

Conservatório de Música Popular Cidade de Itajaí

Tecnologia em Música I

Professor: Luciano Stimamiglio

CONCEITOS INTRODUTÓRIOS E RESUMO HISTÓRICO:

TÉCNICA E TECNOLOGIA

Rui Gama, em *“A Tecnologia e o Trabalho na História”* (1986), apresenta os seguintes conceitos:

Técnica: Conjunto de regras práticas para fazer coisas determinadas, envolvendo a habilidade do executor e transmitidas, verbalmente, por exemplo, no uso das mãos, dos instrumentos e ferramentas e das máquinas. Alarga-se frequentemente para nele incluir o conjunto dos processos de uma ciência, arte ou ofício, para obtenção de um resultado determinado com o melhor rendimento possível.

Tecnologia: Estudo e conhecimento científico das operações técnicas ou da técnica. Compreende o estudo sistemático dos instrumentos, das ferramentas e das máquinas empregadas nos diversos ramos da técnica, dos gestos e dos tempos de trabalho e dos custos, dos materiais e da energia empregada. A tecnologia implica na “aplicação dos métodos” das ciências físicas e naturais e, segundo Alan Birou, também na comunicação desses conhecimentos pelo ensino técnico.

Tecnologia envolve:

- conhecimento técnico e científico
- ferramentas e as máquinas que ajudam a resolver problemas
- o encontro entre ciência e engenharia.

Exemplos de tecnologias antigas:

Domínio do fogo, a roda; utensílios para a caça, vestuário, construção, agricultura, medicina, transporte, instrumentos musicais, escrita, etc.

Exemplos de tecnologias avançadas

Fusão nuclear, engenharia molecular, nanotecnologia, robótica, etc.

Exemplos de tecnologias musicais:

Instrumentos musicais acústicos, instrumentos eletrônicos, equipamentos de áudio, equipamentos para gravação, reprodução e comercialização de música, etc.

ELETRICIDADE

Consiste na presença e no fluxo de **carga elétrica**. Exemplos na natureza: peixe-elétrico, relâmpagos (raios), eletricidade estática.

Seu estudo envolve a análise dos fenômenos das cargas elétricas elementares, o comportamento das partículas sub-atômicas e o eletromagnetismo.

Conceitos relacionados:

Carga elétrica, campo elétrico, corrente elétrica, potência elétrica, energia elétrica, eletromagnetismo.

A partir do final do século XIX os conhecimentos sobre **eletricidade** e a consequente manipulação da **energia elétrica** proporcionaram um avanço tecnológico sem precedentes, se tornando a espinha dorsal da sociedade industrial moderna.

BREVE HISTÓRICO: A ELETRICIDADE NA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA:

Antigo Egito: (textos de 2.750 a.C.) – peixe elétrico – “protetor dos peixes”

Grécia Antiga: - observação **fenômenos elétricos** (peixe-gato, arraia elétrica – choques para tratamento de gota e dor de cabeça)

- noções de **condutividade**



- 600 a.C. – Tales de Mileto: observações sobre **eletricidade estática** (âmbar atritado com peles ou similares; observação da pedra magnetita)

A eletricidade se restringiu a uma curiosidade científica até o final do século 17 e início do século 18, onde ocorreram os primeiros avanços.

- 1600 – Gilbert – Estudo “De Magnete” – palavra “*electricus*” (“como âmbar”), *eletric*, *eletricity*.



- 1752 – Franklin – ampla pesquisa sobre eletricidade. “Experiência da pipa” – raios possuem natureza elétrica (que os árabes conheciam desde o séc.14). Inventou o **para-raios**.

- 1791 Galvani – **Bioeletricidade** – as células nervosas comandam os músculos por impulsos elétricos.



- Século 18: experiências com **máquinas eletrostáticas** para gerar eletricidade.

1800 – Volta – **Pilha Voltaica (bateria)** – fonte mais confiável e estável de energia elétrica. Sobreposição de camadas de zinco e cobre.

1820 – **Eletromagnetismo** – antes confundido com eletricidade estática



1821 – Faraday – **Motor Elétrico** – Até então os motores empregavam força humana, animal, hidráulica, eólica, ou do vapor.

1839 – Becquerel – **célula fotovoltaica**. Estudos de fotocondutividade aprimorados em 1861.

A partir de 1850 – estudos da alta tensão e dos gases. Experiências com raios catódicos – descoberta do **elétron**.

1874 – Hughes – Geração de **ondas eletromagnéticas**.

– estudos sobre efeito **semicondutor** (sulfetos de chumbo e ferro)

No fim do século 19 já haviam muitas aplicações práticas da energia elétrica para uso industrial e residencial: iluminação, maquinário industrial, transporte, aquecimento, comunicações (rádio, telégrafo, telefone), música e computação.

1879 – Thomas Edison – emprego da **corrente contínua**, lâmpada incandescente, microfone a carvão, fonógrafo.

1887 – Nikola Tesla vende a patente da **corrente alternada** para George Westinghouse que, após árdua disputa com Edison, vence a licitação do governo americano para adotá-lo como meio mais eficiente e modelo-padrão para a distribuição de energia elétrica.

Documentário: Edison X Tesla: <https://youtu.be/TjB3t4TpsDo>

ELETRÔNICA

É a ciência que estuda a forma de controlar a energia elétrica por meios elétricos nos quais os **elétrons** têm papel fundamental.

Estuda o uso de circuitos formados por componentes elétricos e eletrônicos, com o objetivo principal de *representar, armazenar, transmitir ou processar* informações além do controle de processos e servo mecanismos.

Divide-se em duas formas de apresentação dos sinais elétricos: eletrônica **analógica** e **digital**.

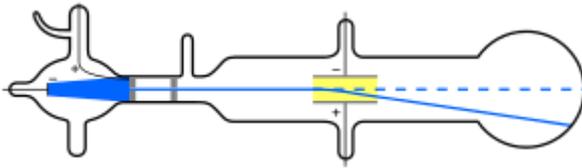
Estão dentro da área de interesse da eletrônica: os circuitos internos dos **computadores** (que armazenam e processam informações), os **sistemas de telecomunicações** (que transmitem informações), os diversos tipos de **sensores** e **transdutores** (que representam grandezas físicas - informações - sob forma de sinais elétricos).

BREVE HISTÓRICO DA ELETRÔNICA:

1861 – Descoberta do efeito fotocondutivo do selênio (fotocondutividade).

1874 – Efeito semicondutor em sulfetos de chumbo e ferro

1878 – Graham Bell – experiências com **telefone**



1885 – Geisler – Bomba para retirar o ar de tubos de vidro. Estudo da condução de eletricidade em gases sob baixa pressão (princípio da **válvula termiônica**). Experiência aprimorada por Plucker e Thomson.

