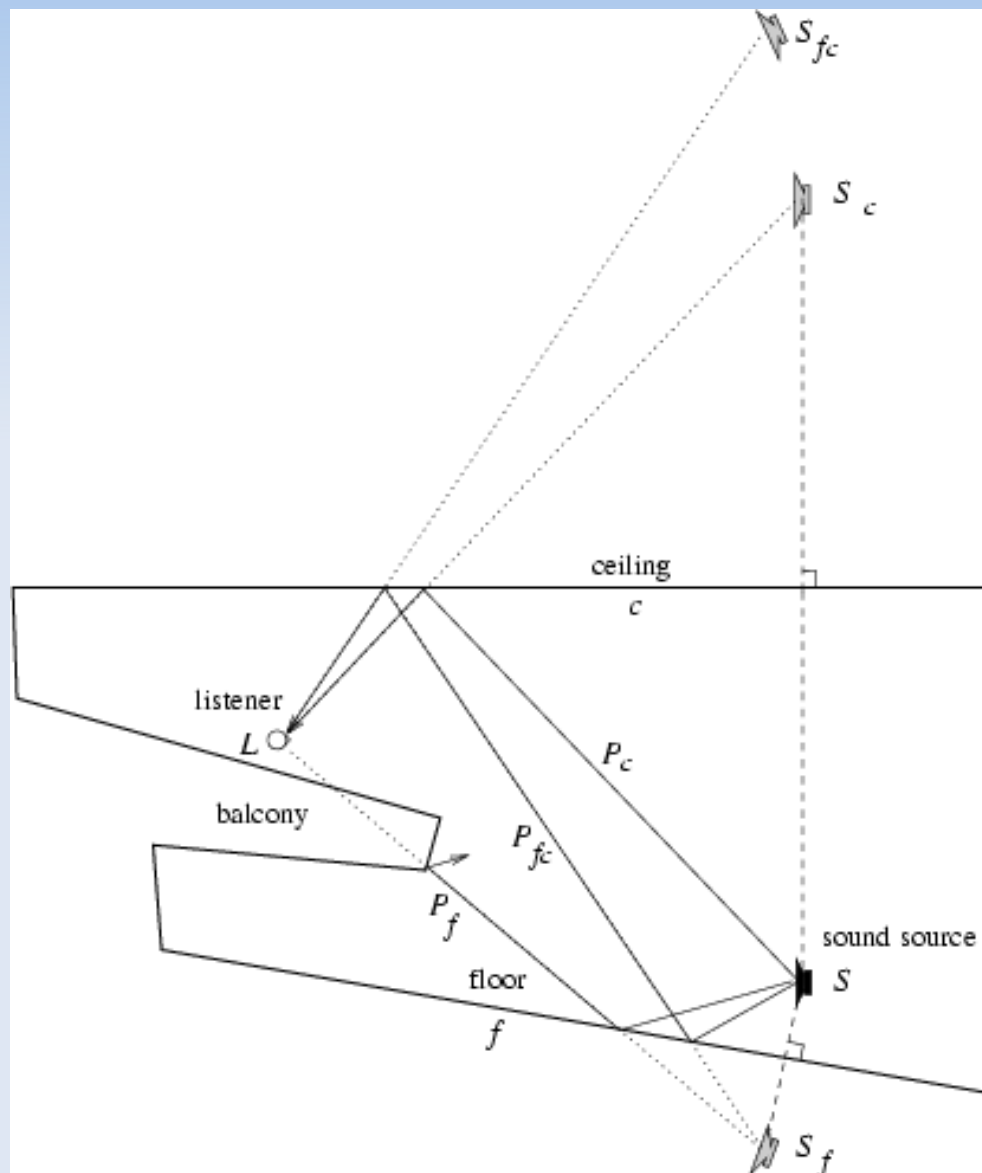
## **História**

- 1958, primeiro modelo de simulação acústica em computador no artigo de Allred, J.C. & Newhouse, A. Applications of the Monte Carlo Method to Architectural Acoustics**
- 2007, Damiam Murphy et. al. Acoustic Modeling Using the Digital Waveguide Mesh**

