

INTRODUÇÃO ILUSTRADA À **COMPUTAÇÃO**

(com muito humor!)

LARRY GONICK



Traduzido sob iniciativa da Itautec

AOS LEIGOS E ESTUDIOSOS

NUNCA FOI TÃO FÁCIL OU DIVERTIDO APRENDER

Aqui, você, leitor, encontrará, de forma ilustrada, simplificada e bem-humorada, elementos de tecnologia computacional. É ler e entender num abrir-e-fechar de olhos. Use este livro para dar mais vida àquele curso sério que você está fazendo ou para enxergar através da "neblina" que emana daquele texto igualmente sério que está tentando ler. Leia este livro para familiarizar-se com os aspectos gerais — ou com os mais específicos — daquele computador que, no momento, você está aprendendo a usar. Ou, se você acha que a revolução dos computadores começa a deixá-lo para trás, permita que este livro lhe mostre a luzinha no fim do túnel. Ele não fará de você um programador, mas lhe mostrará como entender a terminologia desta ciência.

Nestas páginas você encontrará Charles Babbage e seu calculador analítico, que nunca foi construído, e Ada Augusta (Lady Lovelace), que, apesar de tudo, "conseguiu" programar a tal máquina! Você também encontrará George Boole, em cuja álgebra está baseado o projeto de circuitos lógicos. Você aprenderá sobre números binários, elementos e arquitetura do computador, software, linguagens de programação — da linguagem de máquina ao BASIC — e aplicações especiais — criptografia, inteligência artificial e outras das quais você talvez não tenha ouvido falar.

Desenho da capa por Larry Gonick

A tradução de “The Cartoon Guide to Computer Science”, de Larry Gonick, é uma iniciativa da **Itautec**, com o objetivo de trazer a todos os aficionados da informática, um trabalho criativo, simples e de grande interesse.

Itautec.

INTRODUÇÃO
ILUSTRADA À
COMPUTAÇÃO

(com muito humor!)

Tradução:
VILMAR PEDRO VOTRE
e
EDUARDO LAMOUNIER BARBIERI
Funcionários da **Itautec**

INTRODUÇÃO ILUSTRADA À **COMPUTAÇÃO**

(com muito humor!)

Larry Gonick



editora HARBRA Itda.

Direção Geral:
Supervisão Editorial:
Revisão de Estilo:
Revisão de Provas:
Letrista:
Fotolitos:
Impressão e Acabamento:

Julio E. Emöd
Maria Pia Castiglia
Maria Elizabeth Santo
Vera Lucia Juriatto
Ofélia Tristan Vargas
Di Carlo Propaganda Ltda.
Prol Editora Gráfica Ltda.

INTRODUÇÃO ILUSTRADA À COMPUTAÇÃO (com muito humor!)

Copyright © 1986 por editora HARBRA Itda.

Copyright © 1984 por Editora Harper & Row do Brasil Ltda.

Rua Joaquim Távora, 609 — Vila Mariana — São Paulo — SP
Telefones: 549-2244, 571-0276 e 571-9777

Tradução de THE CARTOON GUIDE TO COMPUTER SCIENCE

Copyright © 1983 por Larry Gonick. Publicado originalmente nos Estados Unidos da América por Barnes & Noble Books, uma divisão da Harper & Row Publishers, Inc.

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

PREFÁCIO À EDIÇÃO BRASILEIRA

O mercado de livros sobre Computação encontra-se saturado das mais diferentes obras — tanto introtórias como bem aprofundadas no tema. Obras que abordam apenas o software, como as que incluem o hardware, com aplicações ou não. No entanto, ainda faltava aos leitores um livro que suavizasse a aridez do assunto, com desenhos que complementassem as idéias, e com muito humor. Este é o grande mérito do “Introdução Ilustrada à Computação”.

Foi em função destas qualidades que a Itautec tomou a iniciativa de introduzir a obra no Brasil, a fim de tornar mais atraente e interessante a leitura sobre Computação.

Por ocasião da tradução, foram preservados alguns termos no original, em virtude de sua utilização normal em inglês. Tudo para que prevalescessem o equilíbrio e o bom senso no emprego da terminologia.

Afinal, a proposta da Itautec, colocando o “Introdução Ilustrada à Computação” à disposição do público brasileiro, é de simplificar conceitos e popularizar um tema, até agora dominado por poucos profissionais específicos da área, fazendo com que a informática seja acessível à utilização de todos.

Itautec.

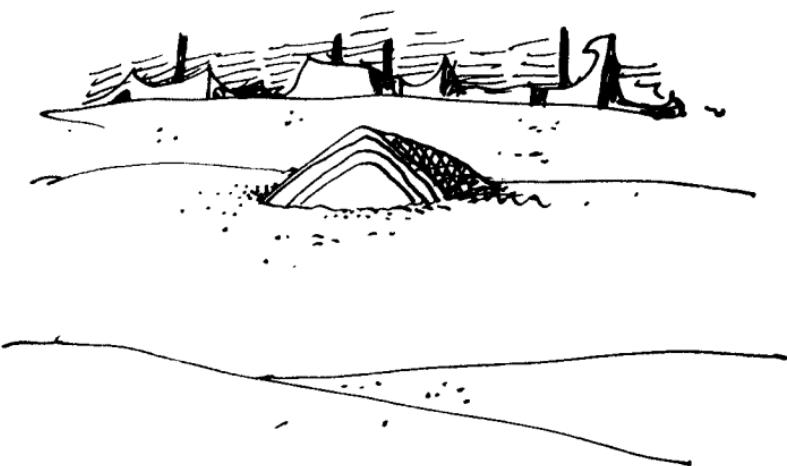
CONTEÚDO

PARTE I – AS ERAS DA INFORMAÇÃO.....	1
O QUE É INFORMAÇÃO.....	7
A EVOLUÇÃO DO COMPUTADOR.....	14
PARTE II – O ESPAGUETE LÓGICO.....	87
O PROCESSADOR DE INFORMAÇÃO.....	90
A UNIDADE DE PROCESSAMENTO.....	97
A MEMÓRIA.....	151
PONDO TUDO SOB CONTROLE.....	169
PARTE III – SOFTWARE	185
MÁQUINAS DE TURING.....	190
ALGORITMOS.....	195
RUDIMENTOS DE BASIC.....	207
SOFTWARE EM REVISTA.....	221
CONCLUSÃO.....	237
LEITURAS SUPLEMENTARES.....	242

PARTE I

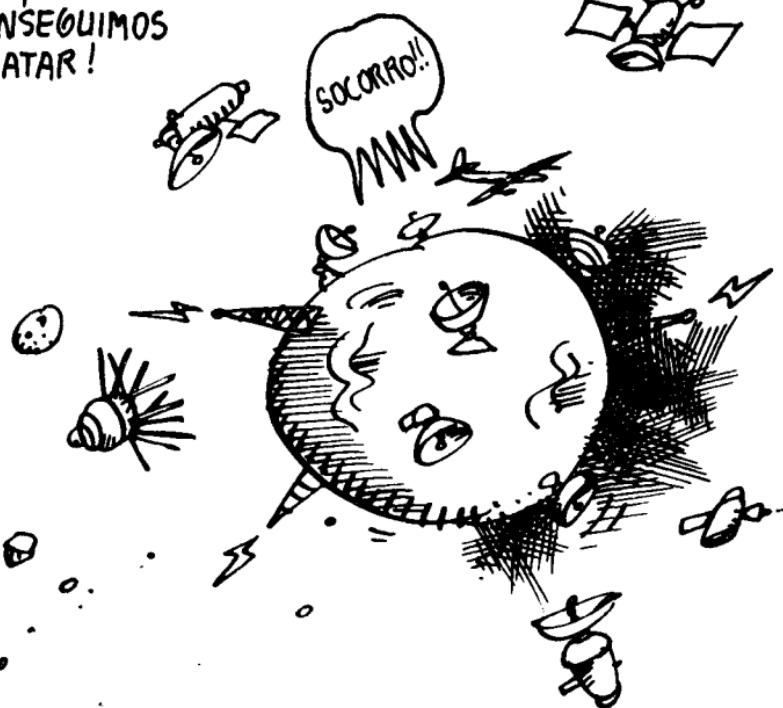
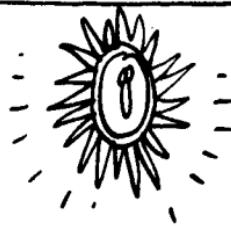
AS ERAS DA

INFORMAÇÃO



VIVEMOS A
ERA DO EXCESSO
DE INFORMAÇÃO.

GRAÇAS AOS MILAGRES DA
TECNOLOGIA DO SÉCULO XX,
NÓS, HABITANTES DA
TERRA, DISPOMOS
DE ACESSO
INSTANTÂNEO A
MAIS INFORMAÇÃO
DO QUE
CONSEGUIMOS
TRATAR!

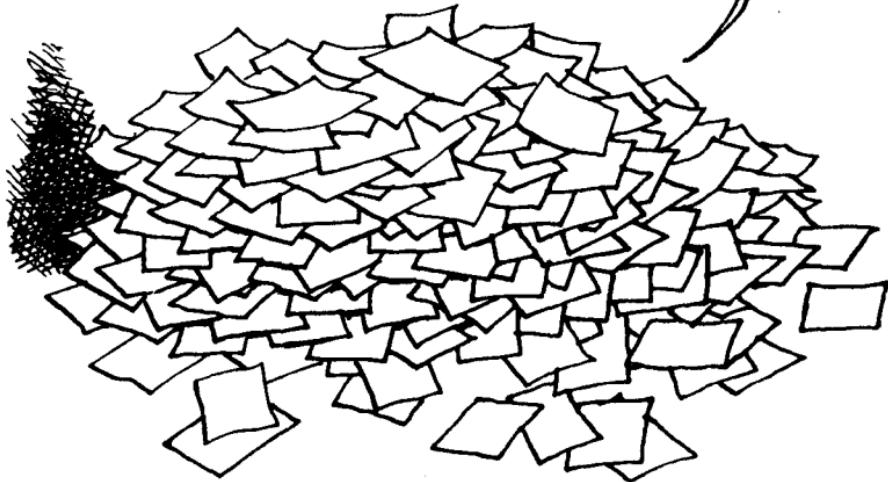


HA'
INFORMAÇÃO
SOBRE
PREVISÃO DO TEMPO,
ESPORTES,
POLÍTICA,
FINANÇAS,
GENTE,
CIÊNCIA,
DIVERSÕES,
ARTE,
RELIGIÃO,
BANCOS,
PREVIDÊNCIA,
TELEFONES,
MERCADO DE AÇÕES,
PUBLICIDADE,
HISTÓRIA,
HORÓSCOPO,
IMPOSTOS,
EDUCAÇÃO,
TEVÉ,
TECNOLOGIA,
PETRÓLEO ...



TORNA-SE CLARO QUE ESTES TEMPOS
PEDEM UM AGENTE DA TECNOLOGIA
UNICAMENTE VOLTADO PARA
ARMAZENAR, CLASSIFICAR,
QUALIFICAR, COMPARAR, COMBINAR,
E EXIBIR INFORMAÇÃO
EM ALTA VELOCIDADE!

ISSO É MAIS
UMA PA'...



E ESTE AGENTE É O **COMPUTADOR**.



ISTO EXPLICA
PORQUE OS COMPUTADORES
ESTÃO PRESENTES ONDE QUER
QUE A INFORMAÇÃO SE
CONCENTRE, DESDE AS
GRANDES EMPRESAS ATÉ
O PEQUENO RELOGIO
DE PULSO!

DA' PARA
DEIXAR VOCÊ
PARANOICO!



E LEVE TAMBÉM
EM CONTA QUE,
ANTES DE ENTENDER
OS COMPUTADORES,
AJUDA MUITO SABER
PRIMEIRO ALGO
SOBRE A
PALAVRA
INFORMAÇÃO—
POR EXEMPLO,
O QUE ELA
SIGNIFICA...

O QUE
SIGNIFICA?
BEM...
BOM...
AAA...
PÔ, QUE
PERGUNTA
IDIOTA!



O que é informação?

NO SENTIDO MAIS COMUM DA PALAVRA, "INFORMAÇÃO" SIGNIFICA **FATOS**: É O TIPO DE COISA PRESENTE EM LIVROS SÉRIOS E QUE SÓ PODE SER EXPRESSA EM PALAVRAS.



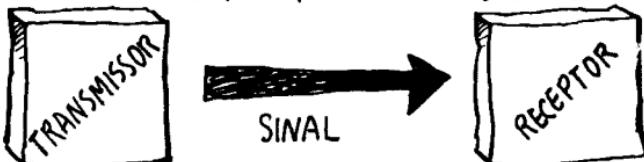
NO MUNDO DOS COMPUTADORES, CONTUDO, ELA TEM UM SENTIDO MUITO MAIS AMPLO.



A DEFINIÇÃO ATUAL É DADA POR **CLAUDE SHANNON**, UM ENGENHEIRO DOS LABORATÓRIOS BELL, MONOCICLISTA AMADOR E FUNDADOR DA CIÊNCIA QUE ESTUDA A **TEORIA DA INFORMAÇÃO**.

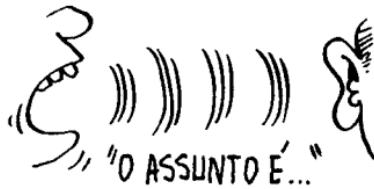
SHANNON TAMBÉM CONSTRUIU UM RATO ELETRÔNICO, PROGRAMÁVEL PARA PERCORRER LABIRINTOS!

DE ACORDO COM SHANNON, A INFORMAÇÃO ESTÁ PRESENTE SEMPRE QUE UM SINAL É TRANSMITIDO DE UM LUGAR PARA OUTRO:

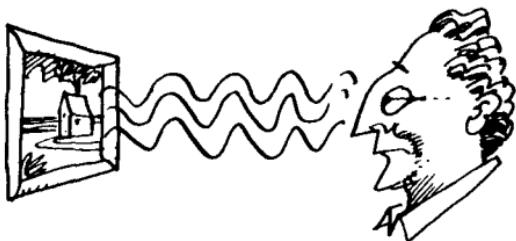


NÃO IMPORTA QUE TIPO DE SINAL SEJA.
POR EXEMPLO :

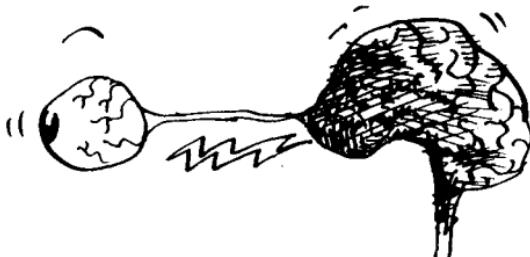
O SINAL PODE ESTAR
NA FORMA DE
PALAVRAS, QUE É
O TIPO MAIS USUAL
DE INFORMAÇÃO...



...MAS UM **QUADRO**
TAMBÉM **ENVIA** UM
SINAL, NA FORMA DE
ONDAS DE LUZ, ATÉ OS
NOSSOS OLHOS. É
COMO SE OS QUADROS
TRANSMITISSEM
INFORMAÇÃO!



ALÉM DISSO, NOSSOS
OLHOS ENVIAM UMA
ESPECIE DE IMPULSOS
ELETRICOS, ATRAVÉS DO
NERVO ÓPTICO, ATÉ O
CÉREBRO. ESTES SINAIS
CARREGAM INFORMAÇÃO,
TAMBÉM !!



A MÚSICA É
UMA SEQUÊNCIA DE
SINAIS QUE TRANSMITEM
UM TIPO DE INFORMAÇÃO
IMPOSSÍVEL DE
SE COLOCAR
EM PALAVRAS...



DESTA FORMA,
UM DIRETO
NO QUEIXO NÃO
DEIXA DE TER
SEU VALOR
INFORMATIVO!



ASSIM...

A INFORMAÇÃO
PODE VIR EM VÁRIAS
FORMAS: VERBAL,
VISUAL, MUSICAL
ETC., ETC., ETC...
E TODAS ELAS PODEM
SER TRATADAS POR
COMPUTADORES. SÓ QUE
UM COMPUTADOR PODE
DISPARAR UMA
BOMBA DE
HIDROGÉNIO, AO INVÉS
DE UM DIRETO NO QUEIXO!!



TODOS ESTES SINAIS, INCLUSIVE O DIRETO NO QUEIXO,
PODEM SER GRAVADOS DE ALGUMA FORMA ...
INSINUANDO QUE A INFORMAÇÃO, ALÉM DE
TRANSMITIDA E RECEBIDA, PODE SER GUARDADA...



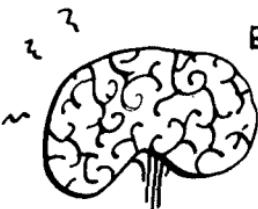
EM DISCOS E
VÍDEO-DISCOS...



EM LIVROS...



EM QUADROS
OU GRAVURAS...



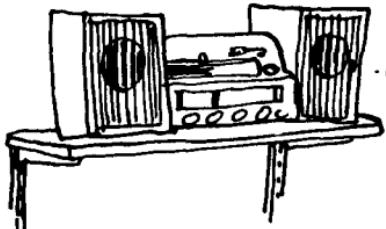
NA MEMÓRIA
HUMANA...

EM FITA...



EM DIAGRAMAS ETC.!

O OBJETIVO É
PODER TRANSMITIR
A MESMA MENSAGEM
MUITAS VEZES...



E, CERTAMENTE, O
CONTEÚDO DA
INFORMAÇÃO
PODE SER
COMBINADO DE
VÁRIAS FORMAS.



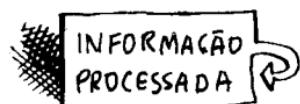
E VOCÊ PODE
TRANSFORMAR
EM VERBO
QUALQUER
SUBSTANTIVO
USADO!



QUANDO NOS REFERIMOS A
ARMAZENAMENTO, TRANSMISSÃO,
COMBINAÇÃO E COMPARAÇÃO DE
MENSAGENS, DIZEMOS SIMPLESMENTE
**PROCESSAMENTO
DA INFORMAÇÃO.**

(EMBORA A INDÚSTRIA DA
COMPUTAÇÃO SEJA RESPONSÁVEL POR
TRANSFORMAR VÁRIOS SUBSTANTIVOS
EM VERBOS - **ACESSAR,**
INTERFACEAR... —

PROCESSAR JÁ ERA UM VERBO,
ORIGÁS À INDÚSTRIA DE
ALIMENTOS...*).



PARA APRECIARMOS O PODER DA INFORMAÇÃO,
VAMOS CONSIDERAR UM EXEMPLO DO COTIDIANO:

A PRÓPRIA VIDA.

VEJA UMA REPRESENTAÇÃO DA VIDA:

O GENE,
OU DNA,
CONSISTE
DE UMA
LONGA
CADEIA
DE
UNIDADES
MOLECULARES
CHAMADAS
PARES
DE
NUCLEOTÍDEOS.



ESTA
SEQÜÊNCIA É
COPIADA
NUMA
MOLECULA
DE RNA,
CHAMADA
DE
"MENSAGEIRA".