1883 – Válvula de Edison – precursora da válvula termiônica.

1887 – Hertz – **efeito foto emissivo**

1890 – Elster e Geitel – **válvula eletrônica foto emissiva**.

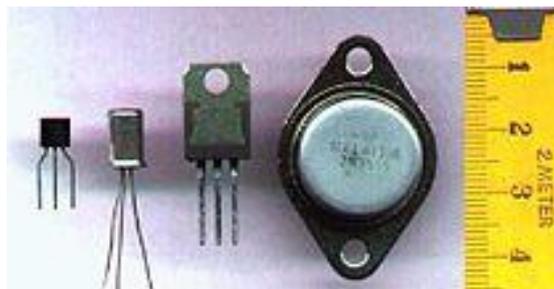
1901 – Sinais de **rádio**

- A eletrônica se baseou em **válvulas termiônicas** até meados do sec. 20 (**eletrônica termiônica**).



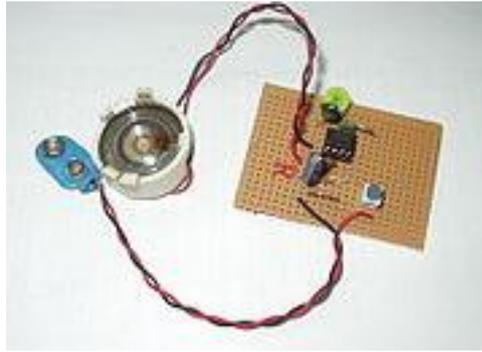
Válvulas para diversas aplicações

- Bell Telephone - **transistor** (era do semicondutor)



Transistores com diferentes encapsulamentos

- **Circuitos eletrônicos**

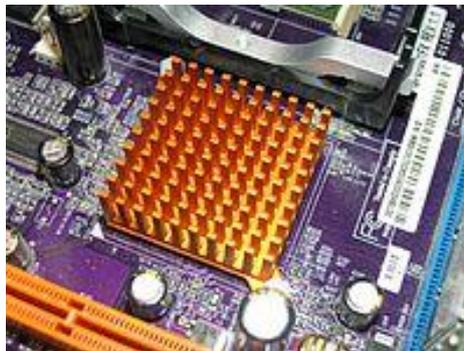


Circuito montado a mão

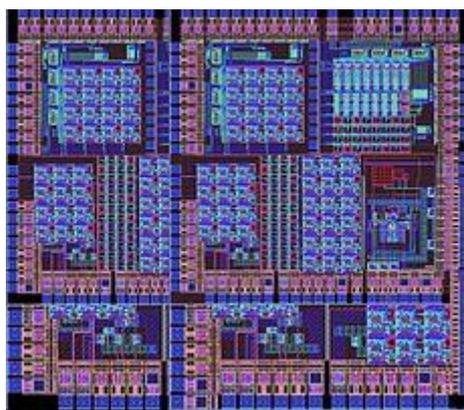
- Final dos anos 1960 – **circuito integrado**

- Anos 1970 – componentes em **silício** – manipulação mais fácil.

- Componentes eletrônicos entram em **larga escala de integração**.



- Anos 1980 – Componentes eletrônicos em **extra larga escala de integração**
– **microprocessadores**



- **Computação quântica**: conceito de Richard Feynman (1959) Atualmente existem protótipos desenvolvidos pela IBM, D Wawe, Google/NASA e Honeywell. <https://youtu.be/1EpLuvmmQWc> / <https://youtu.be/unRq6XKzuzE>

- 1981: início da era da **nanotecnologia**.

- Projeções do futuro da eletrônica: cibernética, micro-mecânica, mecatrônica, biomecatrônica, robótica, robotização biológica...

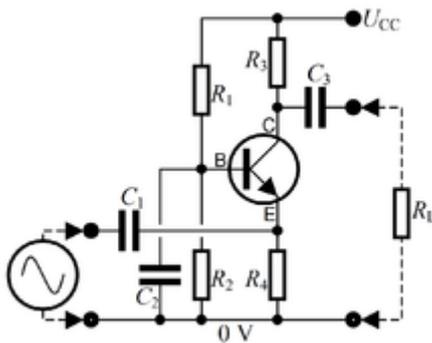
EVOLUÇÃO DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS

- primeiro componente eletrônico puro: **célula fotovoltaica** (1839)
- **válvula termiônica** e alguns diodos à base de Selênio (Se).

A válvula termiônica, também chamada de válvula eletrônica, é um dispositivo que controla a passagem da corrente elétrica através do vácuo dentro de um bulbo de vidro, sendo utilizada em larga escala até meados da década de 1960. Aos poucos, foi substituída pelos transístores.

- **transístor** - dispositivo que controla a passagem da corrente elétrica através de materiais semi condutores inteiramente sólidos.

Por definição, válvula termiônica e transistor são componentes eletrônicos que servem para executar trabalhos idênticos, o segundo porém mais moderno que o primeiro.



Esquema de um amplificador simples

A eletrônica, ao passar do tempo, acabou por desenvolver e estudar novos circuitos eletrônicos além de transístores, diodos, fotocélulas, capacitores, indutores, resistores, etc.

A tecnologia de miniaturização desenvolveu os **circuitos integrados**, os **microcircuitos**, as **memórias eletrônicas**, os **microprocessadores**, além de miniaturizar os capacitores, indutores, resistores, entre outros.

EVOLUÇÃO DOS COMPUTADORES

Conceitos organizados por Cléuzio Fonseca Filho em “*História da Computação*” (2007)

- A evolução do conceito de número e da escrita numérica
- Desenvolvimentos iniciais da ciência do cálculo
- Método Axiomático de Euclides
- Diophantus, al-Kharazmi e o desenvolvimento da Álgebra

- A automatização do raciocínio
- A mecanização do cálculo
- Leibniz, o precursor da Lógica Matemática moderna

COMPUTADOR

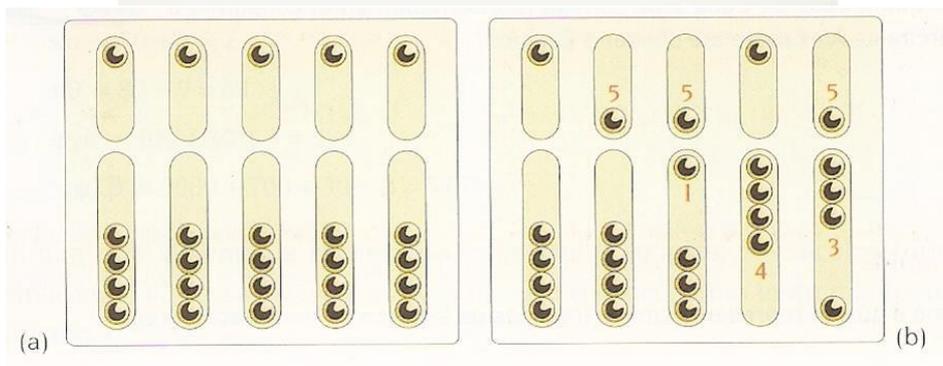
Computador é uma máquina capaz de tratar (processar) variados tipos de informação de forma automática.