# Principais Modos de Simulação Acústica

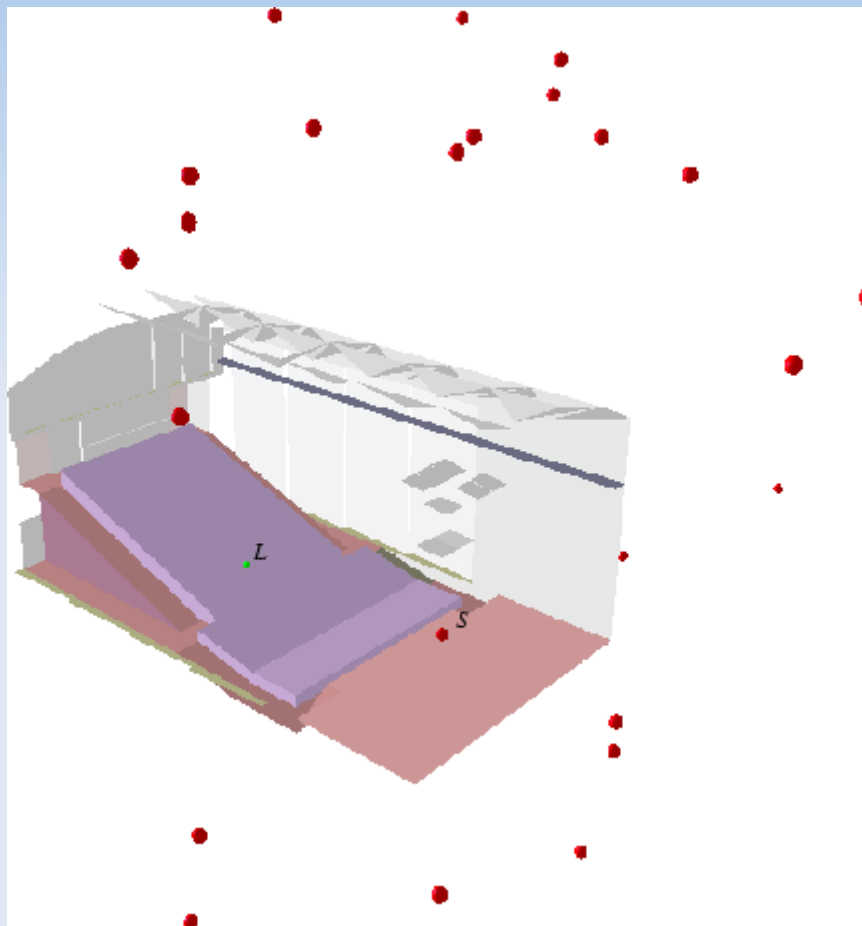
- **Traçado de Raios (Ray Tracing Technique)**
- **Fontes Virtuais (Image Source)**
- **Resolução da Equação de Onda (Wave Based Methods)**

# Principais Características: Fontes Virtuais



- Encontra-se as reflexões da fonte sonora
- Encontra-se as reflexões de  $n$ -ordens da fonte sonora
- Checagem, se todas fontes são visíveis para o receptor