A MENSAGEM
É, ENTÃO,
RECEBIDA POR
UMA FÁBRICA
QUÍMICA, QUE
USA O RNA
COMO MOLDE
PARA MONTAR
UMA MOLECULA
DE PROTEÍNA.

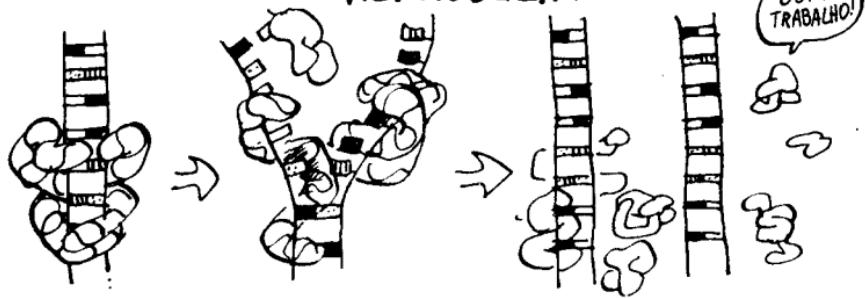


EM OUTRAS PALAVRAS, A
PROTEÍNA É CONSTRUIDA A
PARTIR DA INFORMAÇÃO
GUARDADA NO GENE.

PARA MAIORES
DETALHES, CONSULTE
A "INTRODUÇÃO
ILUSTRADA À GENÉTICA
(COM MUITO HUMOR)".



O TRUQUE É O SEGUINTE: ALGUMAS PROTEÍNAS AUXILIAM O DNA A SE **REPRODUZIR**.



O QUE OCORRE, ENTÃO? SE O DNA CODIFICA AS PROTEÍNAS QUE AJUDAM A SE REPRODUZIR, ENTÃO MAIS PROTEÍNAS SERÃO PRODUZIDAS, MAIS DNA SERÁ COPIADO... ETC! MAIS AINDA, SE O DNA CODIFICA OUTRAS PROTEÍNAS QUE O PROTEGEM DE VÁRIAS FORMAS, E OUTRAS PARA ATACAR E DESTRUIR DNA'S E PROTEÍNAS RIVais...

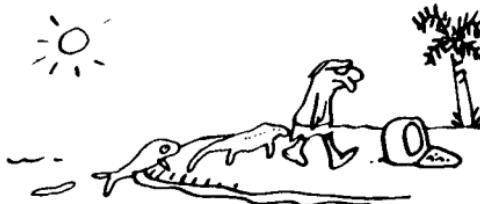
ENTÃO ESTE SISTEMA DNA-PROTEÍNA CONTINUARÁ A SE REPRODUZIR, MAIS E MAIS — E ISTO É CHAMADO DE UMA **FORMA DE VIDA**.

ASSIM, A VIDA
É UM
PROCESSADOR
DE INFORMAÇÃO
MOLECULAR,
QUE TEM
FUNCIONADO
AUTOMATICAMENTE
SEM PARAR,
HÁ MAIS DE
3 BILHÕES
DE ANOS!!



A Evolução do Computador

PODE SER EXAGERO DIZER
QUE OS COMPUTADORES TÊM
EVOLUÍDO DESDE
O PRÍNCIPIO...



MAS, DESDE OS PRIMÓRDIOS, AS
FORMAS DE VIDA Vêm
APERFEIÇOANDO SUA CAPACIDADE
DE PROCESSAMENTO DA
INFORMAÇÃO. ATÉ MESMO UMA
SIMPLES AMÉBA RECEBE SINAIS
QUÍMICOS, INDICANDO-LHE ONDE SE
ENCONTRAM OS ALIMENTOS!



OS SENTIDOS, TODOS, SÃO
MEIOS DE SE RECEBER SINAIS.

NÓS, GATOS,
TAMBÉM
PRRRCEBEMOS!

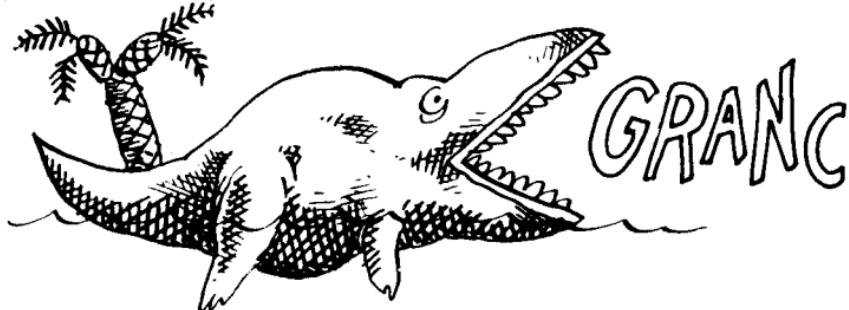


OS OLHOS PERCEBEM UMA GAMA DE RAIOS
ELETROMAGNÉTICOS; OS OUVIDOS RESPONDEM À PRESSÃO
DO AR NELES; AS NARINAS REAGEM A VÁRIOS TIPOS DE
MOLECULAS. O MESMO SE DA' COM AS PAPILAS
GUSTATIVAS. E O SENTIDO DO TATO PODE SER A CAUSA
DE SE RECEBER UM DIRETO NO QUEIXO!

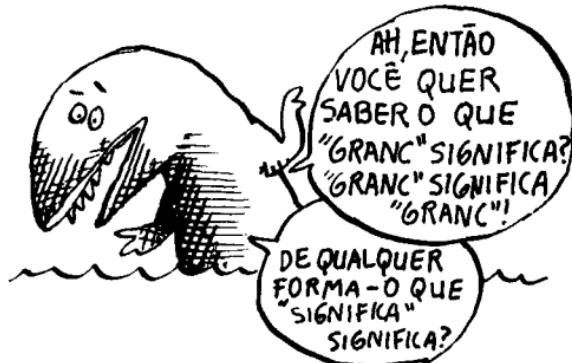
AS IMPRESSÕES
SENSORIAIS
SÃO
TRANSMITIDAS
ELETRICAMENTE
AO LONGO DOS
NERVOS,
E COORDENADAS
PELO
CÉREBRO —
PRIMEIRA
TENTATIVA
DA NATUREZA
DE PRODUZIR
UM COMPUTADOR!!



ALEM DE TRANSMITIR INFORMACAO DENTRO DE SEUS PROPRIOS CORPOS, OS ANIMAIS TAMBEM ENVIAM MENSAGENS UNS AOS OUTROS



MAIS UMA VEZ:
ELES NAO
NECESSARIAMENTE
TRANSMITEM
INFORMACAO
QUE POSSA
SER TRADUZIDA
EM PALAVRAS!



AINDAO

ESTAS MENSAGENS
NEM SEMPRE VEM
NA FORMA DE
SONS. OS CACHORROS
SE COMUNICAM
ABANANDO A
CAUDA E AS
ABELHAS "DANCAM"
PARA INDICAR O
LOCAL EXATO
DE UMA FLOR.



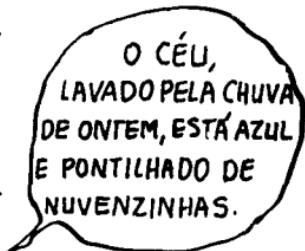
QUANDO OS HUMANOS
COMEÇARAM A SE
COMUNICAR, PROVAVELMENTE
NÃO ERA MUITO DIFERENTE
DOS ANIMAIS.



MAS, COM O
AUMENTO DO
TAMANHO DO
CÉREBRO E SEU
"PODER DE COMPUTAÇÃO",
A LINGUAGEM
TORNOU-SE
MAIS EXPRESSIVA.

O motivo?

AS PESSOAS
PODIAM
RECORDAR E
USAR **MAIS**
PALAVRAS. E
QUANTO MAIS
PALAVRAS USASSEM,
MAIOR SERIA O
NÚMERO DE
MENSAGENS
POSSÍVEIS — O QUE É
OUTRA FORMA DE DIZER
QUE PODIAM ENVIAR
MAIS
INFORMAÇÃO.

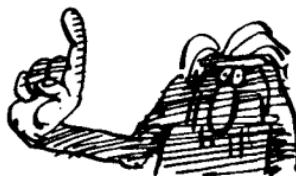


JUNTAMENTE COM AS PALAVRAS, VIERAM AS REGRAS PARA COMBINÁ-LAS: AS LEIS DA GRAMÁTICA E DA LÓGICA.

SE VOCÊ SAIR DAÍ E PEDIR DESCULPAS, ENTÃO NÓS NÃO O ESFOLAREMOS VIVO, AMENOS QUE MUDEMOS DE IDÉIA...



COM O TEMPO, ACABOU SURGINDO UM TIPO ESPECIAL DE PALAVRA, COM REGRAS PRÓPRIAS... A SABER —



ESPERE UM MINUTO... DEIXE-ME ADIVINHAR...

NÚMEROS



PODE-SE CONTAR COM ELES!

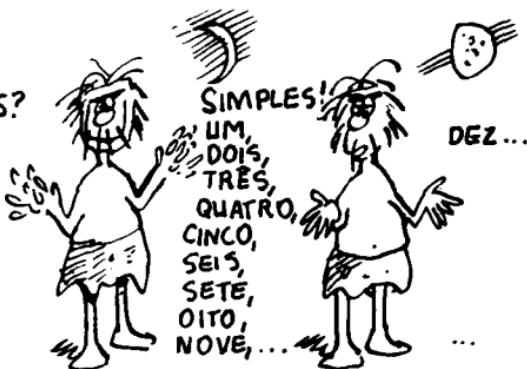
OS NÚMEROS SÃO PRECISOS... CONFIÁVEIS... VOCÊ PODE SOMAR, SUBTRAIR E MULTIPLICAR NÚMEROS... "UM" MAIS "UM" REALMENTE FAZ SENTIDO, MAS, COMO DIZEM, NÃO DÁ PARA SOMAR PATOS E LARANJAS...



ANÃO SER NO MEU COZIDO DE PATO COM LARANJA...

OS NÚMEROS TÊM UMA CARACTERÍSTICA RARA: PODE-SE REPRESENTA-LÓS NOS DEDOS, AO PASSO QUE OUTRAS PARTES DA LINGUAGEM SÓ SE DESENVOLVEM NO CÉREBRO... POIS É, AS CONTAS SEMPRE FORAM DIGITAIS*, DESDE O INÍCIO!

QUANTOS DIAS TEM UM MÊS?



AHAM!
EMBORA EU
TENHA CERTEZA -
QUE ESTA
PERGUNTA
TEM UMA
RESPOSTA,
NOSSA
GERAÇÃO DE
HARDWARE
PARECE
INCAPAZ
DESTA TAREFA...

ESTES GÊNIOS
CERTAMENTE SÃO
CAPAZES DE ABALAR AS
ESTRUTURAS...



* DÍGITO QUER DIZER DEDO!

E, APÓS A CONTAGEM,
CÓMO SE PODERIA
GUARDAR O
RESULTADO?

FÁCIL!!
APÓS A
COMPUTAÇÃO, A
AMPUTAÇÃO!

VOÇÊ
ESTA!
LOUCO

DESCULPE-ME...
VOU ARRUMAR ALGO
MELHOR PARA AS MÃOS...

VOU LAVAR
O LOBO...

VOU AFIAR
AS PEDRAS...

COMO OS OUTROS ANIMAIS, OS HUMANOS, INICIALMENTE,
SÓ PODIAM GUARDAR INFORMAÇÕES NO CÉREBRO,
QUE TINHA CAPACIDADE DE LIMITADA (E AINDA TEM!!!).
ASSIM, OS HUMANOS INVENTARAM DISPOSITIVOS
EXTERNOS PARA ARMAZENAR AS INFORMAÇÕES.

OS MAIS ANTIGOS
EXEMPLOS CONHECIDOS
DATAM DE 20 000 ANOS
ATRÁS, COMO ESTE OSSO
ENTALHADO, USADO,
APARENTEMENTE,
PARA A CONTAGEM
DOS DIAS
DO MÊS.

AGORA POSSO
CONTROLAR MEU
ARMAZENAMENTO
INTERNO!

MAIS OU MENOS NA MESMA ÉPOCA, OS HABITANTES DAS CAVERNAS COMEÇARAM, TAMBÉM, A ARMAZENAR OUTRO TIPO DE INFORMAÇÃO: PINTAVAM ANIMAIS REAIS NAS PAREDES DAS CAVERNAS — E NINGUÉM ATÉ HOJE SABE POR QUÊ!



ALGUNS MILHARES DE ANOS MAIS TARDE, OS **SUMÉRIOS** INVENTARAM UM SISTEMA QUE REPRESENTAVA SUA LINGUAGEM INTEIRAMENTE ATRAVÉS DE DESENHOS:



VAMOS CHAMÁ-LA DE "VISO-LÍNGUA"!

E ASSIM NASCEU A ESCRITA!

ATE' QUE ALGUÉM CONSIGA MELHORAR A LINGUAGEM EM SI, A ESCRITA CONTINUARA' SENDO A FORMA MAIS BÁSICA DE ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO. É PRATICAMENTE UNIVERSAL NO MUNDO INTEIRO, TENTOU-SE INVENTAR SISTEMAS QUE CODIFICASSEM A LINGUAGEM FALA DA. E, CERTAMENTE, AS TÉCNICAS VARIAVAM DE LUGAR PARA LUGAR...



OS SUMÉRIOS
ESCREVERAM
EM PLACAS DE
ARGILA,
ENQUANTO
OS EGÍPCIOS
USARAM
PAPIRO.

HMM!
UMA PLACA
FLEXÍVEL!



A ESCRITA CHINESA
COMEÇOU COM MENSAgens
AOs DELISES, GRAVADAS NOS
CASCOS DE TARTARUGAS.

SÓ QUE
NÃO CONSULTARAM
O DEUS DAS
TARTARUGAS!

OS INCAS USAVAM
UM SISTEMA DE FIOS
COM NÓS (QUIPOS).



GRANDE!
AGORA QUE CONSEGUIMOS
ARMAZENAR
TODA ESSA INFORMAÇÃO, COMO
A RECUPERAMOS?

VOLTAREMOS A ESSE ASSUNTO OPORTUNAMENTE...



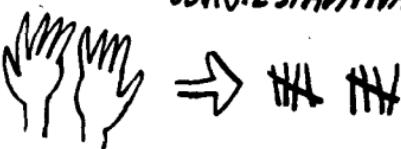
TODAS AS CIVILIZAÇÕES PRIMITIVAS DISPUNHAM DE MEIOS DE REPRESENTAÇÃO DE NÚMEROS QUE ERAM AVANÇADÍSSIMOS EM RELAÇÃO AO OSSO ENTALHADO, DA IDADE DA PEDRA, NO QUAL CADA NÚMERO ERA SIMPLESMENTE REPRESENTADO EMPILHANDO 1's. NADA PRÁTICO...



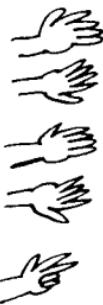
CHAMO
ESTE NÚMERO
DE "OSSOQUE".



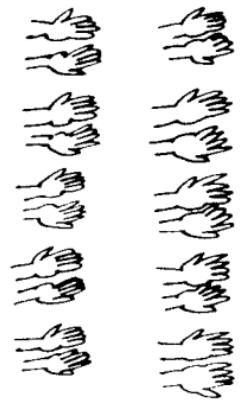
ENTRE A IDADE DO OSSO ENTALHADO E A CIVILIZAÇÃO ATUAL, AS PESSOAS ACABARAM SE ACOSTUMANDO A CONTAR OS OBJETOS DE 5 EM 5 OU DE 10 EM 10 - POR UM MOTIVO OBVIO: ESTAVA NA MÃO.



CHAMEMOS
ENTÃO DEZ DE
UMA "MÃO-CHEIA"
E FAÇAMOS
ALGUNS
CÁLCULOS.
INICIALMENTE
TERÍAMOS
NÚMEROS
DO TIPO "DUAS
MÃOS-CHEIAS E TRÊS"



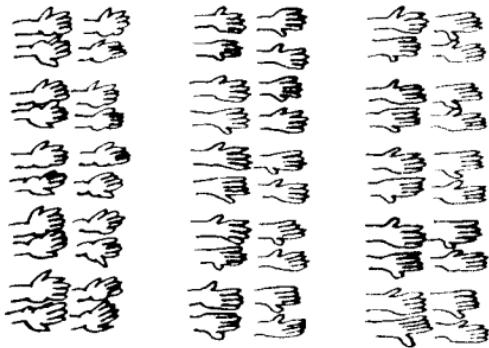
APÓS
ALGUM
TEMPO,
PASSARIAMOS
A TER UMA
MÃO-CHEIA
DE MÃOS-
CHEIAS
(DEZ DEZENAS
OU UMA
CENTENA).



AÍ VEM UMA MÃO-CHEIA DE MÃOS-CHEIAS E UM...

" " " " " DOIS
" " " " " UMA MÃO CHEIA...

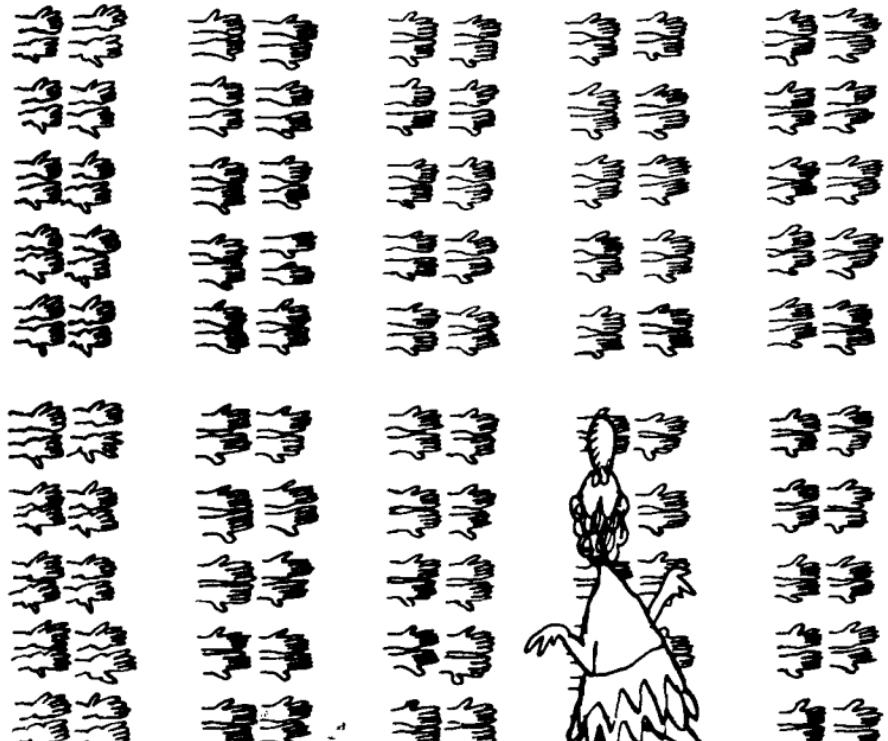
FINALMENTE, VOCÊ
ACABARÁ VENDO
NÚMEROS COMO
ESTE:



OU: "TRÊS MÃOS-CHEIAS DE MÃOS-CHEIAS, QUATRO MÃOS-CHEIAS E SETE." UMA



E ENTÃO - UMA MÃO-CHEIA DE MÃOS-CHEIAS DE MÃOS-CHEIAS.