Exemplos de computadores: ábaco, calculadoras.

ÁBACO

O Ábaco¹ foi a primeira calculadora da história e seu primeiro registro é datado no ano de 5500 a.c., pelos povos que constituíam a Mesopotâmia. Contudo, o ábaco também foi usado posteriormente por muitas outras culturas: Babilônia, Egito, Grécia, Roma, Índia, China, Japão, etc. Cada um destes povos possui uma versão específica desta máquina, entretanto, preservando a sua essência original. Seu nome na roma antiga era "Calculus", termo de onde a palavra cálculo foi derivada.

Exemplos de Ábacos:

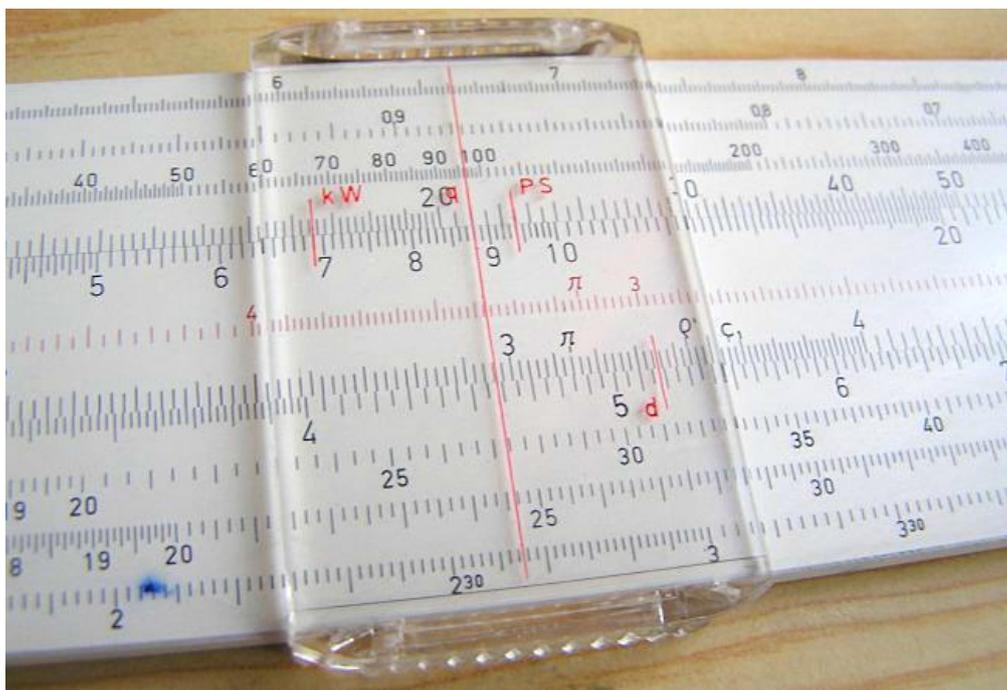


¹ O primeiro livro sobre o Ábaco foi escrito em 1202 "Liber Abaci" por Leonardo de Pisa (1175 a 1250).

Régua de calcular

Só em 1638 d.c. é que um padre inglês chamado William Oughtred , criou uma tabela muito interessante para a realização de multiplicações muito grandes.

O mecanismo de William era consistido de um régua que já possuía uma boa quantidade de valores pré-calculados, organizados de forma que os resultados fossem acessados automaticamente. Uma espécie de ponteiro indicava o resultado do valor desejado.



Máquina de Pascal

A primeira calculadora mecânica da história foi criada em 1642 pelo matemático francês Blaise Pascal (Máquina de Pascal)².



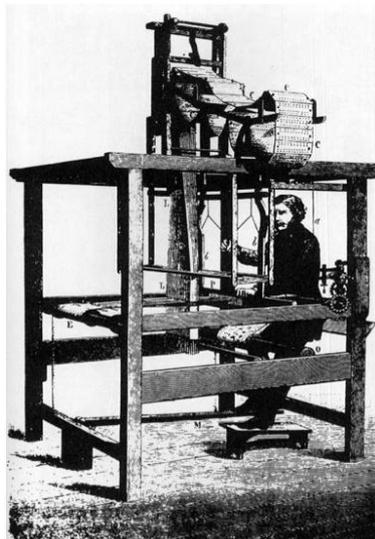
Essa máquina apenas somava e subtraía.

² Uma das primeiras linguagens de programação de computadores foi chamada de Pascal.

Em 1672, o alemão Gottfried Leibnitz criou uma calculadora que efetuava as 4 operações básicas. Houveram diversas evoluções e várias criações porém os equipamentos sempre continham funções previamente programadas e não era possível inserir novas funções.

Tear programável

Em 1801, o costureiro Joseph Marie Jacquard desenvolveu um sistema chamado **Tear Programável**. A primeira máquina realmente programável com o objetivo de recortar os tecidos de forma automática utilizando cartões perfurados com o desenho desejado.



Em 1822, Charles Babbage criou um projeto chamado **máquina das diferenças** que prometia revolucionar o cálculo eletrônico porém ela só pôde ser implementada muitos anos depois devido a questões técnicas e financeiras.

Em 1837, Babbage desenvolveu um projeto de uma nova máquina, chamada de **Engenho Analítico (Máquina Analítica)** juntando os conceitos do Tear Programável, como o uso dos cartões onde instruções e comandos podiam ser informados através dos cartões. Ela não pode ser construída por questões técnicas e financeiras da época, porém o projeto contribuiu muito teoricamente. Babbage é considerado o pai da computação.



Réplica do calculador diferencial de Babbage

Várias outras máquinas diferenciais e analíticas foram criadas a partir de Babbage.



Máquina diferencial de George Scheutz.

Os fundamentos da Lógica Matemática e da Computação.

Em 1847 George Boole desenvolveu, um sistema lógico que reduzia a representação de valores através de dois algarismos: 0 ou 1 (ligado ou desligado). Todo o sistema lógico dos computadores atuais usa a teoria de Boole.