# Principais Características: Fontes Virtuais



**Modelo tridimensional das fontes virtuais encontradas**

# Principais Características: Fontes Virtuais

## Prós

**Fácil implementação**

**Simulação muito rápida**

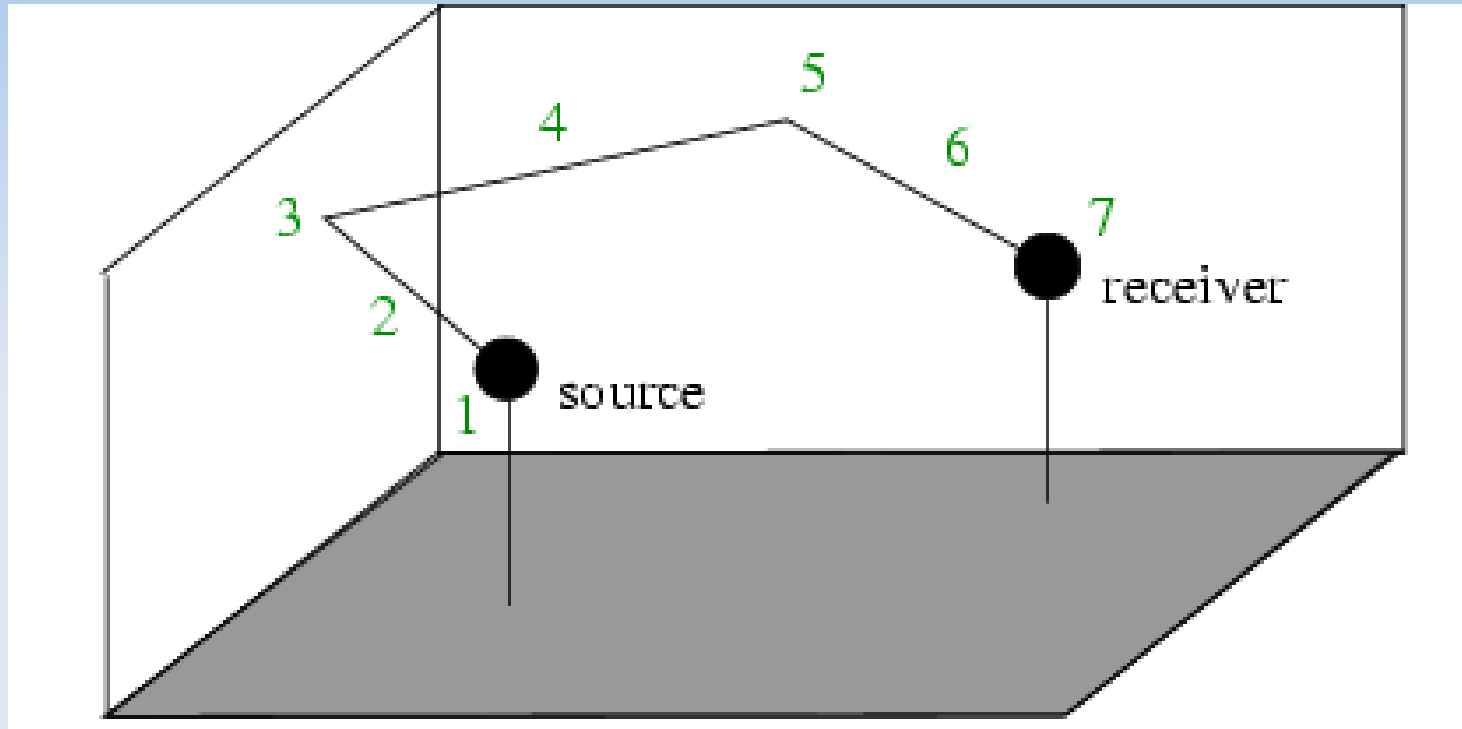
## Contras

**O tempo para encontrar reflexões de maior ordem, maior que 2, cresce exponencialmente.