ISTO DA' $10 \times 10 \times 10 = 1000$.

VÊM A SEGUIR:

DEZ MIL...

CEM MIL...

MIL MIL...

DEZ MIL MIL...

CADA UM DOS QUAIS É
UMA MÃO-CHEIA
DO ANTERIOR!



ISTO ESTA'
FICANDO
CONTRAMÃO!

OS POVOS ANTIGOS DESCOBRIRAM DOIS MODOS BÁSICOS DE REPRESENTAR ISSO TUDO:

UM DELES, O SISTEMA EGÍPCIO, USAVA UM SÍMBOLO DIFERENTE PARA CADA NOVA MÃO-CHEIA.



= UM



= DEZ



= CEM



= MIL

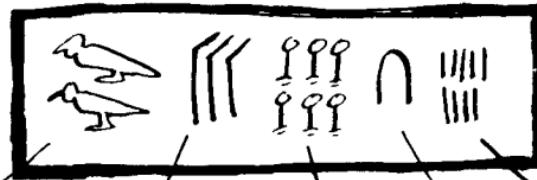


= DEZ MIL



= CEM MIL

DEPOIS,
ERA SÓ'
EMPILHAR:



DUAS CENTENAS
DE MILHAR

TRES DEZENAS
DE MILHAR

SEIS
MILHARES

UMA
DEZENA

NOVE
UNIDADES

OU 236,019

ALÉM DE UM CERTO CHARME
NA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA,
ESTES NÚMEROS SÃO FÁCEIS DE
LER, UMA VEZ QUE VOCÊ
ESTEJA ACOSTUMADO COM
ELES (DA MESMA FORMA QUE
“3 BILHÕES” É MAIS RÁPIDO DE
LER DO QUE 3.000.000.000).



POR OUTRO LADO, OS CHINESES USAVAM A **POSIÇÃO** DOS NÚMEROS PARA INDICAR SEU VALOR. PRIMEIRAMENTE, CONTAVAM DE UM A NOVE:



DE ONDE
(POR
EXEMPLO):



DUAS CENTENAS
DEMILHAR TRÊS DEZENAS
DE MILHAR SEIS
MILHARES LIMA
DEZENA NOVE
UNIDADES

OU 236,019.

A ÚNICA DIFERENÇA
É QUE NÃO EXISTIA
NENHUM SÍMBOLO
PARA O ZERO. OS
CHINESES
SIMPLESMENTE
DEIXAVAM O
ESPAÇO
EM BRANCO.

QUANTOS
SÍMBOLOS
VOCÊS TÊM
PARA O ZERO?



NA PRÁTICA, ISTO DAVA MUITO MENOS PROBLEMAS DO QUE SE POSSA IMAGINAR, JÁ QUE OS CHINESES NÃO FAZIAM SEUS CÁLCULOS NO PAPEL !!!

© SISTEMA CHINÊS
BASEAVA-SE NO
CÁLCULO COM
PALITOS. UMA
PILHA DE PALITOS
GUARDAVA O
REGISTRO DAS
UNIDADES, OUTRA
PILHA DAS DEZENAS
ETC... DENTRE
OUTRAS COISAS,
ISTO AJUDAVA A
MANTER O NÚMERO
DE PALITOS DENTRO
DO RAZOÁVEL.



CONTE EM
DEZENAS, POUPE
UMA ÁRVORE!

A REPRESENTAÇÃO DESTES NÚMEROS
ERA SIMPLESMENTE UMA CÓPIA DAS
FIGURAS FEITAS COM OS PALITOS.

INICIALMENTE, OS PALITOS ERAM BEM
COMPRIDOS, MAS COM O
APRIMORAMENTO DO MÉTODO,
OS PALITOS FORAM REDUZIDOS
PARA SEREM USADOS
NUM TABULEIRO.
CADA QUADRADO
SIGNIFICA
ZERO.



ALEM DA ADIÇÃO,
SUBTRAÇÃO, MULTIPLICAÇÃO E
DIVISÃO, ESTE SWAN-PAN,
OU "TABULEIRO ARITMÉTICO",
FOI TAMBÉM UTILIZADO
NA ÁLGEBRA E NA
SOLUÇÃO DE EQUAÇÕES.
OS NÚMEROS NOS
QUADRADOS TORNAVAM-SE
OS COEFICIENTES
DE EXPRESSÕES
ALGÉBRICAS.

	II	III
I		III
II		II



A ESTA TÉCNICA FOI DADO O NOME PITORESCO DE
"MÉTODO DO ELEMENTO CELESTIAL".

APOS TOMAREM EMPRESTADO O PROJETO, OS JAPONESES
USARAM-NO PARA CALCULAR π (PI) COM ATÉ 50 CASAS DECIMAIAS.
ATRIBUI-SE A UM CERTO MATEMÁTICO JAPONÊS A CONSTRUÇÃO
DE UM "SWAN-PAN" TIPO "MAIN FRAME" DO TAMANHO DE UM SALÃO.

GAA!
UM BUG!*

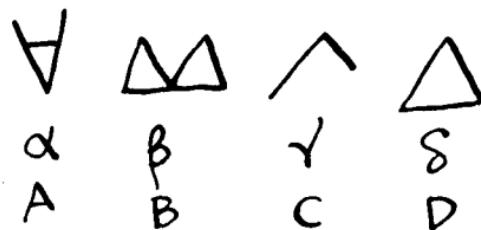


* N.T. BUG É DEFEITO EM COMPUTADOR OU PROGRAMA
MAS É TAMBÉM UM INSETO.

ENTRE MENTES, LÁ PELOS LADOS DO MEDITERRÂNEO,
SURGIRAM DUAS GRANDES INVENÇÕES:

O ALFABETO e O ÁBACO.

O ALFABETO
TORNOU-SE UMA
DAS MAIORES
INVENÇÕES NA
HISTÓRIA DA
INFORMAÇÃO.



Antes

DO ALFABETO, ERA
NECESSÁRIO UM
SÍMBOLO PARA CADA
PALAVRA (OU CADA SÍLBA,
EM ALGUNS CASOS). PARA
SE APRENDER A ESCREVER,
ERA NECESSÁRIO MEMORIZAR
MILHARES DE SÍMBOLOS.



Após

DECOMPOR A LINGUAGEM
EM UNIDADES MAIS BÁSICAS,
O NÚMERO DE SÍMBOLOS
ACABOU SENDO REDUZIDO
A MENOS DE 30. ASSIM,
QUALQUER IDIOTA PODE
APRENDER A LER.



HÁ, AINDA, UMA VANTAGEM MENOS ÓBvia DO ALFABETO MAS,
DE MANEIRA ALGUMA, MENOS IMPORTANTE:

a ordenação alfabética.



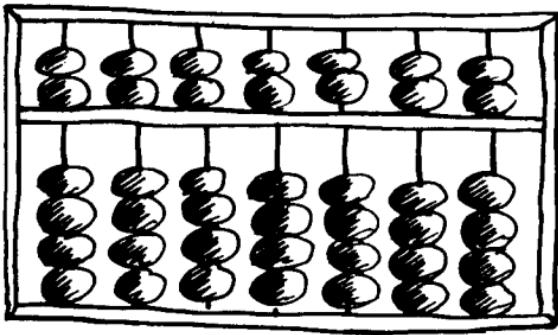
NA PÁGINA 22
MENCIONAMOS
O PROBLEMA
DE COMO
RECUPERAR
A INFORMAÇÃO
QUE FOI
ARMAZENADA,
LEMBRA-SE?

COM MILHARES DE PICTOGRAMAS, QUALQUER SISTEMA DE ARQUIVOS
FICARIA COMPLICADO, MAS, DADA UMA ORDEM ALFABÉTICA, PODE-SE
ORDENAR AS PALAVRAS, TAMBÉM. IMAGINE SOU UMA LISTA TELEFÔNICA,
OU ATÉ UMA BIBLIOTECA, SEM ORDENAÇÃO ALFABÉTICA!



OS COMPUTADORES EMPREGAM GRANDE PARTE DO SEU
TEMPO COLLOCANDO AS COISAS EM ORDEM!

O ÁBACO,
PRODUZIDO
ORIGINARIAMENTE
NO ORIENTE MÉDIO,
É UM CALCULADOR
DECIMAL
OPERADO
MANUALMENTE.

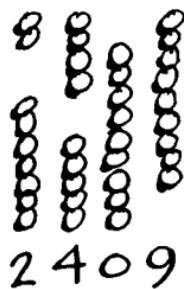
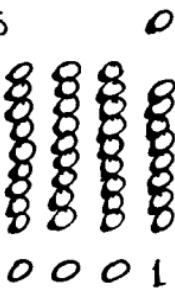


O QUE
ELE
FAZ?

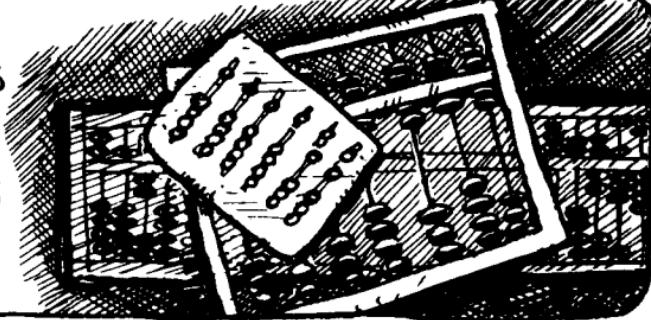
TIRA O
EMPREGO DOS
ESCRIBAS...



COMO O ALFABETO, O ÁBACO ERA SIMPLES, SISTEMÁTICO E RÁPIDO. NA SUA FORMA MAIS SIMPLES, O ÁBACO ERA FEITO DE ALGUMAS FILEIRAS DE BOLINHAS. UMA BOLINHA EM UMA DADA COLUNA VALE DEZ BOLINHAS NA COLUNA IMEDIATAMENTE À SUA DIREITA. E OS NÚMEROS SÃO "DIGITADOS" EMPURRANDO-SE AS BOLINHAS PARA CIMA.



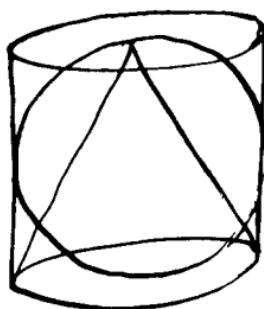
O ÁBACO TEM
PASSADO POR INÚMERAS
REENCARNAÇÕES E
TEM SIDO USADO EM
QUASE TODAS AS PARTES
DO VELHO MUNDO.



SABEMOS, ATRAVÉS
DE GRAVURAS, QUE
OS ANTIGOS GREGOS
TINHAM O ÁBACO,
MAS SEUS
MATEMÁTICOS
NUNCA O ESTUDARAM.
(OS INTELECTUAIS
GREGOS
DESPREZAVAM O
TRABALHO
MANUAL...)

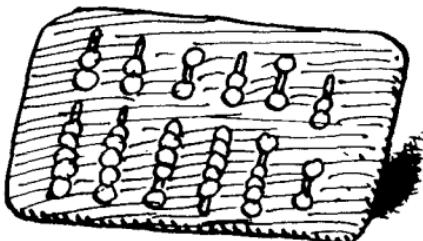


TALVEZ SEJA POR ISSO QUE OS MATEMÁTICOS GREGOS
CONCENTRARAM-SE NA GEOMETRIA ...



Os Romanos

TAMBÉM USAVAM ÁBACO.
O DELES CONSISTIA DE
BOLINHAS DE MÁRMORE
QUE DESLIZAVAM NUMA
PLACA DE BRONZE,
CHEIA DE SULCOS.

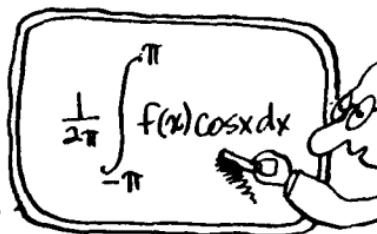


ISTO GEROU ALGUNS TERMOS MATEMÁTICOS:

EM LATIM,

CALX

SIGNIFICAVA
MÁRMORE...
ASSIM,



E O GIZ
E' CALCÁREO!!

CALCULUS

ERA UMA BOLINHA
DO ÁBACO...
E FAZER CÁLCULOS
ARITMÉTICOS, ERA

CALCULARE.

SÓ QUE
OS ROMANOS
NÃO CALCULAVAM
EM ALGARISMOS
ROMANOS!!

QUANTO É
MXVIII VEZES
CLXVI?

NÃO DA'!
PERDI MINHAS
BOLINHAS...



E O IMPÉRIO ROMANO
TORNOU-SE DECADENTE...

PFFF!!
JO GUINHOS
DE
COMPUTADOR!



E CAIU...
ROMA FOI SAQUEADA...
O CRISTIANISMO
RESSURGIU DAS CINZAS...
O CONHECIMENTO
CLÁSSICO DESAPARECEU
NO OCIDENTE... E
SOMENTE ALGUNS
PROBLEMAS
MATEMÁTICOS
MANTIVERAM SUA
LEGITIMIDADE, COMO
CALCULAR O DIA DA
PÁSCOA, OU, AINDA,
QUANTOS ANJOS
CABIAM NA CABEÇA
DE UM ALFINETE...



SEIS!
CONTE-OS VOCÊ
MESMO!

+++ EM SUMA? +++

OS TEMPOS ANTIGOS
FORAM REALMENTE A

ERA DOS CALCULADORES.



→ EMBORA OS POVOS ANTIGOS DISPUTESSEM DE
MEIOS PARA **ESCREVER** NÚMEROS, OS
CÁLCULOS ERAM RARAMENTE ESCRITOS.

ISSO NÃO É FÁCIL DE ACEITAR PARA NÓS, QUE CRESCEMOS
COM LÁPIS E PAPEL NAS MÃOS.

POR TANTO,
DA PRÓXIMA
VEZ QUE VOCÊ
OUVIR ALGUÉM
RECLAMAR
QUE AS
CALCULADORAS
ESTÃO ACABANDO
COM A
ARITMÉTICA...

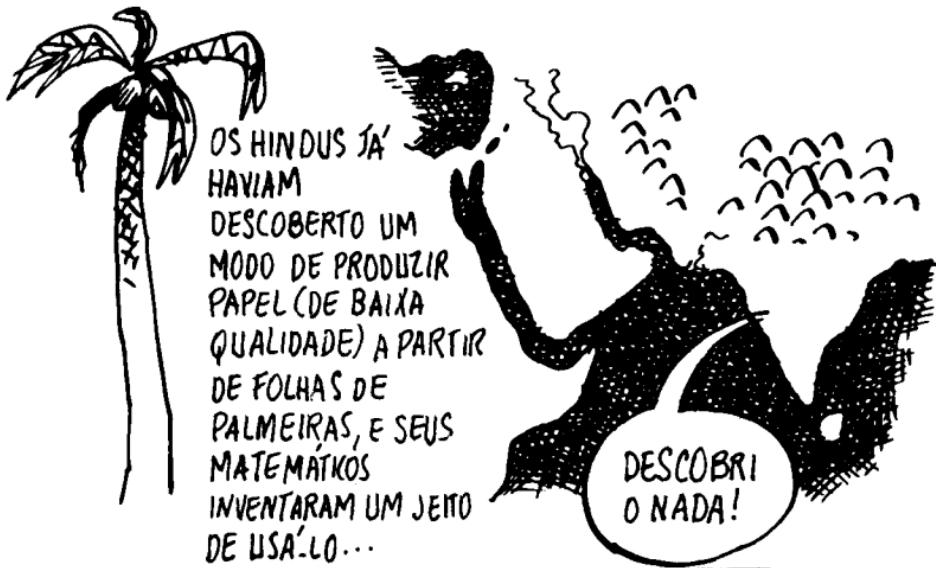
COMO
PODEMOS
LEMBRAR DAS
TABUADAS?



... RESPONDA QUE AS
PESSOAS SOBREVIVERAM
COM CALCULADORAS POR
MAIS DE 4000 ANOS !!

Muito barulho pelo Nada

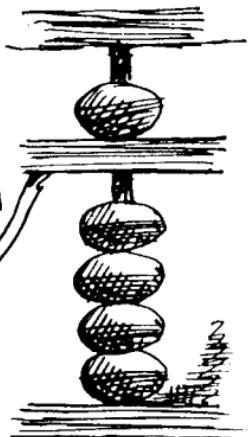
A TE' ONDE O CÁLCULO REMONTA, A IDADE DO PAPEL INICIOU-SE NA ÍNDIA, AO REDOR DE 650 A.D.



PARA TAL, INVENTARAM UM SÍMBOLO PARA O ZERO!



O!

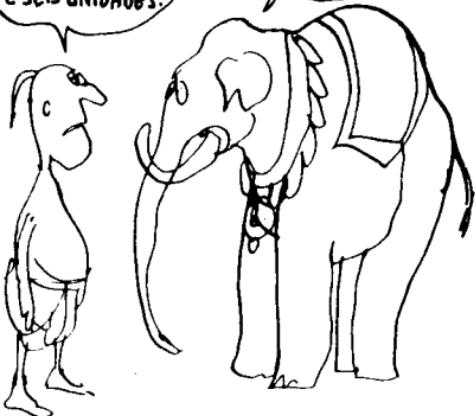


OS EQUIVALENTES
MECÂNICOS DO ZERO
JÁ ESTAVAM EM USO,
COMO AS BOLINHAS DOS
ÁBACOS QUE
PERMANECIAM
ABAIXADAS. E'
REALMENTE IMPOSSÍVEL
CALCULAR SEM
ALGUM TIPO
DE ZERO!

POR QUÉ NINGUÉM TERIA
PENSADO EM COLOCA'-LO
NA ESCRITA ANTES?
TALVEZ PORQUE A
ESCRITA FOSSE A
REPRESENTAÇÃO DA
LINGUAGEM FALADA,
SE BEM QUE
NINGUÉM DIZ —

UMA CENTENA,
NENHUMA DEZENA
E SEIS UNIDADES!

E' HISTRIONISMO
OU BRAMANISMO?



MAS, POR ALGUM MOTIVO, OS HINDUS INVENTARAM UM ZERO
ESCRITO!

१ २ ३ ४ ५ ६ ७ ८ ९ ०

NUNCA SABEREMOS
AO CERTO
O QUE
OS INSPIROU.



GASTOU
OLHAR PARA A
MINHA LATA DE
ESMOLAS E LÁ
ESTAVA ELE...

FOSSE O QUE FOSSE, PERMITIA QUE
EXECUTASSEM A ARITMÉTICA DECIMAL
NO PAPEL.



A PRIMEIRA E
ÚNICA CALCULADORA
DESCARTÁVEL!

E ASSIM INICIOU-SE A ERA DO LÁPISE E PAPEL, NESSES MEROUS
1300 ANOS ATRÁS — CURTO ESPAÇO, COMPARADO COM A ERA
DOS CALCULADORES !!