Soma de Binários

$$0+0=0$$

$$0+1=1$$

$$1+0=1$$

$$1+1=10, \text{ ou seja } 0 \text{ e vai } 1^* \text{ (para somar ao dígito imediatamente à esquerda)}$$

Para somar dois números binários, o procedimento é o seguinte:

Exemplo 1:

1100

+ 111

=10011

Através dessa lógica pode-se chegar a qualquer cálculo utilizando apenas a situação de energia elétrica ligada e desligada. A tabela abaixo mostra a conversão de decimais para binário:

Decimal Binário

0 0000

1 0001

2 0010

3 0011

4 0100

5 0101

6 0110

7 0111

8 1000

9 1001

10 1010

11 1011

12 1100

13 1101

14 1110

15 1111

Essa outra mostra os caracteres imprimíveis em forma binária e decimal:

Binário Decimal Hexa Glifo

0100 0000 64 40 @	0101 0000 80 50 P
0100 0001 65 41 A	0101 0001 81 51 Q
0100 0010 66 42 B	0101 0010 82 52 R
0100 0011 67 43 C	0101 0011 83 53 S
0100 0100 68 44 D	0101 0100 84 54 T
0100 0101 69 45 E	0101 0101 85 55 U
0100 0110 70 46 F	0101 0110 86 56 V
0100 0111 71 47 G	0101 0111 87 57 W
0100 1000 72 48 H	0101 1000 88 58 X
0100 1001 73 49 I	0101 1001 89 59 Y
0100 1010 74 4A J	0101 1010 90 5A Z
0100 1011 75 4B K	0101 1011 91 5B [[
0100 1100 76 4C L	0101 1100 92 5C \
0100 1101 77 4D M	0101 1101 93 5D]]
0100 1110 78 4E N	0101 1110 94 5E ^
0100 1111 79 4F O	0101 1111 95 5F _

Processamento de dados.

Em 1890 o conceito do tear programável foi utilizado para a realização do censo nos EUA utilizando uma máquina criada por Hermann Hollerith para processar os dados, que reduziu o tempo de apuração para 1/3 (processando cartões perfurados).



Tabuladora de Hollerith

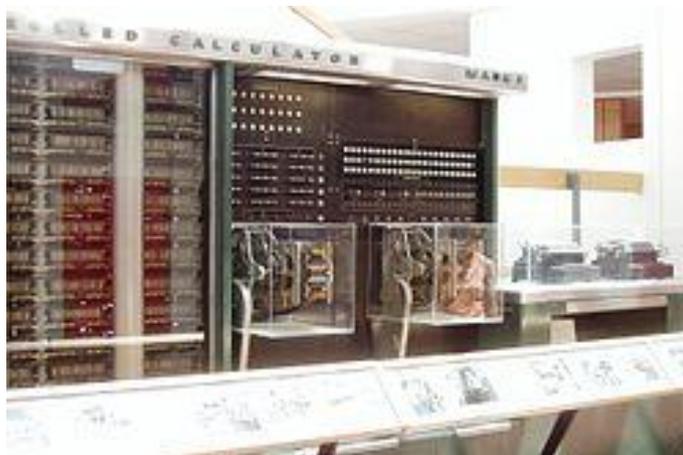
Hollerith fundou sua própria empresa, a Tabulation Machine Company, no ano de 1896. Após o falecimento de Hollerith em 1916, o nome da empresa foi alterado para Internacional Business Machine, a mundialmente famosa IBM.



Os primeiros computadores baseados em Boole

No início do século XX os componentes eletrônicos começaram a ajudar no desenvolvimento das máquinas e em 1931 Vannevar Bush implementou o primeiro computador com arquitetura binária usando apenas os dígitos 0 e 1 baseado na lógica de Boole.

A segunda guerra contribuiu com investimentos no desenvolvimento de máquinas para uso militar. Entre os projetos o que mais se destacou foi o **Mark I** em 1944 criado pela Universidade de Harvard (EUA) e o Colossus em 1946 criado por Allan Turing (filme: *The Imitation Game* – “O Jogo da Imitação”).



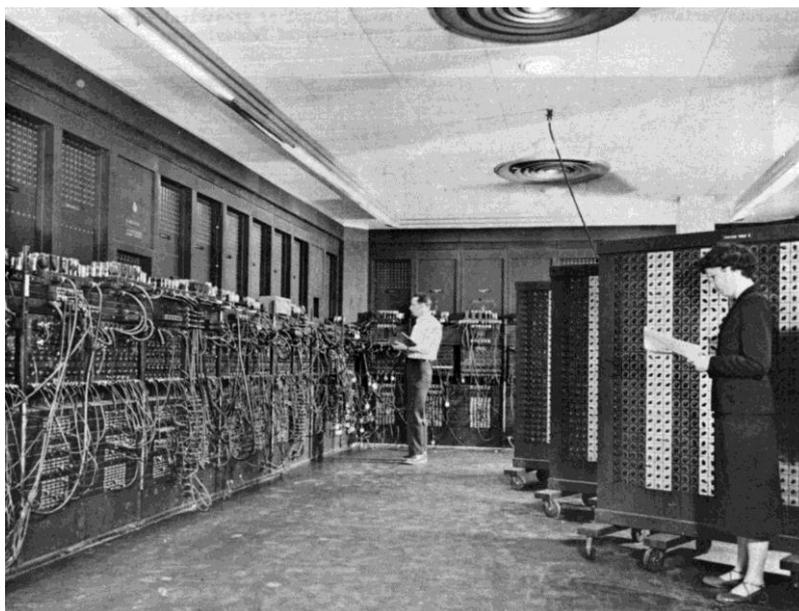
Parte do Mark I

A computação moderna iniciou quando os computadores deixaram de usar componentes analógicos como base de seu funcionamento e passam a utilizar componentes eletrônicos.

Primeira Geração (1946 - 1959)

A primeira geração de computadores modernos tinha como principal característica o uso de válvulas eletrônicas e eram enormes. O **ENIAC** (Electrical Numerical Integrator and Calculator) – 1946 – tinha aproximadamente 25 metros

de comprimento por 5,50 metros de altura. O seu peso total era de 30 toneladas. Esse valor representa algo como um andar inteiro de um prédio.



ENIAC

Segunda Geração (1959 - 1964)

Na segunda geração, houve a substituição das válvulas eletrônicas por transistores, diminuindo muito o tamanho do hardware.



IBM 7030

13 milhões de dólares na época. Um milhão de operações por segundo. Várias linguagens foram desenvolvidas para os computadores de segunda geração, como Fortran e o Cobol.

Várias **Mainframes** (modo como as máquinas dessa época são chamadas) ainda estão em funcionamento em várias empresas nos dias de hoje, como na própria IBM.