**

## **Principais Características: Equação de onda**

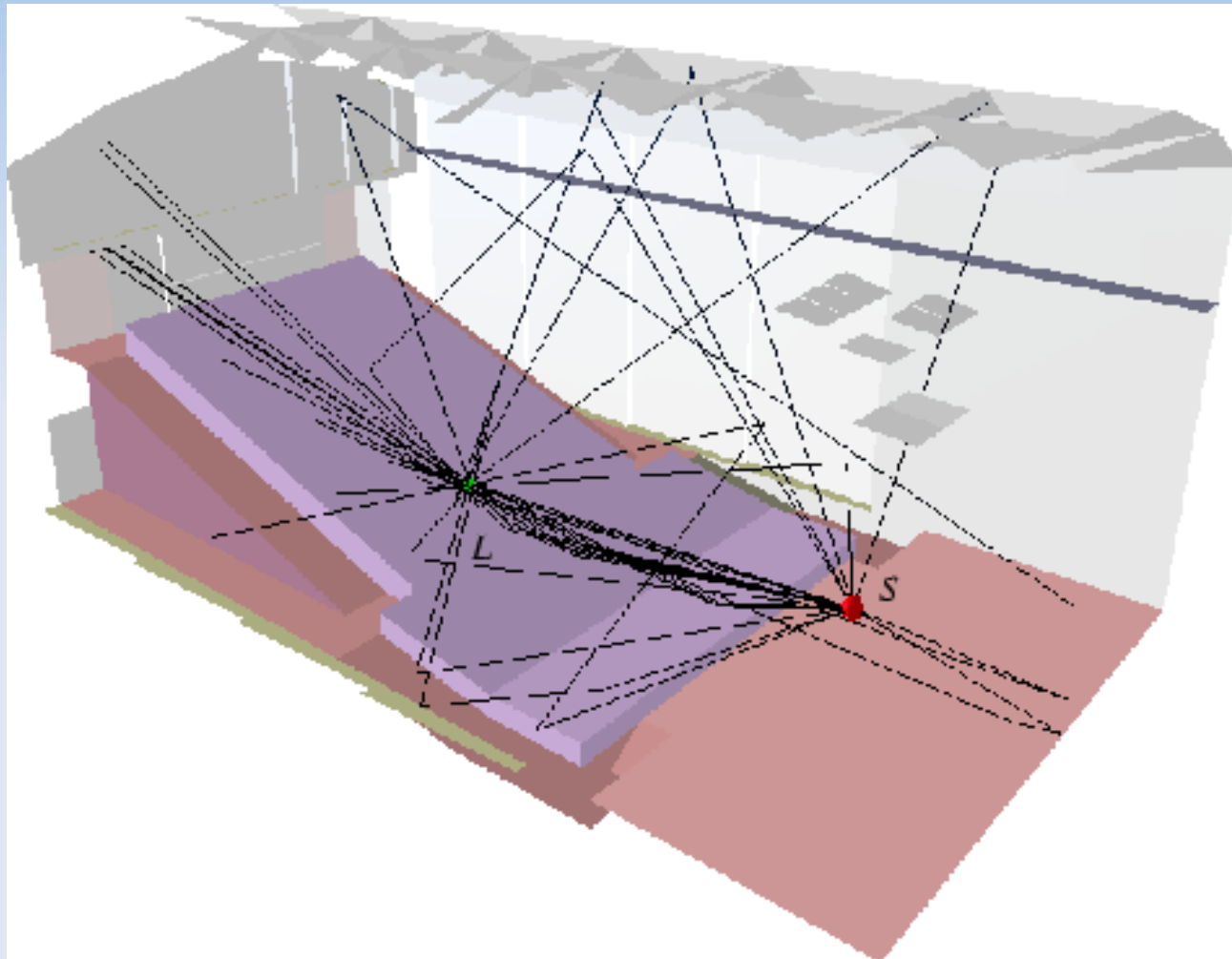
- Consistem em solucionar a equação de onda**
- Podem usar Diferenças Finitas ou Elementos Finitos**
- não conseguem modelar salas complexas, devido à dificuldade acrescentada às condições de contorno**