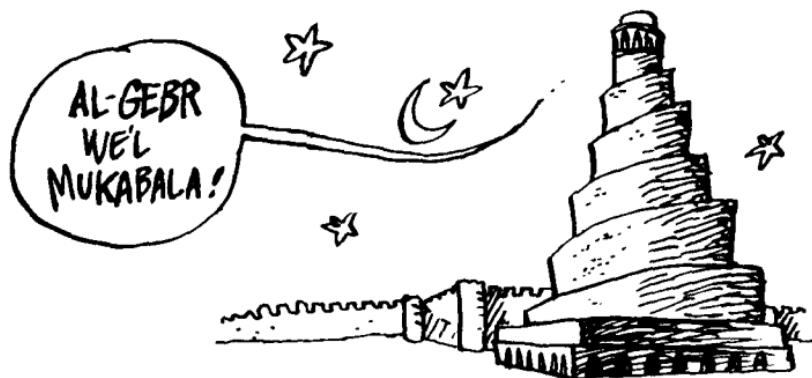
AH, BEM... VEIO
FÁCIL, VAI FÁCIL...



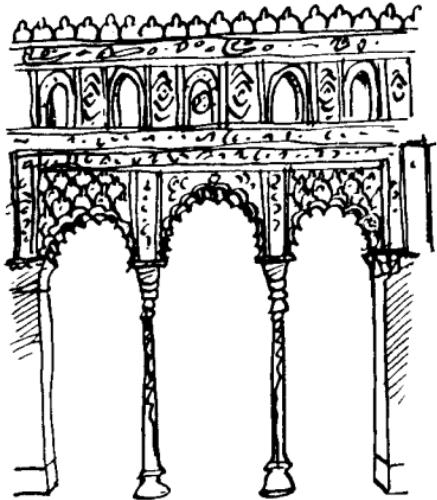
A MATEMÁTICA HINDU FOI
LEVADA PELOS
ARABES, QUE
A ESPALHARAM PELO
OCIDENTE, ATÉ A
ESPAÑHA.



LA' PELO ANO 830, UM ESTUDIOSO PERSA ESCRVEU O LIVRO
DEFINITIVO SOBRE O ASSUNTO. SEU NOME ERA MOHAMMED
IBN MUSA ABU DJEVAR, MAIS CONHECIDO POR
AL-KHWARISMU. DO QUE O LIVRO TRATAVA?



OU **ÁLGEBRA**, PARA ENCURTAR.



AO REDOR DO ANO 1100, A CIVILIZAÇÃO MUÇULMANA HAVIA ATINGIDO TAL ESSÊNCIA QUE OS EUROPEUS COMEÇAVAM A IMAGINAR...



ALGUNS INFÉIS INTRÉPIDOS FORAM VIVER ENTRE OS ÁRABES, APRENDERAM SUA LÍNGUA, INFILTRARAM-SE NAS UNIVERSIDADES E TRADUZIRAM SEUS CLÁSSICOS PARA O LATIM.



NO LIVRO DE AL-KHWARISMI ENCONTRARAM OS ALGARISMOS HÍNDUS.



AL-KHWARISMI
AL-KARISMI
ALGARISMI
ALGARISMO

APOIS SER USADO REPETIDAMENTE, O NOME DO MATEMÁTICO ACABOU-SE TRANSFORMANDO EM

ALGARISMO -

QUE É A REPRESENTAÇÃO NUMÉRICA NA QUAL ESTÁ BASEADO NOSSO SISTEMA DE CÁLCULOS.



DJÓIA,
NACIB!...

E DO MESMO RADICAL VEM:

ALGORITMO,

PALAVRA USADA EM COMPUTAÇÃO, QUE EXPLORAREMOS ADIANTE...

ESSE TAL DE "ALGARISMO"
NÃO PEGOU MUITO BEM
NO INÍCIO. OS
MERCADORES NÃO O
APRECIAVAM POIS
SE PRESTAVA A
FALSIFICAÇÕES,
CONFORME
DIZIAM...

VOCÊ PODE
FAZER O "0" VIRAR 6 OU
9... O 3 PARECE
DEMAIS COM O 8 ETC...

E' POR
ISSO QUE EU
GOSTO DELES!

E TODOS CONCORDAVAM QUE ERA UM PÉ DECORAR A
TABUADA...



1	2	3	4	5	6	7	8	9	1
4	6	8	10	12	14	16	18	20	2
9	12	15	18	21	24	27	30	33	3
16	20	24	28	32	36	40	44	48	4
25	30	35	40	45	50	55	60	65	5
36	42	48	54	60	66	72	78	84	6
49	56	63	70	77	84	91	98	105	7
64	72	80	88	96	104	112	120	128	8
81									9

MAS, AFINAL, ACABOU PEGANDO —
NÃO QUE FOSSE OBRIGATORIAMENTE MAIS
RÁPIDA QUE O ÁBALO — E NÃO ERA —
MAS PORQUE, COMO OS ÁRABES O
SABIAM, FORÇAVA A **MANIPULAÇÃO**
DE SÍMBOLOS ABSTRATOS:
PRIMEIRAMENTE, A ÁLGEBRA; DEPOIS,
O CÁLCULO E TODA A
MATEMÁTICA DE ALTO NÍVEL.

$$ax + b = 0 \\ ax = -b$$

$$x = \frac{-b}{a}$$



E, DE
PASSAGEM...

NÃO DÁ PARA CALCULAR
EM PAPEL SEM PAPEL,
ASSIM OS EUROPEUS
TAMBÉM APRENDEM
A **FABRICAR**
PAPEL COM OS
ÁRABES, QUE TINHAM
APRENDIDO COM OS
CHINESES, QUE O
TINHAM INVENTADO.

EM TROCA, OS CHINESES
PEGARAM O
ÁBACO

E TRANSFORMARAM-NO
EM SUA CALCULADORA
Nº 1. DA CHINA,
O USO DO ÁBACO
ESTENDEU-SE ATÉ
O JAPÃO ONDE—
SERÁ QUE É
PRECISO DIZER?—
O PROJETO
FOI APERFEIÇOADO!

ACHO QUE
AINDA DARIA PARA
TIRAR MAIS UMA
BOLINHA DAQUI...
OUTRA DALI...



MAS... VOLTANDO AOS ALGARISMOS... ➔

ENQUANTO OS
ESTUDIOSOS EUROPEUS
TRADUZIAM CLÁSSICOS NAS
BIBLIOTECAS ÁRABES,
OS CRUZADOS

FAZIAM O IMPOSSÍVEL
PARA DESTRUIR A
CIVILIZAÇÃO
ISLÂMICA.



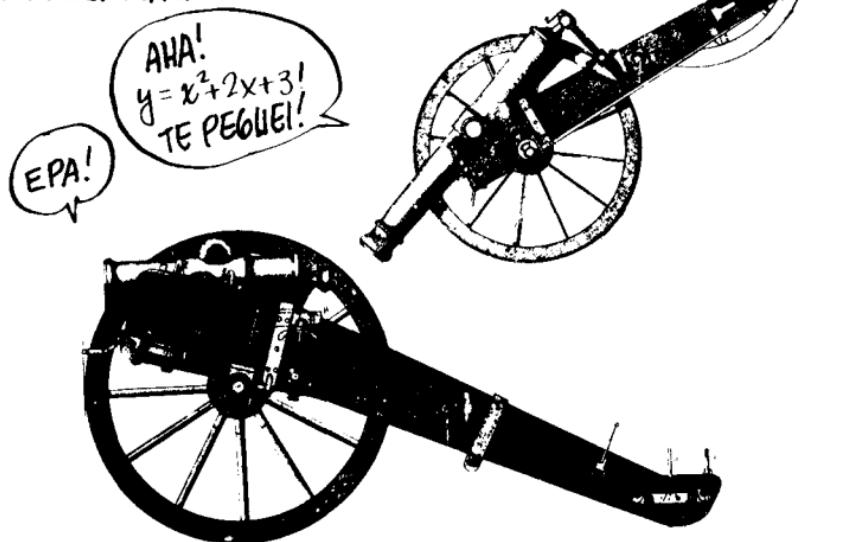
E' MUITO
MAIS FÁCIL DO
QUE LER
LIVROS!

ESTA AÇÃO COMBINADA, AGINDO NA TRADUÇÃO E NA DESTRUÇÃO,
LEVOU AO AUMENTO DO PODER E DO CONHECIMENTO EUROPEU,
ABRINDO UMA NOVA ERA:

A RENASCENCA.



O PROGRESSO ARMAMENTISTA
SEMPRE CAMINHA OMBRO A
OMBRO COM O AVANÇO
DA MATEMÁTICA.



NO SÉCULO XVI, NICCOLO TARTAGLIA (1499 — 1559) EQUACIONOU A TRAJETÓRIA DE PROJÉTEIS (PROBLEMA IMPORTANTE NA HISTÓRIA MAIS ATUAL DOS COMPUTADORES, COMO VEREMOS ADIANTE).

QUASE UM SÉCULO DEPOIS, ISAAC NEWTON REUNIU AS TRAJETÓRIAS DE PROJÉTEIS E MOVIMENTOS DOS PLANETAS NA TEORIA GRAVITACIONAL, UMA DAS GLÓRIAS QUE COROOU A ERA DO LÁPIS E PAPEL.



NO ENTANTO,
ESTA TEORIA ACABOU POR INTRODUIR ALGUNS HORRORES NA COMPUTAÇÃO...

O PIOR DELES FOI O

PROBLEMA DOS TRÊS CORPOS, QUE REQUER A DESCRIÇÃO MATEMÁTICA DOS MOVIMENTOS DE TRÊS CORPOS – O SOL, A TERRA E A LUA, POR EXEMPLO – INTERAGINDO SOB A AÇÃO DA GRAVIDADE. A SOLUÇÃO ACABA SEMPRE SENDO INCREDIVELMENTE DIFÍCIL E ENFADONHA!

ESTAMOS CHEGANDO AO FIM DO PAPEL!



John NAPIER, (1550-1617),
UM ESCOCÊS MEIO MALUCO,
FAMOSO PELOS LOGARITMOS,
INVENTOU OS CHAMADOS
"OSOS DE NAPIER."



QUE
ERAM,
SIMPLEMENTE,
TABELAS DE
MULTIPLICAÇÃO
GRAVADAS EM BASTÔES.

ATRIBUI-SE, GERALMENTE, A
Blaise
PASCAL (1623-1662),

A CONSTRUÇÃO DA PRIMEIRA
CALCULADORA.

SUA
"PASCALINE"
SOMENTE
FAZIA
SOMAS E
SUBTRAÇÕES.



A PRIMEIRA MÁQUINA DE
VERDADE FOI CONSTRUÍDA
POR **Wilhelm SCHICKARD** (1592-
1635).

FAZIA SOMA, SUBTRAÇÃO,
MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO...
MAS FOI
PERDIDA
DURANTE A
GUERRA DOS
TRINTA
ANOS. O
PRÓPRIO SCHICKARD MORREU DE
UMA PESTE E NÃO PÔDE DEFENDER
SUA PRIMAZIA. ASSIM...

Gottfried Wilhelm LEIBNIZ (1646-1716)

APRIMOROU UM BOCADO O PROJETO DE
PASCAL... E

SONHAVA COM O DIA
EM QUE TODO O
RACIOCÍNIO PUDESSE
SER SUBSTITuíDO
PELO SIMPLES
GIRAR DE
UMA
ALAVANCA!

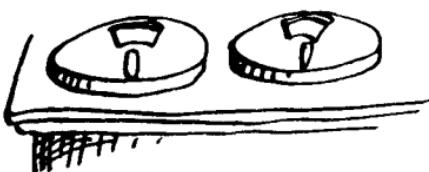


DURANTE O SÉCULO XVIII
MAIS MÁQUINAS FORAM
CONSTRUIÍDAS MAS TODAS
ESTAVAM LONGE DE SER
UM COMPUTADOR DE
USO GERAL.

Por
Que?



POR EXEMPLO: EM TODAS ELAS, O USUÁRIO ENTRAVA COM OS
NÚMEROS GIRANDO UMA SÉRIE DE BOTÕES E RODAS...



... E ENTÃO GIRAVA A
ALAVANCA
APROPRIADA PARA
SOMAR OU
MULTIPLICAR.

UM OUTRO
MODO DE DIZER A
MESMA COISA:



A **ENTRADA**
CONSISTIA SOMENTE DE
NÚMEROS A SEREM
COMBINADOS.



COMO ACABARA' LOGO SE
TORNANDO CLARO, UM
COMPUTADOR DE USO GERAL
DEVE SER CAPAZ DE FAZER
MAIS: DEVE LER
INSTRUÇÕES

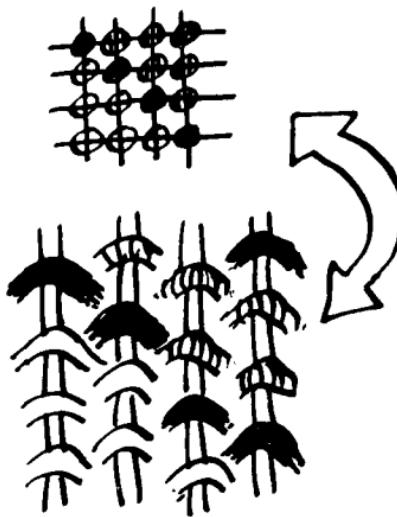
A RESPEITO DO QUE DEVERÁ
FAZER COM ESSES NÚMEROS!!!

BEM, EU
SÓ ESTAVA
TENTANDO
CONSTRUIR
UMA MÁQUINA
DE SOMAR...

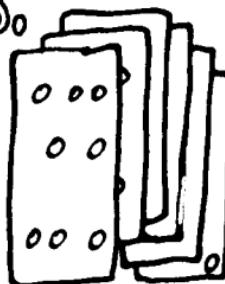
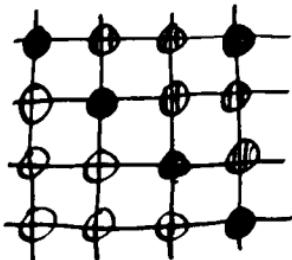
A ORIGEM DESTA IDEIA NÃO SAIU DE UM LABORATÓRIO OU DO ESTUDO DE ALGUM CIENTISTA, MAS DAS FÁBRICAS ENFUMAÇADAS DA

REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

VOÇÊ PODE NUNCA TER
PENSADO NA
MÁQUINA DE TECER
COMO UM PROCESSADOR
DE INFORMAÇÕES, MAS ELA
TRANSFORMA UM DESENHO
ABSTRATO NUM PADRÃO DE
CORES, CRIADO ATRAVÉS
DE VOLTAS COM CADA FIO
COLORIDO, NO LUGAR
APROPRIADO.



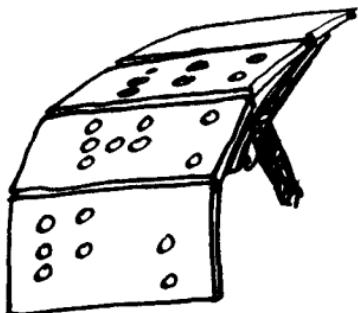
EM MEADOS DO SÉCULO XVIII, FOI INVENTADO UM
SISTEMA QUE REPRESENTAVA ESTES PADRÕES EM
CARTÕES PERFURADOS.



ATRAVEŚ DE UM TEAR MANUAL
ULTRAPASSADO, O TECELÃO LIA OS
CARTÕES, ATÉ QUE EM 1801

JOSEPH MARIE JACQUARD

INVENTOU UM TEAR
MECÂNICO COM UMA
LEITORA DE CARTÕES
AUTOMÁTICA.



ENTRAVAM OS CARTÕES, SAÍA O TECIDO...

E
SUMIAM OS
EMPREGOS!



A MÁQUINA DE JACQUARD TRABALHAVA TÃO BEM QUE
MILHARES DE TECELÕES DESEMPEREGADOS SE REVOLTARAM
E QUASE MATARAM O INVENTOR.

A IDEIA DE JACQUARD
ATRAVESSOU O CANAL ATÉ
A INGLATERRA, ONDE PRODUZIU
UMA REAÇÃO EM CADEIA
NOS MIOLOS DE

CHARLES BABBLE

(1792-1871),

QUE FICOU CONHECIDO
COMO O "PAI DO
COMPUTADOR."



NÃO SOMOS
NADA
PARECIDOS!



POR VÁRIOS ANOS, BABBLE, UM PROFESSOR DE MATEMÁTICA DE CAMBRIDGE, TRABALHARA NO DESENVOLVIMENTO DE UMA GRANDE CALCULADORA MECÂNICA QUE ELE CHAMARA DE "CALCULADOR DIFERENCIAL".



ELE PODERIA CALCULAR
TABELAS MATEMÁTICAS,
SE SEU INVENTOR
TIVESSE SIDO CAPAZ DE
TERMINA-LD.

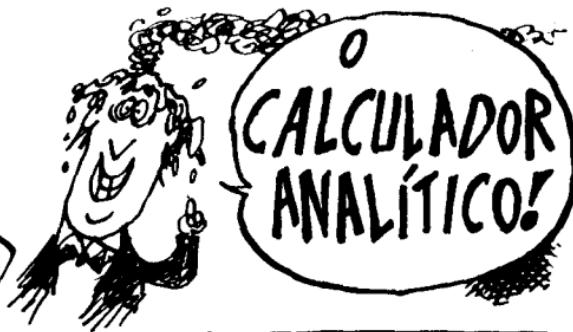
EM 1822,
BABBLE
APELOU A
SOCIEDADE REAL,
PEDINDO FUNDOS
PARA CONCLUIR
SEU CALCULADOR
DIFERENCIAL
E FOI-LHE
DADA UMA
BOA SOMA.



ELE CONTRATOU UM
MECÂNICO-CHEFE
E PÔS-SE A
TRABALHAR... MAS
BABBLE NÃO PODIA
RESISTIR A TENTAÇÃO
DE INovaçõEs
ADICIONAIS, NO MEIO
DA PRODUÇÃO!



E ASSIM AS COISAS
PERMANECERAM, ATÉ QUE
OS CARTÕES PERFURADOS
DE JACQUARD CAUSARAM
UMA NOVA REVOLUÇÃO NO
CÉREBRO DE BABBAGE,
UMA MÁQUINA QUE ELE
CHAMOU DE:



PELO FATO DELE LEMBRAR TÃO BEM UM COMPUTADOR, VAMOS
DAR UMA OLHADA COM MAIS DETALHES NO CALCULADOR
ANALÍTICO, COMO BABBAGE O IMAGINOU. ENTRE SEUS
COMPONENTES ESTAVA

O MOIMHO

UMA RODA DENTADA, NO
CORAÇÃO DA MÁQUINA,
QUE SERIA UMA ENORME
MASTIGADORA DE,
NÚMEROS, UMA MÁQUINA DE
SOMAR COM A PRECISÃO DE
50 CASAS DECIMAS.



E COMO
ELE SABIA
O QUE
FAZER?



AS INSTRUÇÕES SERIAM LIDAS EM
CARTÕES PERFURADOS.

ISTO É, OS CARTÕES PERFURADOS TRANSPORTAVAM NÃO SÓ
OS NÚMEROS MAS O PADRÃO DE MOAGEM TAMBÉM!

PORTANTO, A MÁQUINA PRECISARIA DE UM
DISPOSITIVO DE ENTRADA PARA LER OS CARTÕES.

BABBAGE IMAGINOU UMA UNIDADE DE MEMÓRIA OU
ARMAZÉM PARA GUARDAR OS NÚMEROS PARA REFERÊNCIAS
FUTURAS.