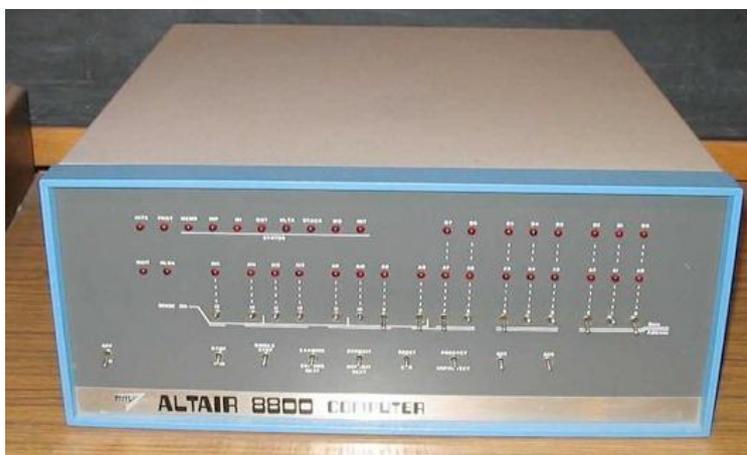
Terceira geração (1964 – 1970)

A partir dessa geração os computadores passaram a usar circuitos integrados permitindo que uma mesma placa armazenasse vários circuitos que se comunicavam com hardwares distintos ao mesmo tempo. As máquinas se tornaram mais velozes, com um número maior de funcionalidades e o preço também diminuiu consideravelmente.

Quarta geração (1971 – 2010)

Essa geração é marcada pelo uso de **microprocessadores** ⁽³⁾ e a criação dos **computadores pessoais**.

Os computadores que marcaram essa época foram:



Altair 8800 – 1975 (cabia em uma mesa e usava um processador 8080 da Intel)

Um jovem programador chamado Bill Gates se interessou pela máquina Altair e criou a linguagem de programação Altair Basic.



Apple I



Macintosh

³O **microprocessador**, popularmente chamado de processador, é um circuito integrado que realiza as funções de cálculo e tomada de decisão de um computador. Todos os computadores e equipamentos eletrônicos baseiam-se nele para executar suas funções.

Steve Jobs, fundador da Apple achou que faltava algo no Altair para que ele pudesse ser usado por pessoas comuns e criou, com base nele, o **Apple I**, lançado em 1976 e que foi considerado como o primeiro computador pessoal, pois podia ser ligado a um monitor gráfico que exibia o que estava acontecendo no PC. E seguiu com sucesso lançando em 1979 o **Apple II**, o **Lisa** (1983) e o **Macintosh** (1984), que já incluíam o **mouse** e possuíam *interface* gráfica como nós conhecemos hoje em dia.

Quando a IBM entrou no mundo dos computadores pessoais, a empresa fez uma parceria com Bill Gates, fundador da Microsoft, para que ele desenvolvesse o sistema operacional para essa máquina, o MS-DOS. Como esse sistema era muito inferior aos sistemas da Apple, Gates fez uma parceria com Jobs e acabou usando todas as ideias dos sistemas da Apple criando assim o **Windows**⁴.

A partir daí houve uma evolução muito grande tanto dos hardwares como dos softwares onde gigantes como Intel e AMD cresceram brigando pelo melhor processador e Apple e Microsoft brigando pelo melhor sistema operacional e enfrentando o **Linux**⁵ e a onda dos softwares gratuitos.

Hoje vivemos na era dos “computadores de bolso” – dispositivos móveis: **smartphones** e **tablets**.



Os computadores, e mais recentemente, os celulares, realizam a tarefa de diversos aparelhos como o tocador de música, o vídeo VHS/DVD, a TV, o rádio, a calculadora, a máquina de escrever, instrumentos musicais, o estúdio de gravação, a banda para acompanhar o músico, entre diversas outras funcionalidades.

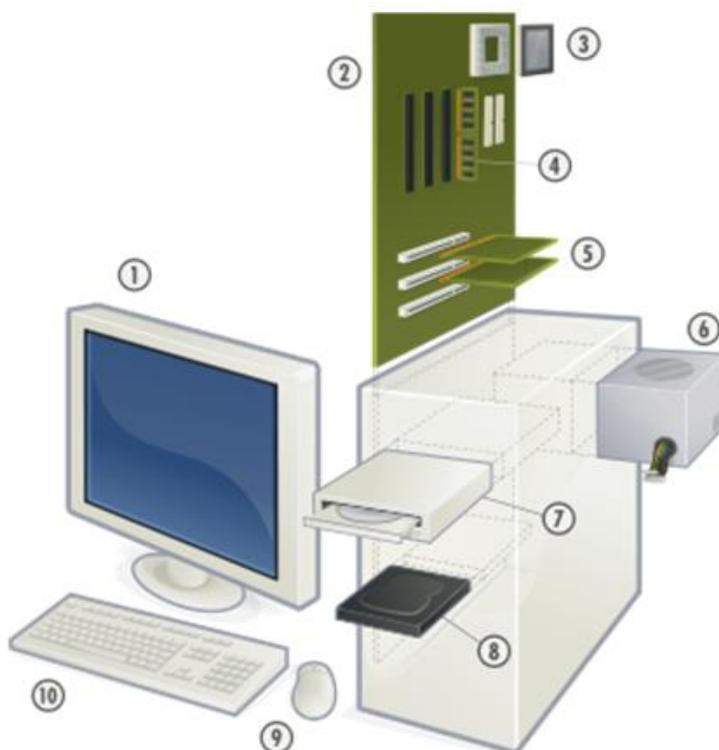
⁴ O filme “Pirates of Silicon Valley” conta essa história sobre Gates e Jobs. Em português o filme ganhou o nome de “Piratas da Informática”.

⁵ Sistema operacional desenvolvido por Linus Torvalds, com código livre, gratuito e que pode ser modificado por qualquer pessoa.

Conhecendo o computador.

Componentes

Os computadores que utilizamos são compostos basicamente pelos seguintes itens:



LEGENDA:

- 01- Monitor
- 02- Placa-Mãe
- 03- Processador
- 04- Memória RAM
- 05- Placas de Rede, Placas de Som, Vídeo
- 06- Fonte de Energia
- 07- Leitor de CDs e/ou DVDs
- 08- Disco Rígido (HD)
- 09- Mouse.
- 10- Teclado.

Para que possamos trabalhar com música no computador ele precisa ter uma placa de som, que normalmente já vem com ele, porém a qualidade dessa placa vai ser um grande diferencial na qualidade do som.

Para que os programas que utilizam a interface MIDI possam tocar os sons é necessário que haja *soundfonts* instalados no computador (a maioria das placas de som já vem com *soundfonts* porém de qualidade geralmente inferior). O ideal é instalar *soundfonts* de qualidade ou bibliotecas de *samples*/instrumentos virtuais profissionais).

Sistema Operacional.

Um computador precisa de um programa em execução por todo o tempo para operar. Este programa é o **sistema operacional** (ou **sistema operativo**), que determina quais programas vão executar, quando, e que recursos ele poderá utilizar. O sistema operacional também fornece uma camada de abstração sobre o hardware, e dá acesso aos outros programas fornecendo serviços, como programas gerenciadores de dispositivos ("*drivers*") que permitem aos programadores escreverem programas para diferentes máquinas sem a necessidade de conhecer especificidades de todos os dispositivos eletrônicos de cada uma delas.