# Traçado de Raios: Como funciona





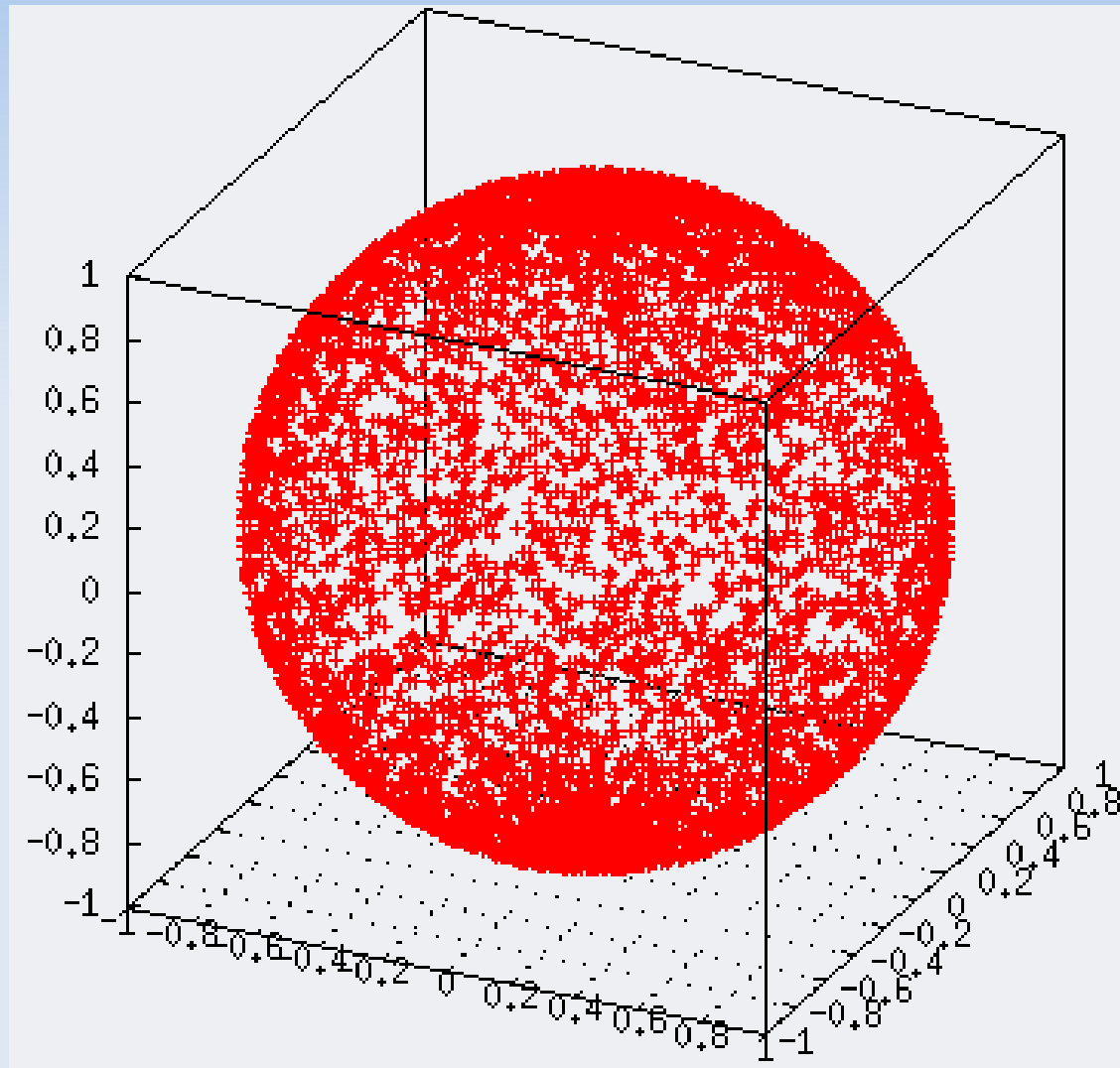
# Traçado de Raios Ilustrado



## Traçado de Raios: Como funciona

- Uma fonte sonora é simulada, onde a onda sonora é discretizada e para cada um desses componentes discretos, chamados raios, é dada uma certa quantidade de energia
- O caminho que cada um desses raios descreve é rastreado, e são aplicadas funções para calcular a perda de energia desses raios, nas reflexões (incidência do raio com uma superfície do ambiente) e perda para ar (trocas de calor)
- Um receptor esférico é posicionado na sala, e a cada iteração, é verificado se algum raio intercepta o receptor.

# Traçado de Raios: Fonte Sonora



# Principais Características: Traçado de Raios

## Prós

- fácil implementação
- vasta literatura
- aplicação em e estudos em outras áreas, como visão computacional

## Contras

- Em princípio não funcionam com receptores pontuais
- Número limitado de raios
- Detalhes na implementação, podem prejudicar os resultados da simulação (Hilmar Lehnert, Systematic Errors of The Ray Tracing Algorithm)