ESTA UNIDADE SERIA
UM BANCO DE 1 000
"REGISTRADORES",
CADA UM DELES
CAPAZ DE ARMAZENAR
UM NÚMERO DE
50 DÍGITOS. ESTES
NÚMEROS PODERIAM SER
OU UM NÚMERO DADO NOS
CARTÕES DE ENTRADA OU
O RESULTADO DAS
OPERAÇÕES DO MOINHO.

O QUE
HOUVE
COM
VOCÊ?



E, FINALMENTE, A
SAINTE!

BABBAGE DESENHOU
A PRIMEIRA MÁQUINA
AUTOMÁTICA DE
IMPRESSÃO PARA
MOSTRAR O
RESULTADO
DOS CÁLCULOS.

UM DESSES CARTÕES PERFURADOS PODERIA TER UMA DAS SEGUINTE FUNÇÕES:



ENTRAR COM UM NÚMERO NO ARMAZÉM



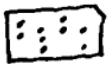
ENTRAR COM UM NÚMERO NO MOINHO



MOVER UM NÚMERO DO MOINHO PARA O ARMAZÉM



MOVER UM NÚMERO DO ARMAZÉM PARA O MOINHO

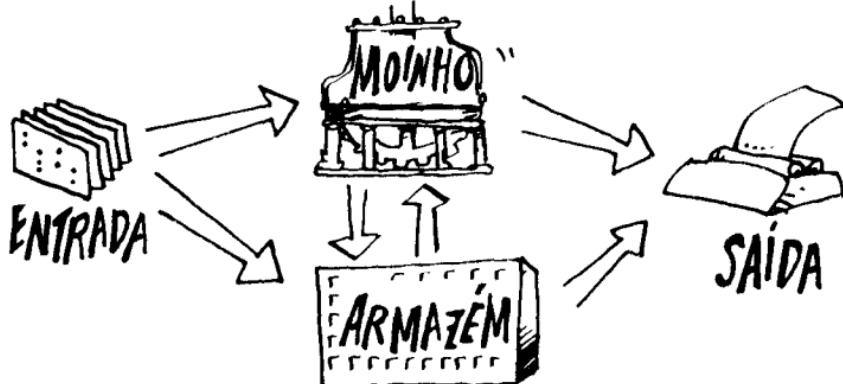


COMANDAR O MOINHO PARA EFETUAR UMA OPERAÇÃO



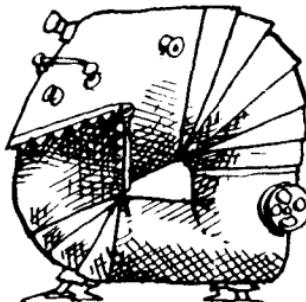
SAIR COM UM NÚMERO

TUDO ISSO PODE SER RESUMIDO NO ESQUEMA:



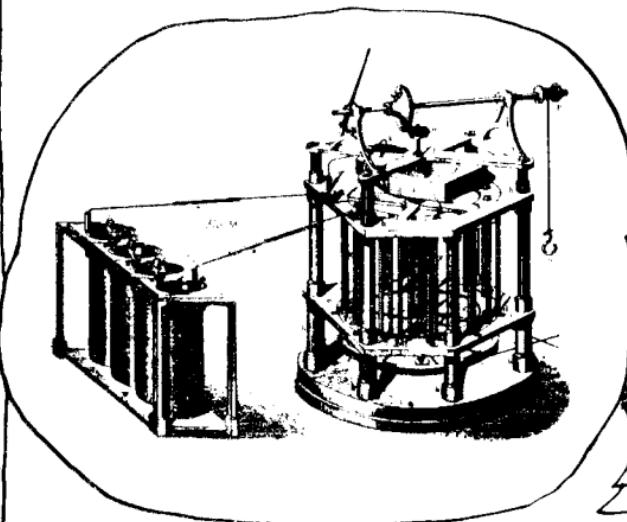
EM PARTICULAR, UM RESULTADO DO MOINHO PODERIA SER ARMAZENADO PARA REFERÊNCIA FUTURA, RETORNANDO AO MOINHO QUANDO PRECISO.

COMO BABBAGE AFIRMAVA, O CALCULADOR ANALÍTICO PODIA "MORDER O RABO". MUITO FLEXÍVEL!



E' PRECISO SER FLEXÍVEL PARA MORDER O RABO...

ATE' ENTÃO, ESTAS IDEIAS NÃO HAVIAM SAÍDO DO PAPEL. ASSIM, BABBAGE COMEÇOU A PROCURAR AS "BOAS ALMAS" QUE PUDESSEM AJUDÁ-LO A PÔR SEU PLANO EM AÇÃO.



A QUE MAIS SE CONDOEU FOI:
ADA AUGUSTA,
LADY LOVELACE, FILHA DO
POETA LORD BYRON E QUE
ERA MATEMÁTICA
AMADORA ENTHUSIASTA.
SE CHARLES BABBAGE É O
PAI DOS COMPUTADORES,
ADA LOVELACE É A MÃE!!

ADA TORNOU-SE A PRIMEIRA PROGRAMADORA: ESCRVEU VERDADEIRAS SÉRIES DE INSTRUÇÕES PARA O CALCULADOR ANALÍTICO...



ADA INVENTOU A **SUB-ROTINA**: UMA SEQUÊNCIA DE INSTRUÇÕES QUE PODE SER USADA VÁRIAS E VÁRIAS VEZES EM MUITOS CONTEXTOS.



VOCÊ PODE TER UMA VERDADEIRA BIBLIOTECA DELAS!

ELA DESCOBRIU O VALOR DOS **LOOPS**: DEVERIA HAVER UMA INSTRUÇÃO QUE RETORNASSE A LEITORA DE CARTÃO A UM CARTÃO ESPECÍFICO, DE MODO QUE A SEQUÊNCIA PUDesse TER SUA EXECUÇÃO REPETIDA.



E SONHAVA COM O **SALTO CONDICIONAL**: A LEITORA DE CARTÃO PODERIA "SALTAR" PARA UM OUTRO CARTÃO SE ALGUMA CONDIÇÃO FOSSE SATISFEITA.



ELA PODE TOMAR DECISÕES!

NADA MAL PARA UMA
MÁQUINA QUE NUNCA
EXISTIU... O GOVERNO SE
RECUSOU A APOIAR O
PROJETO EM VISTA DO
PASSADO DE BABBAGE COM
O CALCULADOR
DIFERENCIAL.

DESESPERADO ATRÁS DE FINANCIAMENTO, BABBAGE BOLOU UMA
FÓRMULA CIENTÍFICA PARA ACERTAR OS CAVALOS GANHADORES
DAS CORRIDAS - E ACABOU COM A 'FORTUNA DE ADA'.



A HISTÓRIA TEVE UM
FINAL TRISTE: ADA
MORREU AINDA JOVEM...
E BABBAGE NUNCA
CONSEGUIU ACABAR
O CALCULADOR
ANALÍTICO, QUE SE
TORNOU O PRIMEIRO
EXEMPLO DA:

LEI DE BABBAGE:

NUNCA SE CONSTRÓEM
OS COMPUTADORES A
TEMPO!

OS MALFADADOS INVENTORES
ESTAVAM MUITO ALEM DE
SEU TEMPO. NADA EQUIVALENTE
AO CALCULADOR ANALITICO
APARECEU ATÉ
A ÚLTIMA DÉCADA
DE 40.



QUASE TÃO
ATRASADO QUANTO
NOSSO CAVALO...

ENTREMENTES, AS COISAS SEGUIAM DOIS CAMINHOS:

DE UM LADO, AS
CALCULADORAS
MECÂNICAS: VÁRIOS
ENGENHEIROS
CONSTRUIRAM
CALCULADORES
DIFERENCIAIS INSPIRADOS
NA MÁQUINA DE BABBAGE.
POR UM MOTIVO OU
OUTRO, NUNCA
PEGARAM...



VOCÊ NÃO QUER
CALCULAR x^2+x+41
EM CASA?



UAU!
EFEITOS
SONOROS!

... EMBORA AS
MÁQUINAS DE SOMAR
DE MESA E CAIXAS
REGISTRADORAS
REALMENTE ACABASSEM
POR SE TORNAR
ACESSÓRIOS,
INDISPENSÁVEIS
NOS NEGÓCIOS.

POR OUTRO LADO, APARECIAM AS MÁQUINAS PERFORADORAS DE CARTÕES, COMEÇANDO COM AS TABULADORAS DE CENSO, CRIADAS POR

HERMAN HOLLERITH (1860-1929)

DA MESMA FORMA QUE BABBAGE, HOLLERITH SE INSPIROU NO TEAR DE JACQUARD E INVENTOU UMA MÁQUINA EXCLUSIVAMENTE PARA ACUMULAR E CLASSIFICAR INFORMAÇÃO.



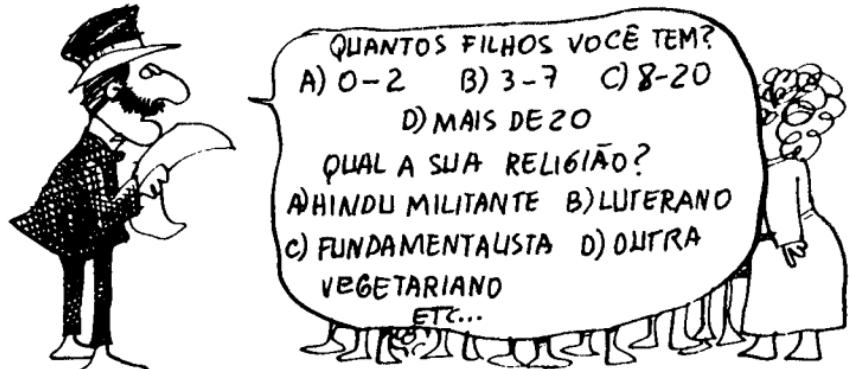
JÁ QUE ERA UMA TAREFA INÉDITA PARA UMA MÁQUINA — E O TIPO PARA O QUAL, IDEALMENTE, SERVE O COMPUTADOR — MELHOR A EXAMINARMOS MAIS DE PERTO.

ANTES DE HOLLERITH, O DEPARTAMENTO DE CENSO PROCESSAVA TODOS OS DADOS MANUAL... E LENTAMENTE. O CENSO DE 1880 DEMOROU 7 ANOS E MEIO PARA DIVULGAR SEU RESULTADO!

É MAIS OU MENOS COMO FAZER A PREVISÃO DO TEMPO DE ONTEM...



NAQUELA ÉPOCA (E HOJE TAMBÉM), O CENSO CONSISTIA DE UMA SÉRIE DE PERGUNTAS DE MÚLTIPLO ESCOLHA...



ATRAVÉS DISSO, DESEJAVA-SE SABER:

O NÚMERO TOTAL DE CIDADÃOS...

QUANTOS TINHAM DE 0 A 2 FILHOS...

QUANTOS ERAM HINDUS MILITANTES...
ETC!

DA MESMA FORMA QUE:

QUANTOS FUNDAMENTALISTAS VEGETARIANOS TÊM MAIS DE 20 FILHOS?

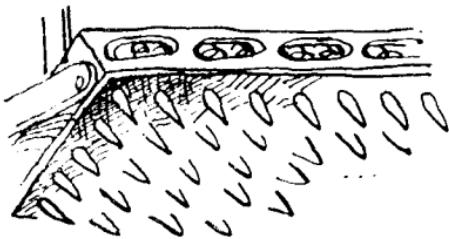
HOLLERITH PROPOS, ENTÃO, COLOCAR AS RESPOSTAS DE CADA PESSOA NUM SIMPLES CARTÃO PERFORADO, DO TAMANHO DE UMA NOTA ANTIGA DE UM DÓLAR

	1	2	3	4	5	6	...
a	■			■			
b		■			■	■	
c					■		
d							

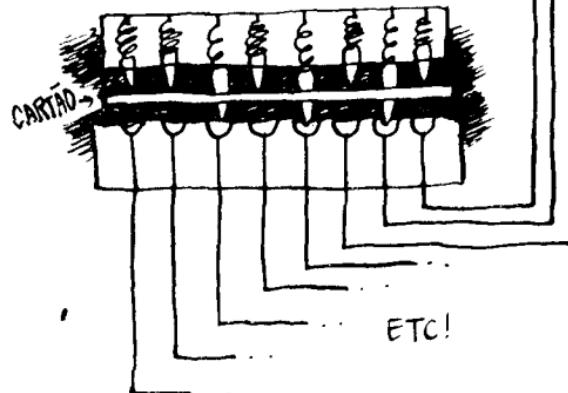
SIMPLIFICANDO, CADA COLUNA REPRESENTAVA UMA PERGUNTA. O FURTO EM DETERMINADA COLUNA REPRESENTAVA A RESPOSTA ÀQUELA PERGUNTA.

ESTE CARTÃO MOSTRA AS RESPOSTAS: 1-a, 2-c, 3-b, 4-a, 5-d ETC...

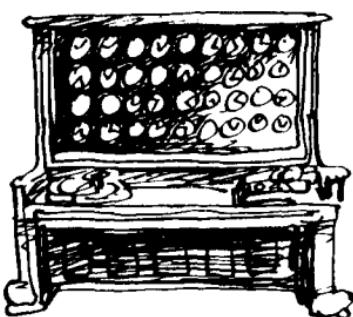
OS CARTÕES ERAM "LIDOS" POR UM DISPOSITIVO QUE CONSISTIA DE UMA TÁBUA DE PEQUENOS PINOS MONTADOS SOBRE MOLAS E QUE CONDUZIAM ELETRICIDADE.



QUANDO ELES ENTRAVAM EM CONTATO COM O CARTÃO, SOMENTE OS PINOS QUE ESTIVESSEM SOBRE OS FUROS PASSAVAM. CADA UM DESTES TOCAVA, ENTÃO, UMA PEQUENA CAVIDADE COM MERCÚRIO, FECHANDO O CIRCUITO ELÉTRICO.



CADA CAVIDADE ESTAVA LIGADA A UM CONTADOR, QUE ERA ACIONADO CADA VEZ QUE UM PULSO ELÉTRICO ERA TRANSMITIDO.



ASSIM, OS TOTAIS INSTANTÂNEOS DE CADA RESPOSTA POSSÍVEL ERAM CONTINUAMENTE EXIBIDOS.



SERA' QUE
ELA CONTA TAMBÉM
O NÚMERO DE
DEMITIDOS NO
DEPARTAMENTO
DE CENSO?

O TABULADOR TAMBÉM AJUDAVA A RESPONDER PERGUNTAS COMO: "QUANTOS RESPONDERAM 2-A E TAMBÉM RESPONDERAM 3-C?"



EIS COMO:

PRIMEIRO,
FAZENDO
COM QUE UMA
CAMPAINHA
TOCASSE SEMPRE
QUE UM CARTÃO
TIVESSE A
RESPOSTA 2-A.



AI, PASSAVAM-SE
TODOS OS CARTÕES
PELA MÁQUINA,
RETIRANDO-SE
TODOS OS QUE
TOCASSEM A
CAMPAINHA.



ISTO CRIAVA
UMA PILHA DE
CARTÕES DOS
HINDUS
MILITANTES,
QUE ERAM
PASSADOS PELO
TABULADOR NOVAMENTE.



A
MÁQUINA
MOSTRAVA
ENTÃO OS
TOTais DE
HINDUS
MILITANTES.



ESTE TIPO DE
TRABALHO - ANALISAR
E COMPARAR
GRANDES VOLUMES
DE INFORMAÇÃO -
E ATUALMENTE
CONHECIDO
COMO:

PROCESSAMENTO de DADOS

O TABULADOR DE HOLLERITH REDUZIU
O TEMPO DE PROCESSAMENTO DE
DADOS DO CENSO DE 1890 EM

DOIS TERCOS,

PARA 2 1/2 ANOS. AINDA É MUITO
TEMPO MAS, NAQUELA ÉPOCA, O
RESULTADO FOI EXPRESSIVO!!!

HOLLE RITH FUNDOU UMA COMPANHIA PARA PRODUZIR SEU
PROCESSADOR DE DADOS OPERADO POR CARTÕES, E TEVE
INÚMEROS CLIENTES:

UMA REDE FERROVIÁRIA USAVA
O TABULADOR PARA VERIFICAR
AS ESTATÍSTICAS DE FRETE...
UM FABRICANTE DE FERRAMENTAS
USOU-O PARA CÁLCULO DE
CUSTOS, ANÁLISE DE FOLHA
DE PAGAMENTO E INVENTÁRIOS
DA ADMINISTRAÇÃO...

UMA LOJA DE DEPARTAMENTOS
PRECISOU DELE PARA
GUARDAR REGISTROS DE
MERCADORIAS, VENDAS,
VENDEDORES,
FREGUESES ETC., ETC...

A FIRMA DE HOLLERITH PROSPEROU... MAIS TARDE
ELA SE DEDICOU AOS COMPUTADORES E PROSPEROU
TAMBÉM... ELA É NADA MENOS QUE A

TÃO GRANDE QUE
NEM CABE NO QUADRO!



IBM.



SE, POR ACASO, VOCÊ NÃO
NOTOU, O TABULADOR DE
HOLLERITH USAVA

ELETRICIDADE.

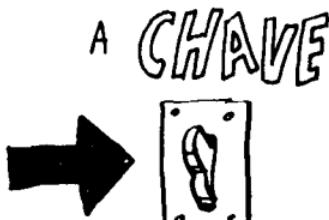


ISTO NOS TRAZ AO SÉCULO XX E SUAS
MARAVILHAS ELETRÔNICAS, RÁDIO, TELEFONE,
A LÂMPADA INCANDESCENTE, QUE
DESEMPENHAM UM PAPEL IMPORTANTE
NOS EPISÓDIOS FINAIS DA
EVOLUÇÃO DO COMPUTADOR...

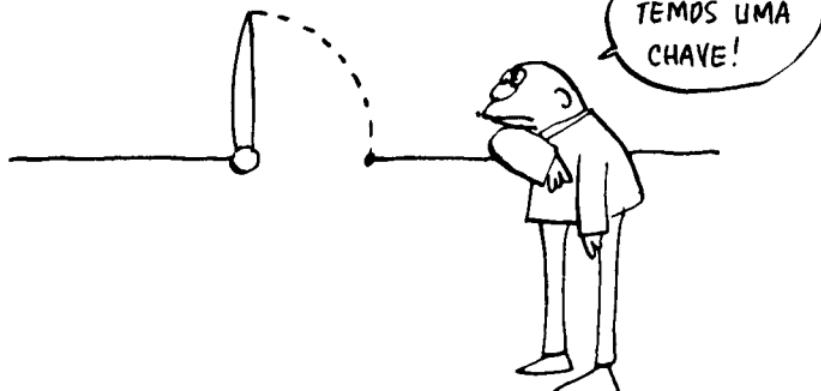


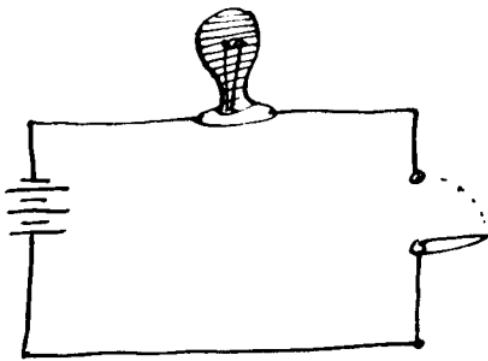


NO MEIO DE TODOS ESSES
"EMARANHADOS CIRCUITOS"
ALGUNS PESQUISADORES
VOLTARAM SUA ATENÇÃO PARA
O COMPONENTE MAIS
BÁSICO DE TODOS:

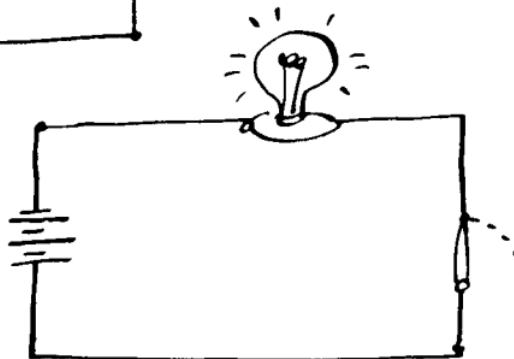


QUALQUER TIPO DE DISPOSITIVO
QUE PODE ABRIR OU FECHAR UM CIRCUITO
ELÉTRICO É CHAMADO DE CHAVE:





QUANDO A CHAVE ESTÁ ABERTA, O CIRCUITO É INTERROMPIDO E NÃO FLUI CORRENTE PARA A LÂMPADA.