Atualmente existem três opções consistentes de sistemas operacionais disponíveis para os trabalhos na área de áudio, vídeo e música. São eles: **Windows, Mac OS X e Linux.**

Não existe melhor ou pior e sim aquele que atende ou não sua necessidade.

Pontos positivos:

WINDOWS

- Diversidade de softwares, hardwares e drivers.
- Mão de obra abundante.

MAC OS X

- Estabilidade e confiabilidade tanto do hardware como do sistema operacional.
- Segurança.

LINUX

- Totalmente gratuito
- Segurança

Pontos negativos:

WINDOWS

- Vírus e falhas de segurança
- Instabilidade do sistema

MAC OS

- Existem excelentes softwares, como o Sony Vegas e Soundforge que infelizmente não possuem versões para MAC
- O preço dos MACs geralmente são elevados porém são os mesmos do PCs de primeira linha. (Não existe MAC de segunda linha como nos PCs).

LINUX

-Ainda se perde tempo demais com configurações e problemas que não estão relacionados com o objetivo final do usuário, em resumo, se você não for um usuário avançado, terá diversas dificuldades em fazer tudo funcionar como nos outros sistemas, principalmente porque as aplicações em Linux geralmente são específicas e para você ter um produto completo como Final Cut, Logic, Sonar, Vegas, etc. terá que fazer vários softwares trabalharem juntos gerando complexidade na operação.

-Não demanda investimentos no software, mas em consultoria, treinamento e suporte.

Observações:

- Para quem quer trabalhar com música no Linux, existe o Musix, uma distribuição específica e que traz várias facilidades para trabalhos de áudio e vídeo, além da maioria dos aplicativos disponíveis para esses fins. Ele é montado com a participação de brasileiros e tem versão em português (os aplicativos geralmente são em inglês).

- É possível rodar o Windows dentro do MAC como se fosse uma aplicação comum e usar qualquer software da plataforma usufruindo do melhor dos dois sistemas operacionais. Porém, como os dois sistemas são auto-suficientes, vai tomar bastante espaço na máquina.

- Um bom sistema operacional ajuda a reduzir transtornos como configurações do sistema, recuperação de projetos perdidos e outros detalhes de informática. Os relatos de profissionais da área visual, vídeo e áudio atestam as vantagens do MAC OS X, pois permite que o profissional se envolva menos com estes transtornos e mais com seu trabalho específico.

Alguns trabalhos musicais com computador:

- Gravação de áudio, em estúdio e ao vivo.
- Mixagens
- Masterização
- Editoração de partituras
- Transcrição de músicas (“tirar” músicas)
- Estudar música (afinadores, metrônomos, arranjadores, playbacks)
- Ensinar música
- Internet
- Tocar música ao vivo

Link úteis:

Windows: <https://www.microsoft.com/pt-br>

MAC OS X: <http://www.apple.com/br/macosex/>

MUSIX: <http://www.musix.org.ar/en/index.html>

Metrônomo on-line: <http://www.drumbot.com/projects/metronome/index.html>

Afinador on-line: http://www.8notes.com/guitar_tuner/

Folha pautada on-line para impressão: <http://www.blanksheetmusic.net/>

<http://www.dolmetsch.com/manuscriptpaper.htm>

Estudo de teoria musical, percepção, etc.: <http://www.musictheory.net/>

A TECNOLOGIA NA MÚSICA

Escreva abaixo ferramentas, técnicas e dispositivos usados para:

- Fazer música –
- Registrar música –
- Armazenar música –
- Reproduzir música –

A ELETRÔNICA NA MÚSICA

Segundo Miguel Ratton (2001), a eletricidade, desde que foi descoberta, logo causou um fascínio a inúmeros cientistas que, rapidamente, inventaram formas variadas de aplicá-la. A evolução das tecnologias e processos utilizados nos equipamentos e instrumentos musicais eletrônicos são um assunto vasto e dinâmico, conforme a evolução das tecnologias disponíveis.

Instrumentos eletrônicos:

- Teclados
- captador magnético – transdutores – Lloyd Loar, Seth Lover
- sintetizadores, *samplers*, *sequencers*, modelação virtual, softwares (computador).

Equipamentos eletrônicos de áudio:

- Amplificadores – valvulado, transistorizado (ganho, linearidade, resposta de frequência, sensibilidade de entrada, potência de saída, ruído, alcance dinâmico)
- caixas acústicas (alto-falantes), microfones, *mixers*, periféricos, pedais de efeitos, computador

-Equipamentos de gravação:

- Gravadores, *mixers*, microfones, periféricos, computador

Equipamentos de reprodução de áudio:

- Gramofone, toca-discos, toca fitas, CD players, Mp3 players, computador.

BREVE HISTÓRICO DA ELETRÔNICA NA MÚSICA

1759 – Jean-Baptiste de La Borde – **Clavecin Electrique**: instrumento de teclado que utilizava cargas eletrostáticas para fazer com que pequenas lâminas metálicas batessem em sinos, produzindo os sons.



Alexander Graham Bell inventava o **telefone – microfone a carvão**

1860 – Sons “sintéticos” das máquinas já chamavam a atenção de filósofos e artistas, base do **Futurismo** – Luigi Russolo (Itália – início do séc. 20).

1874 – Elisha Gray – **Musical Telegraph**: dispositivo onde lâminas de aço vibravam e produziam sons, controlando, através de um teclado de piano, um circuito elétrico auto-oscilante. Transmitia sons através do telefone. Posteriormente foi incorporado um alto-falante rudimentar.

1876 – Controle de circuitos eletromagnéticos para gerar notas musicais (EUA).

1877 – Heinrich von Helmholtz – livro “**The Sensation of Tone**” – primeira discussão sobre a composição do som, com base no Teorema de Fourier que demonstra matematicamente a formação de um som musical complexo a partir da soma de vários sons (oscilações) mais simples. Abriu caminho para a criação de instrumentos musicais através da eletrônica.

1897 – Thaddeus Cahill patente do **Telharmonium** – conjunto de dínamos com ressaltos em seus eixos que, ao passar na frente de bobinas, produziam sinais de corrente alternada com diferentes frequências de áudio. O sinal produzido pelos geradores era convertido em som e amplificado inicialmente de modo puramente acústico através de cornetas (Idéia base dos *tonewheels* do órgão Hammond). Possuía mais de 18 metros de largura e pesava cerca de 200 toneladas. O custo do empreendimento foi de 200 mil dólares na época.