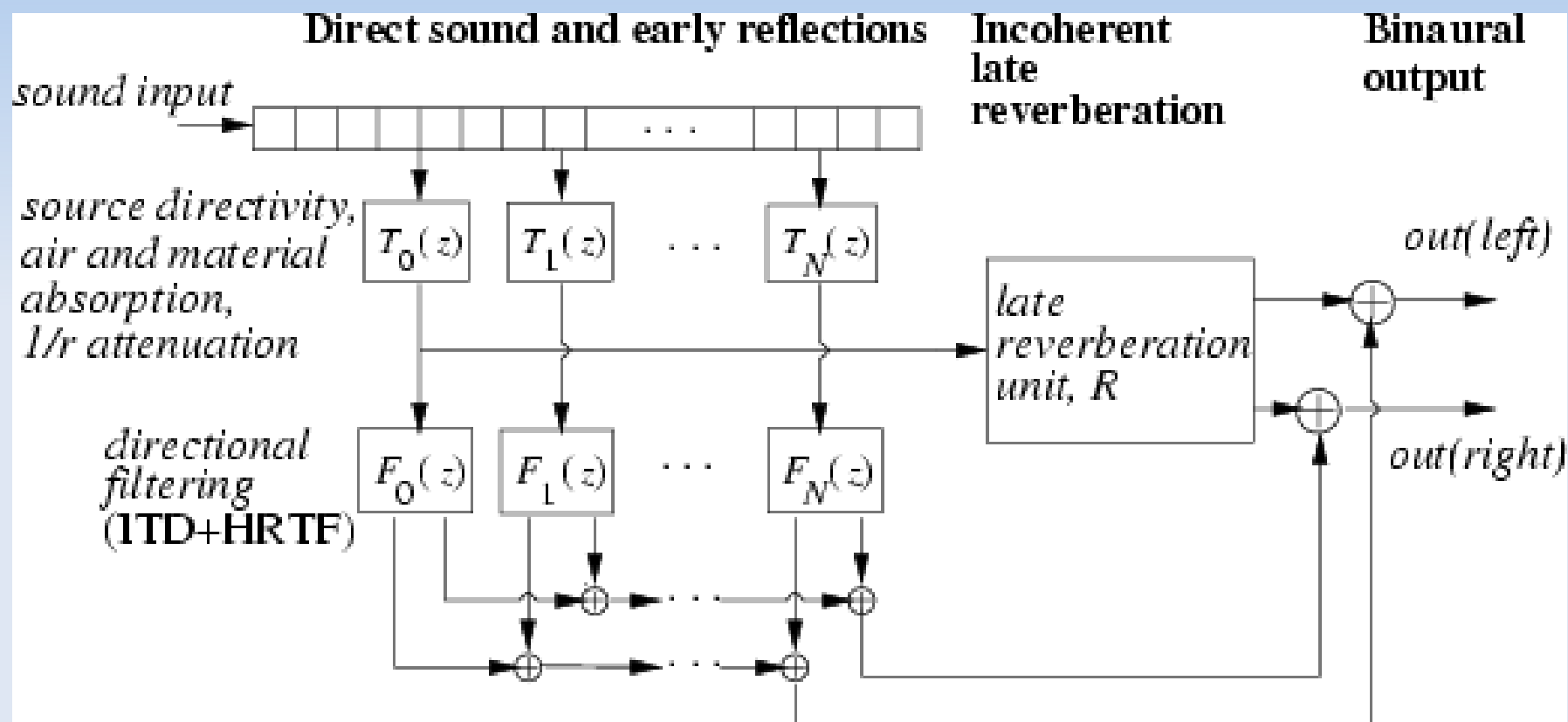
## **Resposta Impulsiva**

**É a resposta que um certo sistema apresenta para um impulso de entrada**

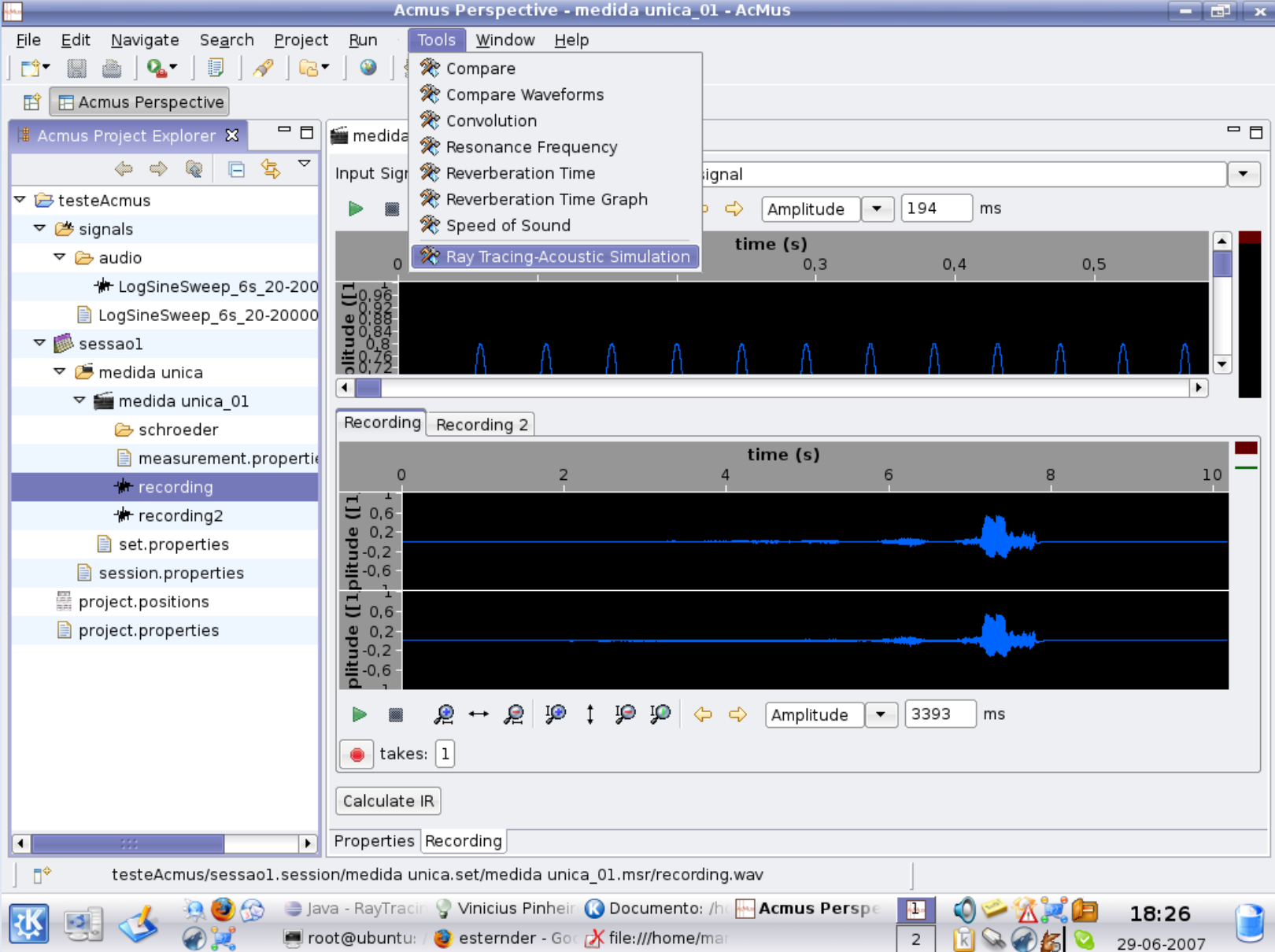
**As simulações acústicas produzem uma Resposta Impulsiva (RI) do ambiente simulado**

**Essa RI pode ser usada para produzir uma auralização da simulação, que é uma convolução da RI com um som de entrada. Assim é possível ouvir como o som se comportaria na sala simulada**

# Auralização



# AcMus



# AcMus

- **Software para medição e simulação da acústica de salas para prática musical**
- **Implementado em Java, na plataforma Eclipse**
- **Tem um algoritmo de Traçado de Raios já implementado**
- **Licenciado sob a LGPL**



## **Exemplo de Uso de Simulação Acústica**

- Roger Dannenberg et. al. (Artigo: Virtual Instrument Placement Via Room Reverberation)**
- São apresentadas três técnicas para se posicionar uma fonte sonora num ambiente. Objetivo, descobrir o som mais agradável aos ouvintes**
- técnicas atuais de gravação e mixagem de som, não dão pistas psico-acústicas para o posicionamento das fontes sonoras**
- proposta é usar a RI da posição onde o instrumento está localizado**

## Exemplo sonoro

- Fazer a exibição dos sons e perguntar qual o melhor

## Conclusão

- **Simulação Computacional é um conjunto de técnicas para problemas de difícil solução analítica**
- **Simulação Acústica conta com 3 métodos principais, Traçado de Raios, Fontes Virtuais, Resolução da Equação de Onda, e para se obter melhores resultados, vários métodos podem ser usados em conjunto**