QUANDO A CHAVE ESTÁ FECHADA, O CIRCUITO É COMPLETADO E A LÂMPADA SE ACENDE.



ALGUMAS CHAVES COMUNS:

CHAVES
TIPO
ALAVANCA



CHAVES ROTATIVAS



DESL.



-LIGA

DESL. LIGA



CHAVES
DE PRESSÃO

UMA CHAVE MENOS
FAMILIAR É A CHAVE
TELEFÔNICA.
VOCÊ NÃO PODE VÊ-LA
MAS ELA COMPLETA A LIGAÇÃO
ENTRE SEU APARELHO E
AQUELE PARA ONDE VOCÊ
DISCOU.

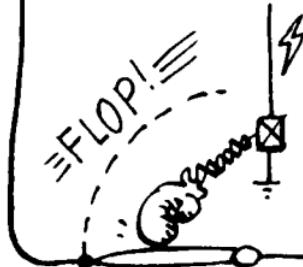


ANTIGAMENTE, ISTO TINHA DE SER FEITO À MÃO—

A ESTAÇÃO OPERACIONAL
ERA POR ISSO CHAMADA
PAINEL DE
CHAVES.



ENTÃO, A COMPANHIA TELEFÔNICA,
COM TODA A SABEDORIA, SURGIU
COM O **RELÉ** AUTOMÁTICO.
QUANDO RECEBESSE UM SINAL
ELETRICO, ELE FECHARIA,
COMPLETANDO A CHAMADA
PARA O LUGAR CORRETO.

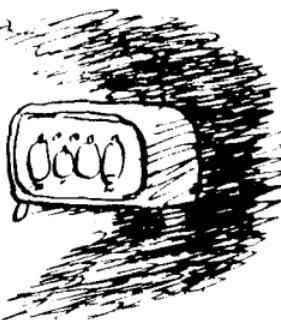


O RELE' TELEFÔNICO PODIA CHAVEAR MUITO MAIS RAPIDAMENTE QUE A MÃO — QUASE 5 VEZES POR SEGUNDO! OS PAINÉIS DE CHAVE TORNARAM-SE, ENTÃO, OBSOLETOS...

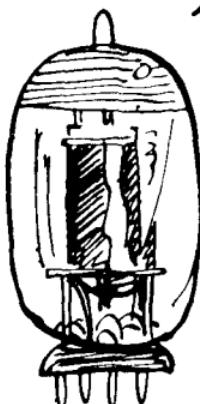
ACHO MELHOR
PROCURAR EMPREGO
NA FÁBRICA DE
RELES...



MAS ELE NÃO PODE
FAZER FRENTE A UM
OUTRO TIPO DE CHAVE
INVENTADA ATÉ
MESMO ANTES:
A VÁLVULA.



LEMBRA-SE
DELAS,
BRILHANDO
NA PARTE
DE TRÁS
DOS
RÁDIOS?
NÃO LEMBRA?
AH...



A VÁLVULA TAMBÉM PODE SER
LIGADA OU DESLIGADA COMO UMA CHAVE,
— MAS TÃO RAPIDAMENTE QUE NÃO A VEMOS
— COMUTAR... ELA SIMPLEMENTE
CINTILA... MAS PODE SER CHAVEADA ATÉ
1.000.000
VEZES POR SEGUNDO!!!





E AQUI
ESTÁ A CHAVE!

NÃO MUITO DEPOIS DA INVENÇÃO
DESTAS CHAVES PERCEBEU-SE QUE
ELAS PODIAM SER TRANSFORMADAS
EM COMPONENTES DE COMPUTADORES!

GRUPOS DE CHAVES
PODEM SER
COMBINADOS
PARA **SOMAR**,
ARMazenar E
E MESMO PARA EXPRESSAR
RELACÕES
LOGICAS

(SEJA ISSO LÁ O QUE FOR).
DETALHES ADIANTE!



SE EU
COLOCAR O
DEDO E ALCIONAR
A CHAVE
ENTÃO
SEREI UM
ENGENHEIRO
MORTO!

LA' POR VOLTA DE 1930, MUITA GENTE
HAVIA PERCEBIDO QUE COMPUTADORES
RÁPIDOS PODIAM SER CONSTRUIDOS A
PARTIR DE SUCATA
DAS PRATELEIRAS!!

ATUM?
SOPA?
ESPAQUETE
ENLATADO?



A DESPEITO DA VELOCIDADE FANTÁSTICA DE CHAVEAMENTO DA VÁLVULA, AS PRIMEIRAS MÁQUINAS DE CALCULAR USAVAM CHAVES ELETROMECÂNICAS COMO OS RELES, PORQUE ERAVAM MAIS CONFIÁVEIS.

AS VÁLVULAS ESQUENTAM DEMAIS E ACABAM QUEIMANDO!

ISTO LEMBRA MEU EX-MARIDO...

Quem construiu
O PRIMEIRO COMPUTADOR ELETROMECÂNICO? O PRIMEIRO A FAZÊ-LO FOI **KONRAD ZUSE** (1910-).

SEU Z-1, CONSTRUÍDO EM 1936, ERA CONSTITUÍDO DE RELES QUE EXECUTAVAM OS CÁLCULOS E OS DADOS ERAVAM LIDOS A PARTIR DE UM FITA PERFORADA.



ZUSE, QUE ERA ALEMÃO, TENTOU VENDER O Z-1 AO GOVERNO PARA USO MILITAR.

DA' PARA JOGAR "BATALHA INGLESA"! "INVAISORES FRANCESES"! "ESTALINGRADO"!

OS NAZISTAS DISSERAM TER "PRATICAMENTE" GANHO A GUERRA E O DESPREZARAM... E PROVAVELMENTE MUDARAM O CURSO DA HISTÓRIA!!

AH!

O COMPUTADOR REALMENTE
NASCEU COM A

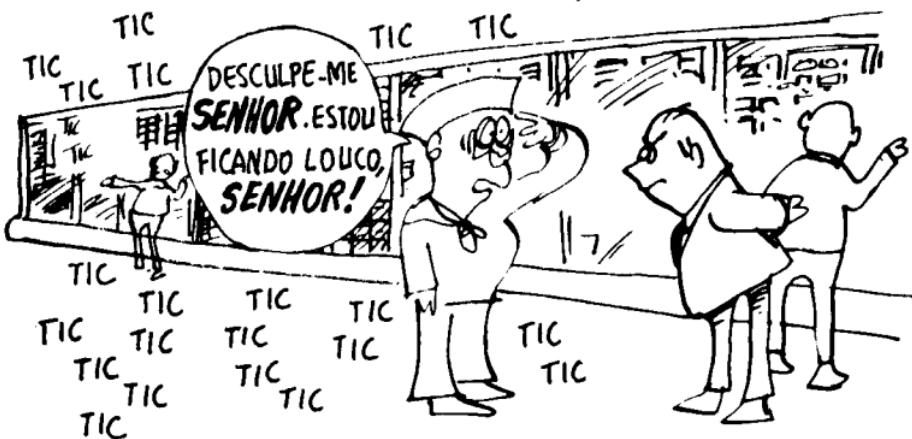
II GUERRA MUNDIAL.

(NOTE O ALGARISMO
ROMANO!)

NOS ESTADOS UNIDOS,
A MARINHA, EM CONJUNTO COM
A UNIVERSIDADE DE HARVARD
E A IBM, DESENVOLVEU O
MARK I, UM GIGANTE
ELETROMAGNÉTICO,
LANÇADO EM 1944.



PROJETADO PELO PROFESSOR HOWARD AIKEN, DE HARVARD, E
BASEADO NO CALCULADOR ANALÍTICO DE BABBAGE, O MARK I
Ocupava aproximadamente 120m³, com milhares de relés.
Quando ligado, seu barulho era comparado ao de um
milhão de agulhas de tricô em ação!!



O MARK I CONSEGUIA
MULTIPLICAR NÚMEROS DE
10 DÍGITOS (UMA MEDIDA TÍPICA
DE VELOCIDADE PARA COMPUTADORES)
EM 3 SEGUNDOS EM MÉDIA.



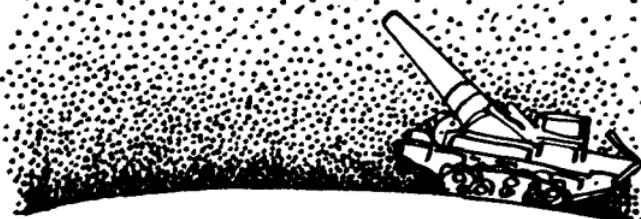
EM SEGREDO (PARA A MARINHA), O EXÉRCITO TAMBÉM APOIAVA O DESENVOLVIMENTO DE SEU COMPUTADOR - E ESTE SÓ USARIA VÁLVULAS!

VOCÊS VÃO VER, SEUS MARINHEIROS DE ÁGUA DOCE!



SEU OBJETIVO ERA O MESMO DE TARTAGLIA, LA' POR 1500: CALCULAR AS **TRAJETÓRIAS** DE PROJÉTEIS COM MAIOR PRECISÃO.

TARTAGLIA HAVIA SE ENGANADO AO DIZER QUE OS PROJÉTEIS DESCREVIAM TRAJETÓRIAS PARABÓLICAS. NA REALIDADE, A RESISTÊNCIA DO AR ALTERA SUA TRAJETÓRIA DE MODO SURPREENDENTE, E BEM COMPLEXO, POIS VARIA COM A ALTITUDE.



DURANTE A PRIMEIRA GUERRA MUNDIAL, O CANHÃO ALEMÃO "BIG BERTHA" LANÇOU PROJÉTEIS A ATÉ 160 QUILOMETROS, DUAS VEZES MAIS DO QUE A DISTÂNCIA MÁXIMA CALCULADA POR FÓRMULAS SIMPLIFICADAS!

NOS CÁSAS E
BOM BARDEIROS
PRECISAVA-SE, ENTÃO,
DE **TABELAS DE
BALÍSTICA**
MAIS PRECISAS
PARA ACERTAR OS
ALVOS. REALMENTE,
ERA IMPOSSÍVEL
CALCULA-LAS
DURANTE O VÔO!

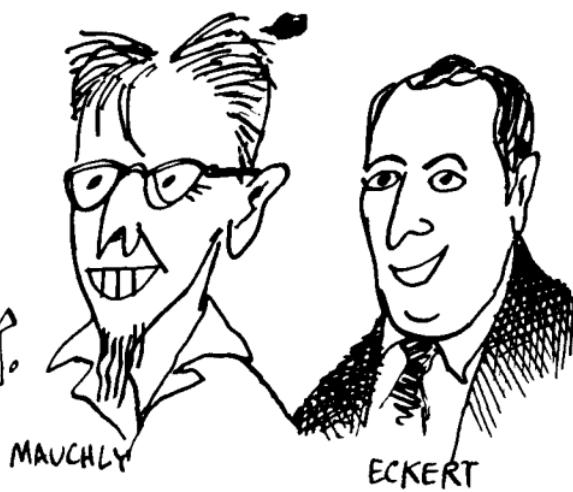


ESSAS TABELAS DE BALÍSTICA ERAM CALCULADAS EM SALAS ENORMES, CHEIAS DE GAROTAS COM SUAS MÁQUINAS DE SOMAR - E, MESMO ASSIM, O TRABALHO ERA VAGAROSO.



OS ENGENHEIROS -
CHEFES DA ÁREA DE
PROJETO DO EXÉRCITO
CHAMAVAM-SE

**J. PRESPER
ECKERT**
E
JOHN MAUCHLY.



O RESULTADO DE SEU TRABALHO FOI O MONUMENTAL
ENIAC: ELECTRONIC NUMERIC INTEGRATOR
AND CALCULATOR. COM 18 000
VÁLVULAS, O ENIAC ERA RÁPIDO:





O MELHOR DA GUERRA É QUE SEMPRE HÁ OUTRA!

ASSIM, O EXÉRCITO COLOCOU O ENIAC EM FUNCIONAMENTO PENSANDO NA PRÓXIMA GUERRA E FAZENDO CÁLCULOS PARA O PROGRAMA DE ARMAMENTO NUCLEARES...

O ENIAC PODE TER SIDO RÁPIDO, MAS, DE CERTA FORMA, ERA UM TANTO QUANTO BURRO. SUA MEMÓRIA ERA MUITO PEQUENA E A CADA NOVA OPERAÇÃO ERA NECESSÁRIO RECONFIGURAR TODA A FIAÇÃO.



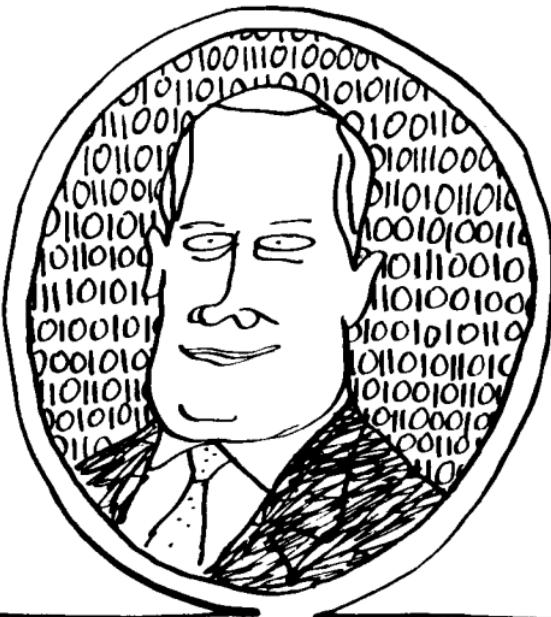
EM OUTRAS PALAVRAS, ERA PROGRAMADO POR CHAVE DE FENDA!

UM FATO TAMBÉM EXPRESSIVO: COM 18 000 VÁLVULAS, CHAVEANDO A UMA TAXA DE 100 000 VEZES POR SEGUNDO, O ENIACTINHA POR OBRIGAÇÃO SER MUITO MAIS CONFIÁVEL DO QUE QUALQUER OUTRA MÁQUINA JAMAIS CONSTRUÍDA.



QUALQUER ERRO PODERIA SER FATAL!

AÍ ENTRA
JOHN VON
NEUMANN
(1903-1957), A
UM PROFESSOR DE
MATEMÁTICA DE
PRINCETON QUE, MAIS
DO QUE QUALQUER
OUTRO, TEM O MÉRITO DE
TRANSFORMAR OS
CALCULADORES
ELETRÔNICOS EM
"CÉREBROS ELETRÔNICOS"!



VON NEUMANN PROPUNHA A **ESTRUTURA LÓGICA** DO COMPUTADOR CONFORME A SEGUINTE ABSTRAÇÃO: COMO CONTROLAR A SI PRÓPRIO, QUAL SUA CAPACIDADE DE MEMÓRIA, QUAL O USO DA MEMÓRIA ETC... E SE PERGUNTAVA COMO OS COMPUTADORES PODIAM SER FEITOS SEGUNDO O "MODELO" HUMANO, OU SEJA, SEGUNDO O SISTEMA NERVOSO CENTRAL.



CONSIDERE COMO UM SER HUMANO "PROCESSA UM PROGRAMA":

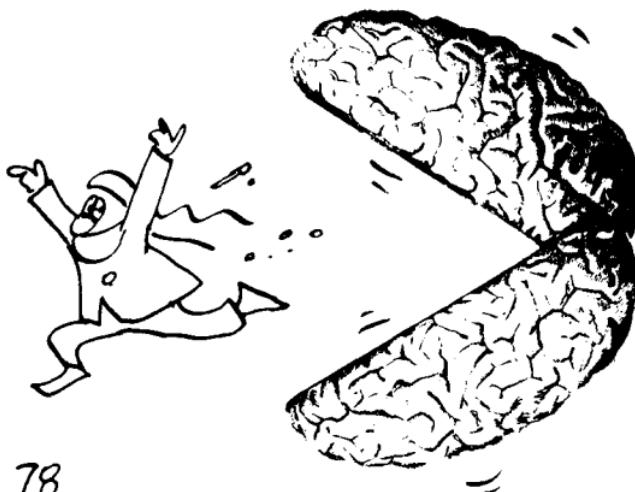
QUANDO UM CIRURGIÃO COMEÇA A CORTAR O PACIENTE, ELE NÃO DEVE CONSULTAR SEUS LIVROS, PARA PROSSEGUIR.



NÃO...

PRIMEIRAMENTE, O CIRURGIÃO CURSA A FACULDADE, LÊ OS PROCEDIMENTOS E OS APRENDE.

ISTO ACELERA CONSIDERAVELMENTE O PROCESSO CIRÚRGICO!

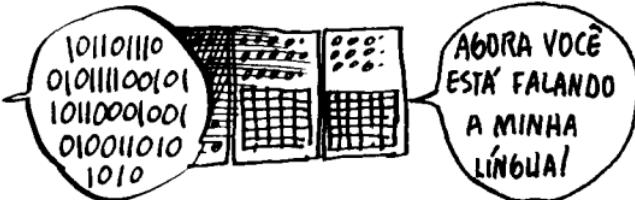


SEU CÉREBRO ESTÁ REPLETO DESSES "PROGRAMAS ARMAZENADOS": VOCÊ SABE COMO AMARRAR OS SAPATOS, COMO SE ALIMENTAR, COMO MULTIPLICAR 94 POR 16, COMO FALAR, COMO ANDAR...

VON NEUMANN PROPOS CONSTRUIR COMPUTADORES QUE:

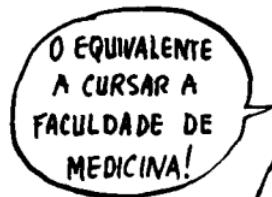
1.

CODIFICASSEM AS INSTRUÇÕES DE UMA FORMA POSSÍVEL DE SER ARMAZENADA NA MEMÓRIA DO COMPUTADOR. VON NEUMANN SUGERIU QUE SE USASSEM CADEIAS DE UNS E ZEROS.