1907 - Lee De Forest – **válvula eletrônica** – triodo (**Audion**)



Com as válvulas termoniônicas deu-se um impulso sem igual ao desenvolvimento de novos equipamentos utilizando a eletricidade, com o rádio e uma enorme variedade de aplicações de circuitos osciladores e amplificadores. Início da **Era da Eletrônica**.

INSTRUMENTOS ELETRÔNICOS - PRIMEIRA FASE: VÁLVULAS E MOTORES

Paralelo ao desenvolvimento do amplificador, do rádio e dos primeiros computadores eletrônicos com lógica binária.

- Início do século 20 (invenção da válvula) até o final da década de 1940 (invenção do transistor).

- Instrumentos representativos até os anos 1950: Theremin, Hammond:

1917 – Lev Sergeivitch Termen: **Aeterphone** ou **Theremin**

Princípio do batimento de frequências, descoberto no início da era do rádio. Possui duas antenas, uma vertical e outra circular, horizontal. Tocado sem contato das mãos.

A antena vertical controla a altura (afinação) da nota. A antena circular ajusta a intensidade do som. Instrumento monofônico, com um timbre fixo (semelhante ao violino).



Versão moderna do Theremin



1928 – Maurice Martenot: **Ondes-Martenot** – mesmos princípios do Theremin. Um anel deslizava num fio, utilizando um teclado para mover o anel para posições pré-definidas, onde faziam contato com capacitâncias diferentes. Um pedal composto de uma esponja impregnada de carvão fazia a função de um potenciômetro rudimentar, e permitia controlar o volume. O som era ouvido através de um alto-falante, dotado de cavidades e ressonadores.



1930 – Freidrich Adolf Trautwein apresentou ao público o **Trautonium**. Pioneiro na **filtragem de harmônicos (síntese subtrativa)**

A Telefunken produziu comercialmente o instrumento entre 1932 e 1935. A pressão com o dedo em um fio sobre um trilho fecha um circuito. A posição do dedo no fio determinava o valor da resistência, que ajustava a frequência de oscilação, dando a nota musical desejada.



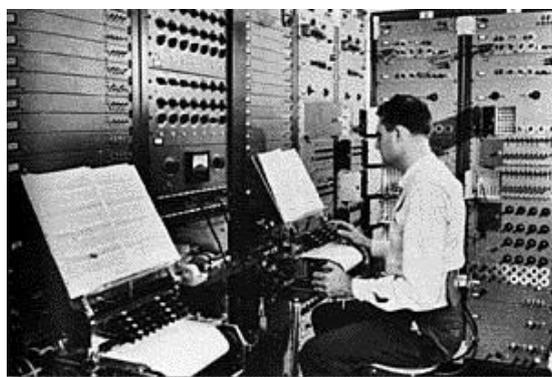
1935 – Laurens Hammond, órgão **Hammond** (conceito mercadológico).

Mesmo princípio do Telharmonium: um motor acionava um eixo com várias rodas dentadas, cada uma girando próximo a uma bobina magnética, de forma que cada “dente” ao passar pela bobina produzia uma variação de corrente, gerando assim um sinal oscilante.

Para controlar o timbre, havia um conjunto de barras deslizantes (“*drawbars*”), que permitiam ajustar a intensidade dos harmônicos, pela soma dos sinais de várias rodas – síntese aditiva o que fazia com que o som resultante tivesse a oscilação fundamental e vários harmônicos, num engenhoso processo de **síntese aditiva**.



Início anos 50 – **RCA Mark I**: sofisticado sistema de síntese de sons através de parâmetros como **freqüência, amplitude, espectro e envoltória**, desenvolvido para produzir “qualquer som”. Cada parâmetro era controlado por um módulo eletrônico específico, e o gerenciamento do sistema completo era efetuado por um “programa” contido numa fita de papel perfurado. O equipamento usava válvulas, mas já possuía circuitos sofisticados para geração dos harmônicos, filtragem, geração de envoltória, modulação, mixagem etc.



INSTRUMENTOS ELETRÔNICOS - SEGUNDA FASE: TRANSISTORES E CHIPS

- Instrumentos representativos dos anos 1960: Mellotron e Minimoog (abaixo):



Protótipos no início dos anos 1950. 1966 – **Mellotron** – Harry Chamberlin (EUA). Possuía um teclado de 35 notas e utilizava um loop de fita sem-fim associado a cada tecla, contendo a gravação do instrumento naquela nota. Com três pistas, podendo selecionar um dos três timbres que estavam gravados nas fitas. Opções de jogos de fitas com sons de cordas, corais, flautas, metais, efeitos, etc.



É considerado o primeiro “sampler”

Os desenvolvimentos mais significativos utilizando tecnologia de semicondutores surgiram somente no início da década de 1960, quando dois norte-americanos começaram a experimentar o uso de circuitos eletrônicos para a síntese de sons.

1963 – Don Buchla – San Francisco: Sintetizador modular que gerava os sons por processo subtrativo. Possuía vários módulos com funções específicas no processo de síntese: oscilador, filtro, gerador de envoltória, etc. Controlado por um teclado feito com placas sensíveis à pressão do toque. Buchla também desenvolveu um sequenciador analógico, que era capaz de memorizar algumas notas em loop, acionando o sintetizador. Não se tornou um produto comercial.

1968 – Robert Moog – sintetizador analógico baseado em módulos controlados por tensão (“voltage controlled”). Eram monofônicos (não podiam fazer acordes), usavam o teclado como meio de controle (sem sensibilidade ao toque), e a configuração do timbre era feita conforme o tipo de interconexão dos diversos módulos, efetuada por cabos (“patch-cords”).



Moog modular

Minimoog Polymoog

Anos 1970 – **ARP** – Alan Pearman – sintetizadores polifônicos

EMS – Peter Zinovieff – Electronic Music Studios (Inglaterra): VCS3, VCS4.

Anos 1970 – Japão: **Yamaha, Korg, Roland**

Chips com módulos controlados por tensão: geradores de forma-de-onda (VCO), filtros (VCF) e geradores de envoltória (VCA).

E-mu, Oberheim e Sequential Circuits, adotaram esses chips em seus instrumentos.

- Sintetizadores de guitarra / guitarras sintetizadas (Roland VG-1, VG-88)

TERCEIRA FASE: MICROPROCESSADORES

- Final dos anos 1970: E-Mu, Oberhein,

- Sequential Circuits (Prophet-5)

- Anos 1980: **MIDI** – Musical Instruments Digital Interface

Idéia precursora: **Pianola** – alturas e durações através de cilindros perfurados.