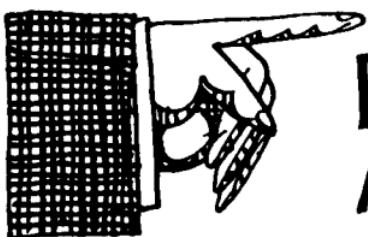
2.

ARMAZENASSEM AS INSTRUÇÕES NA MEMÓRIA, BEM COMO TODA E QUALQUER INFORMAÇÃO (NÚMEROS ETC...) NECESSÁRIA À EXECUÇÃO DESSA TAREFA ESPECÍFICA.



3.

QUANDO PROCESSASSEM O PROGRAMA, BUSCASSEM AS INSTRUÇÕES DIRETAMENTE DA MEMÓRIA, AO INVE'S DE LEREM UM NOVO CARTÃO PERFORADO A CADA PASSO.



ESSE É O CONCEITO DE
PROGRAMA ARMAZENADO.

As vantagens?



RAPIDEZ: DA MESMA FORMA QUE O CIRURGIÃO, O COMPUTADOR AGE MUITO MAIS RAPIDAMENTE TRAZENDO AS INSTRUÇÕES DIRETAMENTE DO "CÉREBRO" AOS "DEDOS," AO INVÉS DE "PROCURÁ-LAS NO LIVRO," APÓS A EXECUÇÃO DE CADA PASSO.



VERSATILIDADE:

COM VÁRIOS PROGRAMAS ARMAZENADOS SIMULTANEAMENTE, CADA UM DELES PODE REFERENCIAR O OUTRO, SE PROCESSADOS EM COMBINAÇÃO. O ATO CIRÚRGICO TAMBÉM É UMA COMBINAÇÃO DESTE TIPO.



ANESTESIA,
CORTE,
REMOÇÃO,
PONTOS,
CONTA...

AUTOMODIFICAÇÃO:

COMO SÃO ARMAZENADOS ELETRONICAMENTE, OS PROGRAMAS PODEM SER FACILMENTE ESCRITOS PARA SE ALTERAREM OU SE AJUSTAREM. ISTO ACABA TENDO IMPORTÂNCIA CRÍTICA!



TRÊS PONTOS!
NÃO! QUATRO!
FAÇA CINCO,
ENTÃO...!

PARA ATINGIR SEU OBJETIVO, VON NEUMANN ESCRVEU OS CÓDIGOS PARA UM PROGRAMA CHAMADO:

ORDENAR E ENTRELACAR



É FÁCIL DESCREvê-LO:

DADAS DUAS LISTAS DE NOMES (POR EXEMPLO):

ABRAÃO, S.
ALVES, J.
ALVES, B.
ASSIS, I.

TAVARES, L.
BATISTA, J.
ORCA, G.
AUGUSTO, A.



ABRAÃO, S.
ALVES, B.
ALVES, J.
ASSIS, I.
AUGUSTO, A.
BATISTA, J.
ORCA, G.
TAVARES, L.

FAZER UMA NOVA LISTA EM ORDEM ALFABÉTICA.

ESTE PROCESSO APARENTEMENTE SIMPLES ACABA CONSUMINDO UMA ENORMIDADE DE TEMPO, SE AS LISTAS FOREM EXTENSAS.

ASSIM:

TEMOS À FRENTES UMA TAREFA IDEAL PARA UM COMPUTADOR, QUE PRATICAMENTE NÃO ENVOLVE CÁLCULOS MATEMÁTICOS. PODE-SE VER COMO ESTA TAREFA É BEM VISTA POR AQUELES QUE COMPILAM LISTAS TELEFÔNICAS OU GUIAS DE ENDEREÇO!!



NA VERDADE, HA' DISCUSSOES A RESPEITO DE QUEM INVENTOU O PROGRAMA ARMAZENADO. DECKERT E O MAUCHLY TAMBEM REQUERIAM O MERITO... E O PROJETO **ENIAC** ACABOU SE DISSOLVENDO NUMA ENXURRADA DE PROCESSOS SOBRE QUEM ERA DONO DE QUAL IDEIA...

E NAO SE VIU NADA IGUAL ATÉ A SEPARAÇÃO DOS BEATLES!





SE OS COMPUTADORES TIVESSEM CONTINUADO TÃO VOLUMOSOS QUANTO O **ENIAC**, NÃO SERIAM O QUE SÃO HOJE... MAS NÃO CONTINUARAM, E SÃO...

EM 1947, ANO SEGUINTE À CONCLUSÃO DO **ENIAC**, UM GRUPO DE STANFORD INVENTOU O

TRANSISTOR, USANDO ELEMENTOS CHAMADOS **SEMICONDUTORES**. COMO AS VÁLVULAS, OS TRANSISTORES PODEM FUNCIONAR COMO CHAVES, PORÉM:

SÃO MENORES,
MAIS RÁPIDOS,
NÃO ESQUENTAM,
DURAM MAIS E
CONSOMEM MUITO
MENOS ENERGIA.



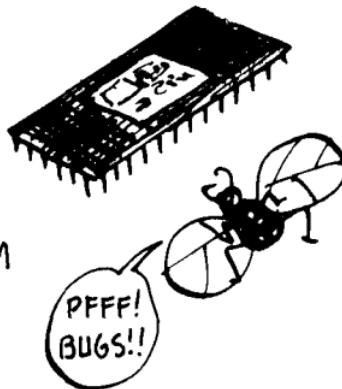
OS PRIMEIROS COMPUTADORES TRANSISTORIZADOS ERAVAM GRANDES, MAS NÃO TANTO COMO OS A VÁLVULA, E SEU CUSTO (ALGUNS MILHÕES DE DÓLARES) TORNAVA-OS ACESSÍVEIS A GRANDES EMPRESAS E UNIVERSIDADES.

AÍ COMEÇARAM A APARECER OS "ERROS DE COMPUTADOR" NO DIA-A-DIA!



E O TRANSISTOR COMEÇOU A MOSTRAR UMA VERSATILIDADE INCRÍVEL PARA DIMINUIR DE PREÇO E TAMANHO.

PRIMEIRAMENTE VIERAM OS **CIRCUITOS INTEGRADOS** - UMA INFINIDADE DE TRANSISTORES FABRICADOS NUMA MESMA PASTILHA... EM SEGUIDA, OS C.I. EM **LARGA ESCALA** E OS C.I. EM **MUITO LARGA ESCALA** (LSI E VLSI), QUE REUNIAM CENTENAS DE MILHARES DE TRANSISTORES NUMA MESMA PASTILHA!



►► ENQUANTO OS COMPONENTES DIMINUÍAM A INDÚSTRIA EXPLODIA!

NOS ANOS 60 SURGIU O

MINICOMPUTADOR.

ERA DO TAMANHO DE UMA
ESCRIVANINHA!



E... FICA COM
UM AR MENOS
MISTERIOSO!



NOS ANOS 70 SURGIU O

MICRO,

QUE PODE SER
TÃO PEQUENO QUANTO SE QUERIA.



O QUE
VIRA
AGORA?
O DESCARTÁVEL?

NESTA ÉPOCA, GRANDES COMPUTADORES,
TAMBÉM CONHECIDOS COMO

MAINFRAMES,

TORNARAM-SE IMENSAMENTE
PODEROSOS.



100 000
TRANSISTORES
POR PASTILHA...
100 000 PASTILHAS
POR MÁQUINA...

E, FINALMENTE, OS EXÓTICOS

SUPERCOMPUTADORES,

QUE CALCULAM A VELOCIDADES
SUPERIORES A 500 MIPS* — UM
MILHÃO DE VEZES MAIS RÁPIDO QUE
O ENIAC.

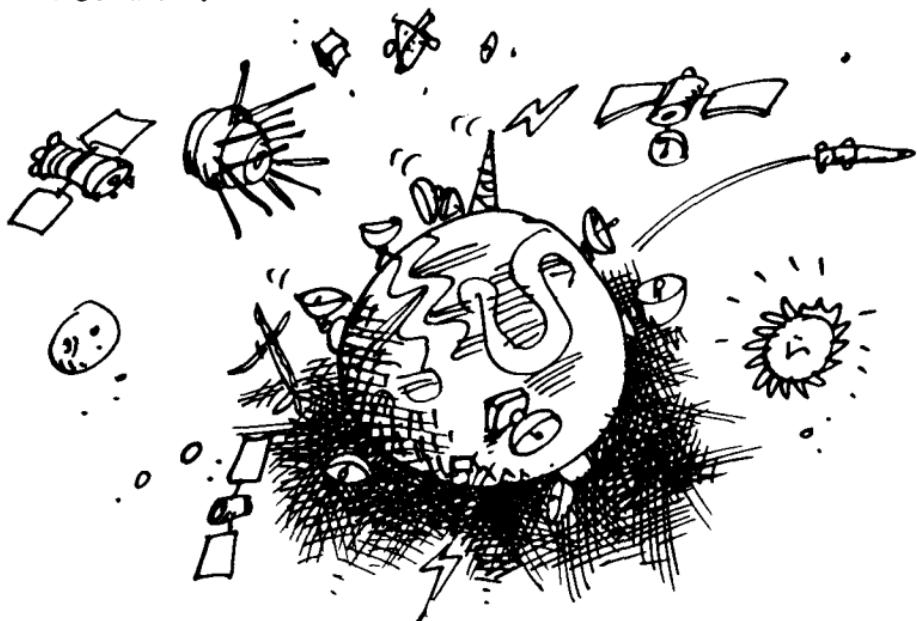


* MIPS — MILHÃO DE INSTRUÇÕES
POR SEGUNDO.

NÃO HÁ LIMITES PARA A IMAGINAÇÃO... ATUALMENTE, TEMOS MICROS QUE SE EQUIPARAM A MÍNIS, SUPERMÍNIS QUE FAZEM FRENTE AOS MAINFRAMES, MÍNIS NUMA PASTILHA... E COMENTA-SE À BOCA PEQUENA QUE ESTÃO TENTANDO REDUZIR OS COMPONENTES A NÍVEIS DE MOLECULAS, USANDO A TECNOLOGIA DE RECOMBINAÇÃO DO DNA...



PARECE REALMENTE NÃO EXISTIR NADA SEMELHANTE AO COMPUTADOR, QUE TENHA TANTO PODER DE COMPUTAÇÃO. NÃO IMPORTA A VELOCIDADE OU CAPACIDADE, OS COMPUTADORES SEMPRE ENCONTRAM UMA APLICAÇÃO... E NÃO É DE ADMIRAR: ESTA É A ERA DA INFORMAÇÃO EM DEMASIA!



PARTE II

O
ESPAÑUETE
LÓGICO



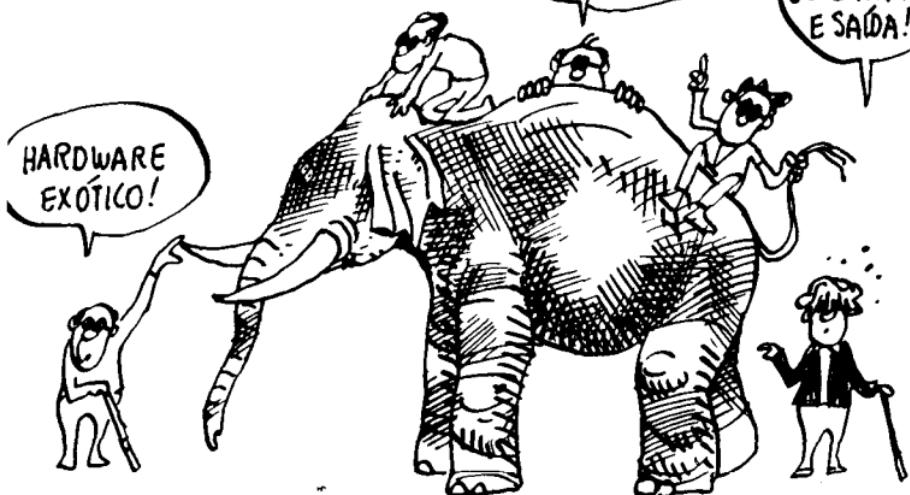
COMPUTADORES
LEMBRAM
ELEFANTES:
HA' UMA PORÇAO
DE JEITOS DE DESCREVÊ-LOS...

UM
CALCULADOR
PODEROSO!

FEITO
DE
CHAVES!

SEGUE
INSTRUÇÕES!

TEM
DISPOSITIVOS
DE ENTRADA
E SAÍDA!



COMO SE PODE CHEGAR AO CENTRO DA COISA?

COM UM
MACHADO?





SE HA' UMA IDEIA SOBRE
A QUAL SE TEM
MARTELADO E' A DE QUE
O COMPUTADOR E'
BASICAMENTE UM
PROCESSADOR
DE INFORMAÇÕES.
PORTANTO, ESQUEÇA
O ELEFANTE...

PARA EXPLICAR O PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES, COMPARE-O
A UM PROCESSO BEM FAMILIAR: COZINHAR.
ENTREMOS, ASSIM, NA COZINHA DA AVÓ DO BABBAGE, QUE
PREPARA UM ESPAGUETE...



EIS A RECEITA MUNDIALMENTE FAMOSA:



PONHA ÁGUA E SAL
NUMA PANELA E
BOTE PRA FERVER.



ADICIONE 200g DE
ESPAGUETE CRU.



DEIXE FERVER POR
10 MINUTOS.



DESPEJE NUM
ESCORREDOR DE MACARRÃO.



SIRVA...



ESTE ESPAGUETE
É MELHOR DE ANALISAR
DO QUE DE COMER!

É FÁCIL ISOLAR ALGUNS COMPONENTES DESTE PROCESSO:

PRIMEIRO, OS INGREDIENTES, OU
ENTRADA.



A SEGUIR, OS UTENSÍLIOS DE COZINHA: MÃOS, PANELA, FOGÃO, SALEIRO, ESCORREADOR, PRATO, COLHER.

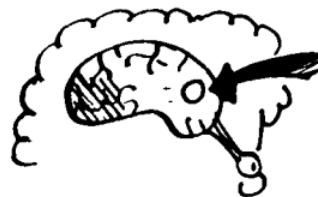


QUE COMPOEM A **UNIDADE DE PROCESSAMENTO.**

JÁ MENOS ÓBVIDO, HÁ UMA **PARTE DO CÉREBRO DA COZINHEIRA**, QUE **CONTROLA** O PROCESSO.

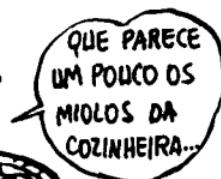
ESTA PARTE FISCALIZA E EXECUTA, PASSO A PASSO, A RECEITA.

VAMOS CHAMA-LA DE

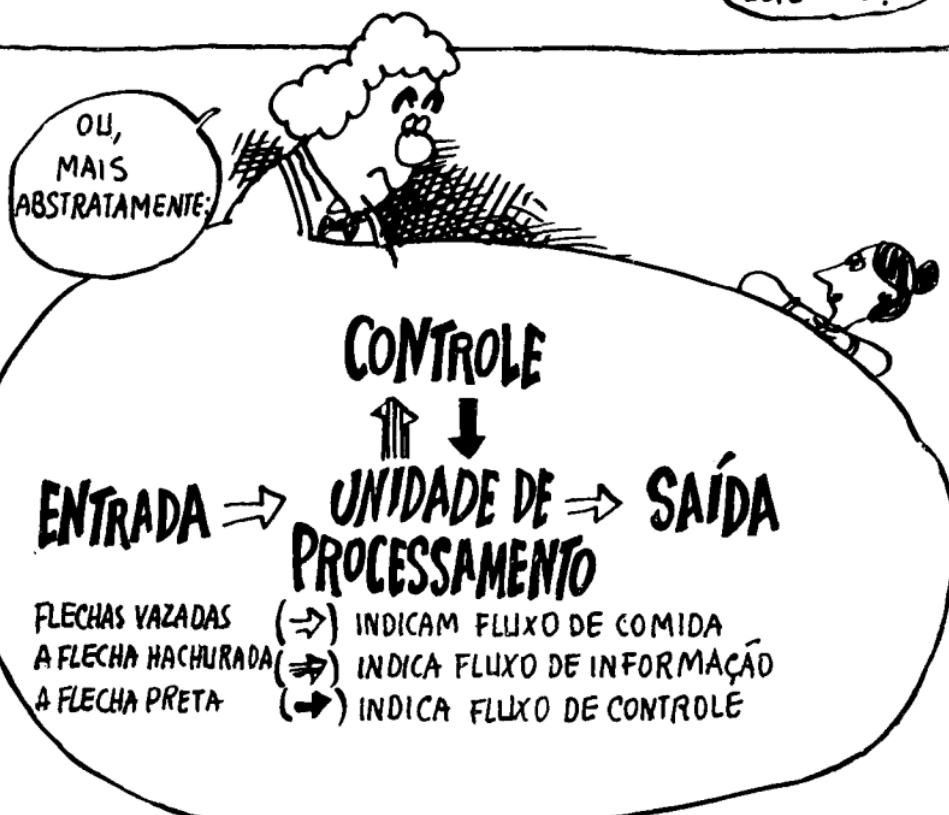
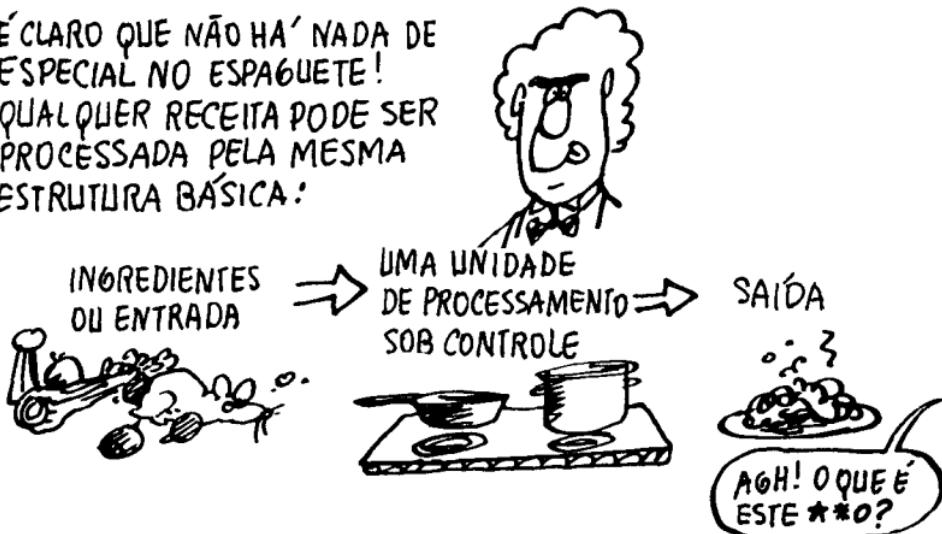


UNIDADE DE CONTROLE.

E, NATURALMENTE,
O PRATO PRONTO OU
SAÍDA.