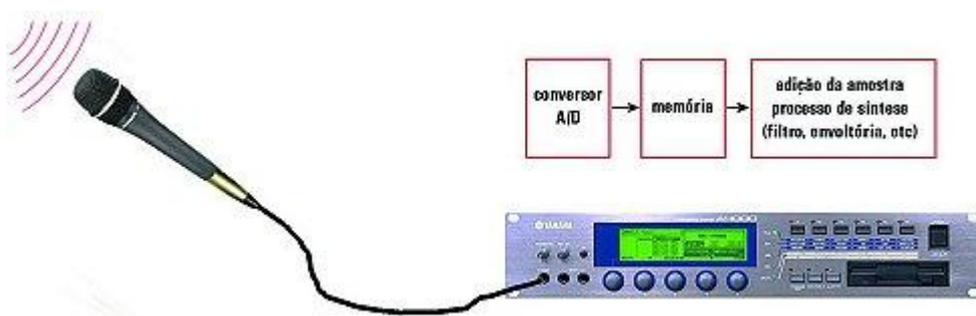
A primeira linguagem, ou forma de integração, de teclados sintetizadores, módulos de timbres e o computador foi a USI (Universal Synthesizer Interface) em 1981, que evoluiu para o atual MIDI - padrão de interfaceamento que engloba tanto a parte física (conexões, características dos sinais de dados) quanto o protocolo (formato dos códigos e procedimentos de transmissão e recepção de informações). Essa “linguagem” evoluiu e recebeu diversas especificações:

- MIDI 1.0 – 1983 (Principal)
- A Standard MIDI Files 1.0. – 1988 (Formato de arquivos)

- General MIDI System Level 1 – 1991 (recursos dos equipamentos)
- MIDI Show Control 1.0 – 1991 – (Aplicação para controle de equipamentos de iluminação, efeitos visuais e de multimídia)
- MIDI Machine Control 1.0 – 1992 (Equipamentos de gravação de áudio e sistemas de produção musical)
- General MIDI 2 Specification – 1994 (compatibilidade entre fabricantes e desenvolvedores de conteúdo musical (música, jogos, etc).
- Implementação do padrão XML em 2003.

Através do MIDI foram criados diversos programas que permitem escrever música, executa-las e ouvi-las bem como gravar e produzir música totalmente no computador.

Sampler (Fairlight – Austrália, Synclavier – EUA)



A principal diferença do sampler para um sintetizador comum é que as formas-de-onda não estão fixas na memória, e podem ser carregadas pelo usuário. Isso faz do sampler um equipamento dependente da qualidade das amostras que nele serão colocadas (sampleadas pelo próprio usuário ou carregadas a partir de CD-ROMs criados por empresas especializadas). O sampler é, portanto, um instrumento extremamente flexível e “atualizável”, pois a parte principal - os timbres - podem ser trocados desde a fonte, diferentemente de um sintetizador que possui formas-de-onda fixas, para sempre.

- Tecnologia híbrida: geração do som digital e processamento analógico)

- 1984 – Yamaha DX-7: **primeiro teclado totalmente digital**



Outros modelos importantes: Roland D-50 , Cassio CZ-5000, Prophet VS (síntese vetorial) – Yamaha SY-22 e Korg Wavestation

- Controles por poucos botões e visores de led ou cristal líquido.

- Fim dos anos 1980: Instrumentos digitais com timbres sampleados – Korg M1

Os sintetizadores evoluíram para os Workstations, que permitiam diversos tipos de programação e a evolução mais potente desses equipamentos é o próprio computador.

– *Workstation*: sintetizador com sequenciador MIDI. Permitem produzir arranjos completos utilizando som reais e sintetizados em um único equipamento.



Korg Triton Extreme - Sintetizador - Sampler e Workstation

- Anos 1990: Modelagem física – Roland VG-8
Aprimoramento das amostragens de timbres.

Yamaha VL-1



- Softwares e

dispositivos virtuais

- retorno de **real** (botões rotativos e deslizantes).

controles em **tempo**

- Domínio e popularização da tecnologia de **processamento digital de sinais** (DSP).

DAW - Digital Audio Workstation (Protools, Reaper e outros)

Uma estação de trabalho de áudio digital (DAW) inicialmente originou-se no sintetizador. Com a evolução dos processadores e dos sistemas operacionais dos computadores, se transformou em software.

GRAVAÇÃO: EVOLUÇÃO DAS MÍDIAS DE GRAVAÇÃO E REPRODUÇÃO

- Início do séc. 20 : acetato, vinil

- Fitas magnéticas “analógicas”: **áudio** e **dados** (programas de computador)

- Fitas “digitais”: gravam convertendo Analógico em digital (A/D) e reproduz convertendo digital em analógico (D/A).

- Compact Disk (CD)

- Gravação em *hard disk*

- Arquivos digitais de áudio (.WAV, .Mp3)

- Serviços de *streaming*

GRAVAÇÃO NO COMPUTADOR (GRAVAÇÃO E EDIÇÃO NÃO-LINEAR)

No início dos anos 80 Peter Gotcher e Evan Brooks iniciaram na faculdade pesquisas sobre gravação de sons no computador. Criaram chips para bateria eletrônica e em 1984 já comercializavam esses chips. Em 1985 iniciaram pesquisas utilizando MIDI, sintetizadores e computadores Macintosh. Em 1987 criaram um protótipo de placa de som que permitia a reprodução de áudio com qualidade de CD em dois canais. Em 1989 lançou “Sound Tools”, um gravador de áudio baseado em “Hard Disk” o primeiro gravador de estúdio não baseado em fita. Em 1990 lançou um kit para músicos, consumidores, que permitia gravar música em computadores. E finalmente em 1991, a empresa de Gotcher e Brooks, que já se chamava **Digidesign**, lança o **Pro Tools** o pioneiro em software de produção musical multipista do mercado. Hoje o Pro Tools domina 90% do mercado profissional de produção e pós-produção em áudio e permite gravar áudio, sequenciar instrumentos sintetizados e “sampleados”, escrever partituras e arranjos completos, mixar, masterizar, ou seja, é possível iniciar e terminar um projeto completo de áudio nesse software.



Pro tools

A partir de então surgiram diversos outro software no mercado com as mesmas finalidades:

- Ableton Live
- Adobe Audition
- Apple GarageBand
- Apple Logic Pro
- Ardour
- Cakewalk Sonar
- Cockos REAPER
- FL Studio
- Pro Tools
- Samplitude
- Sony ACID Pro
- Steinberg Cubase

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

RATTON, Miguel. **Dicionário de áudio e tecnologia musical**. Rio de Janeiro. Música e Tecnologia, 2009.

RATTON, Miguel. **MIDI TOTAL: Fundamentos e Aplicações**. Rio de Janeiro. Música e Tecnologia, 2005.

FONSECA FILHO, Clézio. **História da Computação: O caminho do Pensamento e da Tecnologia**. Porto Alegre. EDIPUCRS, 2007.

SILVA, Marcelo Cássio. **Apostila História do Computador e O Computador e a Música**. Conservatório de Música Popular Cidade de Itajaí, 2012.