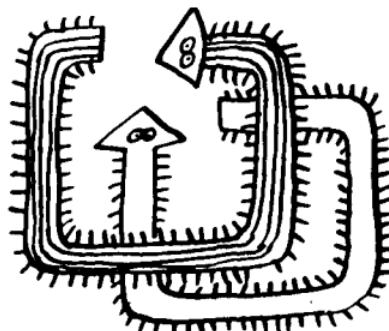


É CLARO QUE NÃO HÁ NADA DE
ESPECIAL NO ESPAGUETE!
QUALQUER RECEITA PODE SER
PROCESSADA PELA MESMA
ESTRUTURA BÁSICA:



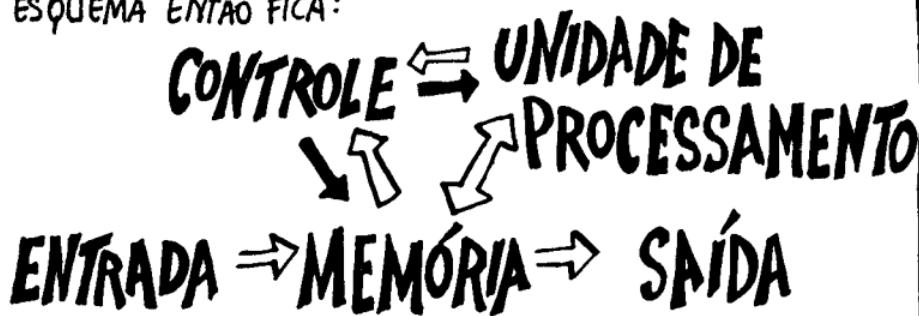
PARA COMPUTADORES, O ESQUEMA MUDA UM POUCO:

DOIS SÃO OS MOTIVOS PARA
TAL: UM É O FATO DE ENTRADA
E SAÍDA SEREM INFORMAÇÃO,
NÃO COMIDA — ASSIM, AS
FLECHAS HACHURADAS
EQUIVALEM ÀS
VAZADAS.



O OUTRO É A GRANDE IMPORTÂNCIA DA MEMÓRIA, COMO QUINTO E ÚLTIMO COMPONENTE. EM COMPUTADORES, CADA INFORMAÇÃO PASSA PELA MEMÓRIA PRIMEIRO!

O ESQUEMA ENTÃO FICA:



⇒ - FLUXO DE INFORMAÇÃO

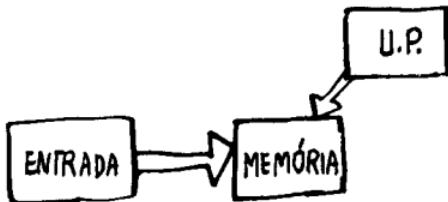
$\rightarrow =$ FLUXO DE CONTROLE

PROPOSTA DE
VON NEUMANN:

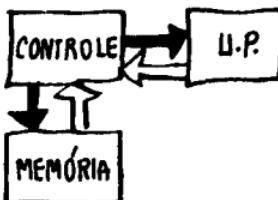


NO CASO DE COMPUTADORES,
A **ENTRADA** CONSISTE DE TODOS
OS DADOS "CRUS" A PROCESSAR —
BEM COMO TODA A "RECEITA",
OU PROGRAMA, QUE DIZ O QUE
FAZER COM OS DADOS.

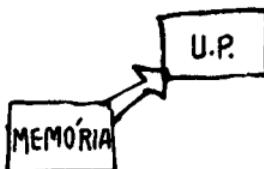
A **MEMÓRIA** GUARDA
A ENTRADA E OS
RESULTADOS VINDOS DA
UNIDADE DE PROCESSAMENTO:



O **CONTROLE** LÊ O PROGRAMA E
O TRADUZ NUMA SEQUÊNCIA DE
OPERACÕES DA MÁQUINA.



A **UNIDADE DE PROCESSAMENTO**
SOMA, MULTIPLICA, CONTA, COMPARA ETC.
AS INFORMAÇÕES VINDAS DA
MEMÓRIA.

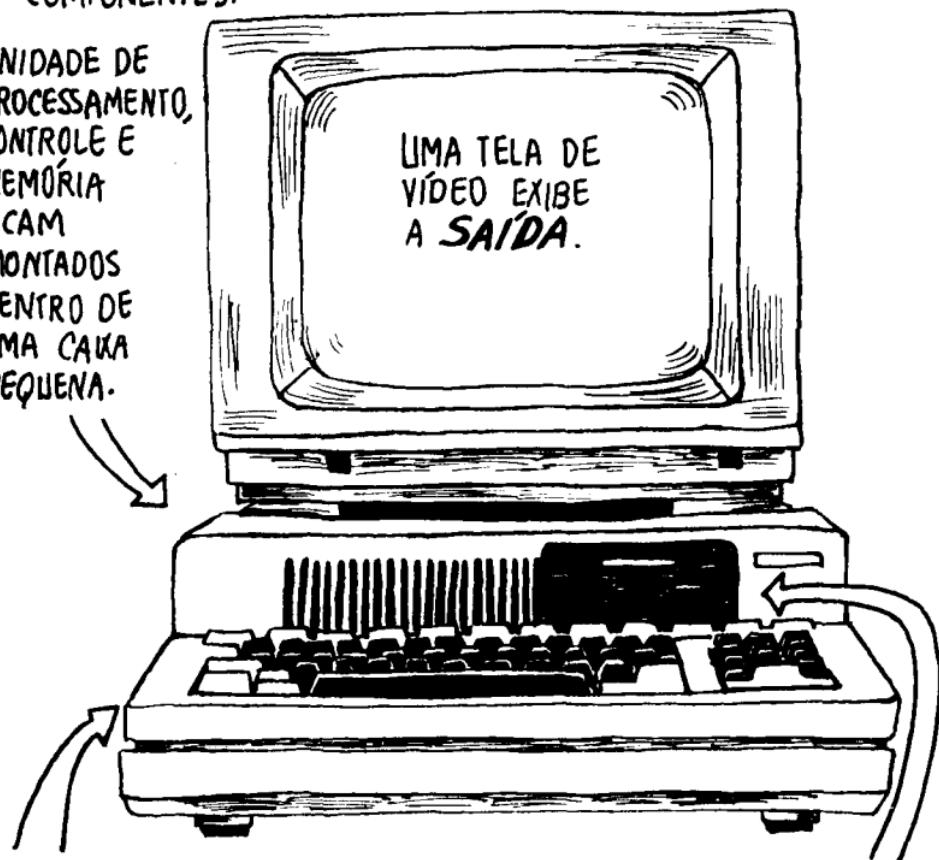


A **SAÍDA** CONSISTE DOS
RESULTADOS DA UNIDADE DE
PROCESSAMENTO, ARMAZENADOS
NA MEMÓRIA E ENVIADOS PARA
UM DISPOSITIVO DE SAÍDA.



EIS UM ESPÉCIME VERDADEIRO (UM COMPUTADOR PESSOAL DA ITAUTEC), EXEMPLO DE COMO PODEM APARECER TAIOS COMPONENTES:

UNIDADE DE
PROCESSAMENTO,
CONTROLE E
MEMÓRIA
FICAM
MONTADOS
DENTRO DE
UMA CAIXA
PEQUENA.



A ENTRADA É
PELO TECLADO.

UNIDADES DE DISQUETE
PROVÊEM MEMÓRIA
ADICIONAL.

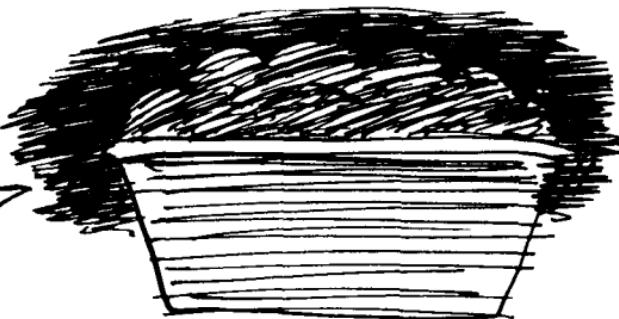
OUTROS DISPOSITIVOS DE ENTRADA/SAÍDA COMUNS (NÃO DESENHADOS) SÃO UM MODEM, USADO PARA TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE DADOS VIA LINHA TELEFÔNICA, E UMA IMPRESSORA, QUE IMPRIME OS RESULTADOS EM PAPEL.

COMECEMOS PELO MEIO, COM A

UNIDADE DE PROCESSAMENTO:

NA COZINHA, UM MESTRE-CUCA TEM NAS MÃOS UM VASTO REPERTÓRIO DE MODOS PARA PROCESSAR:

REFOGAR
GRELHAR
TOSTAR
ESCALDAR
COZINHAR EM BANHO-MARIA
FERVER
FRITAR
ASSAR...



MAS COMO O GRANDE MESTRE-CUCA DESCOBRIU, TODAS AS TÉCNICAS DE COZINHAR SÃO COMBINAÇÕES DE ATOS SIMPLES: APLICAR MAIS OU MENOS CALOR, COZINHAR COM OU SEM ÁGUA ETC...

POUCAS, MAS FUNDAMENTAIS!



ANALOGAMENTE, TODA A POTÊNCIA DO COMPUTADOR SE APÓIA NUM PUNHADO DE OPERAÇÕES BÁSICAS.



OK...OK... CHEGA DE
FAZER RODEIO USANDO
METÁFORAS CULINÁRIAS ...

AS OPERAÇÕES BÁSICAS DO COMPUTADOR SÃO

LOÓGICAS



VOCÊ QUER SABER O QUE
É UMA OPERAÇÃO LÓGICA?
UMA QUESTÃO LÓGICA,
CONSIDERANDO QUANTO
MAIS FÁCIL É PENSAR
EM OPERAÇÕES
ILÓGICAS, COMO A
AMPUTAÇÃO
DE POLEGARES OU
PULAR DA CAMA ÀS
SEGUNDAS-FEIRAS...



PARA FELICIDADE GERAL, A LÓGICA ESTÁ BEM MAIS SIMPLES DO QUE JÁ FOI. NA ÉPOCA DE ARISTÓTELES, O ASSUNTO ABRANGIA OS RAMOS INDUTIVO E DEDUTIVO. O INDUTIVO CONSISTIA NA ARTE DE INFERIR A VERDADE PARTINDO DA OBSERVAÇÃO DA NATUREZA. A LÓGICA DEDUTIVA DEDUZIA VERDADES DE OUTRAS VERDADES:



NA IDADE MÉDIA

OS LÓGICOS ARMAVAM A CONFUSÃO COM SEIS "MODOS": UMA AFIRMAÇÃO ERA VERDADEIRA, Falsa, NECESSÁRIA, EVENTUAL, POSSÍVEL OU IMPOSSÍVEL.



NECESSÁRIO
ESTÁ PARA
EVENTUAL ASSIM
COMO VERDADEIRO
ESTÁ PARA
FALSO...
POSSIVELMENTE...

SEU RACIOCÍNIO EVOLUIU TÃO DESORDENADAMENTE QUE DUNS SCOTUS, LÓGICO DA IDADE MÉDIA, FOI IMORTALIZADO NA PALAVRA "DUNCE"**.

*N.T. DUNCE QUER DIZER IDIOTA.

O ASSUNTO CHEGOU
A RAIAS DO ABSURDO
COM LEWIS
CARROLL:

"(1) OS GENTIOS
NÃO FAZEM
OBJEÇÃO A
CARNE DE PORCO.

(2) NINGUÉM QUE
GOSTE DE
CHIQUEIROS
LE OS POEMAS
DE HOGG.

(3) NENHUM
MANDARIM
SABE HEBRAICO.

(4) TODAS AS
PESSOAS QUE
NÃO FAZEM
OBJEÇÃO A
CARNE DE PORCO
ADMIRAM AS
BORGEOSETAS.

(5) NENHUM JUDEU
IGNORA
HEBRAICO.

POR TANTO, NENHUM
MANDARIM
JAMAIS LEU OS
POEMAS DE
HOGG!"*

*DE LÓGICA SIMBÓLICA.



DA' PRA VER QUE
ESTAVA NA HORA DE
SIMPLIFICAR O
ASSUNTO...

Foi GEORGE
BOOLE (1815-
1864),

MATEMÁTICO INGLÊS, QUEM
DEU ESTE PASSO, AO
CONSTRUIR UMA "ÁLGEBRA"
A PARTIR DA LÓGICA.



ISTO É, FEZ A LÓGICA
TOTALMENTE SIMBÓLICA,
TAL COMO A MATEMÁTICA.
REPRESENTOU AS SENTENÇAS
POR LETRAS E AS CONECTOU
COM SÍMBOLOS ALGÉBRICOS—
UMA IDEIA QUE NOS CONDUZ
AO TEMPO DE LEIBNIZ,
QUE SONHOU COM A
"JUSTIÇA PELA ÁLGEBRA".



$(1-x) \cdot (1-y) =$
 $1-x-y+xy.$
SENDO ASSIM,
30 ANOS!

NÃO DESCREVEREMOS TOTALMENTE A ÁLGEBRA DE BOOLE.
VAMOS LIMITAR-NOS A **TRES PALAVRAS:**



BOOLE EXAMINOU O
VERDADEIRO TECIDO
CONECTIVO DA
LINGUAGEM: AS
PALAVRAS "E", "OU" E
"NÃO".

E
O SENSO
COMUM
EM
SÍMBOLOS!



SEJA R UMA AFIRMAÇÃO QUALQUER... POR EXEMPLO,

R = "O PORCO TEM PINTAS."



SEGUNDO BOOLE, ESTA SENTENÇA É VERDADEIRA (V) OU FALSA (F). NÃO HÁ OUTRA OPÇÃO!*

AGORA SEJA S OUTRA AFIRMAÇÃO - TAMBÉM VERDADEIRA OU FALSA:

S = "O PORCO ESTÁ FELIZ."



FORMAM-SE, ENTÃO, AS SENTENÇAS COMPOSTAS:

R E S = O PORCO É PINTADO E O PORCO ESTÁ FELIZ.

R OU S = O PORCO É PINTADO OU O PORCO ESTÁ FELIZ.

E QUANDO ESTAS SENTENÇAS SÃO VERDADEIRAS?

RES:



* ALGUMAS VERSÕES DA LÓGICA ADMITEM MAIS DE DUAS POSSIBILIDADES.

SÃO POSSÍVEIS
QUATRO COMBINAÇÕES
DE VERDADE E
MENTIRA PARA
R E S.



**R VERDADE,
S VERDADE**



**R VERDADE,
S MENTIRA**



**R MENTIRA,
S VERDADE**



**R MENTIRA,
S MENTIRA**

E

"OPORCO ESTÁ FELIZ **E** TEM PINTAS".

ESTA SENTENÇA SÓ É
VERDADEIRA NO CASO
DE **R E S** SEREM
AMBOS VERDADEIROS.
A TABELA DA
VERDADE RESUME
ISSO:



R S R E S

V	V	V	V
V	F	F	F
F	V	V	F
F	F	F	F

Ou

"O PORCO ESTÁ FELIZ **OU** TEM PINTAS".

ISTO É VERDADE
QUANDO PELO
MENOS UMA DAS
SENTENÇAS FOR
VERDADEIRA.



R S R O U S

V	V	V	V
V	F	F	V
F	V	V	V
F	F	F	F

E MAIS UM OPERADOR LÓGICO —

NÃO

$\text{NÃO}-R = \text{o porco NÃO É PINTADO.}$

ESTE OPERADOR

INverte o

RESULTADO

(V, F) DE

UMA SENTENÇA.



R	NÃO-R
V	F
F	V

BOOLE DEU APARÊNCIA ALGÉBRICA A ISTO, SEGUINDO A CONVENÇÃO:

- ★ REPRESENTE V POR 1
- ★ REPRESENTE F POR 0
- ★ REPRESENTE E POR .
- ★ REPRESENTE OU POR \oplus
- ★ REPRESENTE NÃO POR 1-

MINHA
ALGEBRA
PERSONALIZADA!

ISTO TRANSFORMA AS TABELAS DA
VERDADE EM:

$$1 \cdot 1 = 1$$

$$1 \oplus 1 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

$$1 \cdot 0 = 0$$

$$1 \oplus 0 = 1$$

$$1 - 0 = 1$$

$$0 \cdot 1 = 0$$

$$0 \oplus 1 = 1$$

$$0 \cdot 0 = 0$$

$$0 \oplus 0 = 0$$



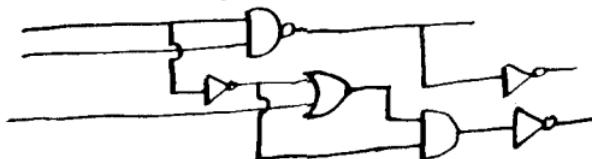
EXCETO PELA MISTERIOSA EQUAÇÃO $1 \oplus 1 = 1$, ISTO PARECE ARITMÉTICA... COM "E" SUBSTITUINDO "VEZES" E "OU" SUBSTITUINDO "MAIS".



NÃO USAREMOS OS SÍMBOLOS • E \oplus ... ESQUEÇA-OS... MAS 0 E 1 REPRESENTANDO FALSO E VERDADEIRO SÃO MUITO ÚTEIS... ASSIM, A PARTIR DAQUI, REPRESENTAREMOS AS TABELAS DA VERDADE NA FORMA:

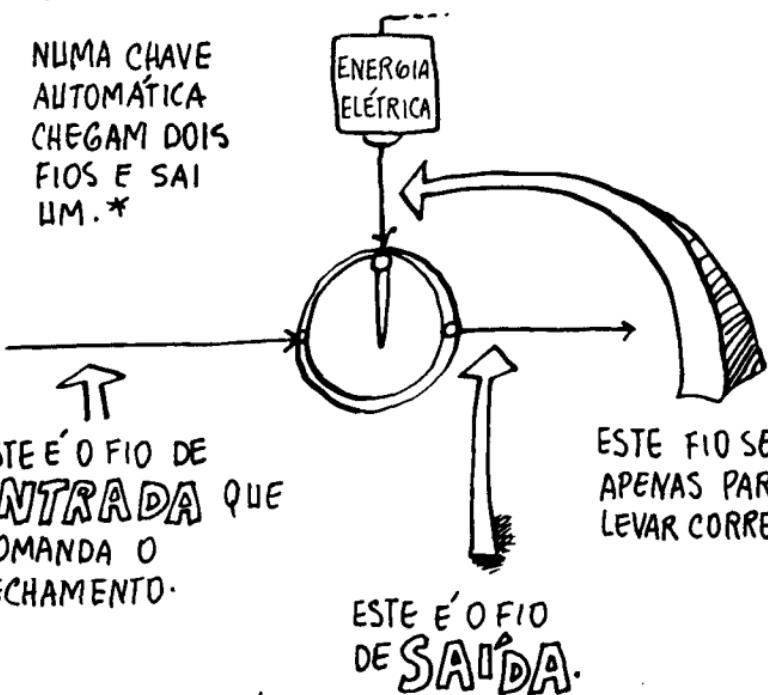
R	S	RES	R	S	ROUS	R	NÃO-R
1	1	1	1	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	0	1	1		
0	0	0	0	0	0		

BOOLE DESENVOLVEU UMA ÁLGEBRA INTEIRA, A PARTIR DESTAS RELAÇÕES, USANDO APENAS OS NÚMEROS 0 E 1... ATUALMENTE OS ENGENHEIROS ELETRÔNICOS USAM A **ÁLGEBRA BOOLEANA** O TEMPO TODO - SÓ QUE REPRESENTANDO CIRCUITOS ELETRÔNICOS...



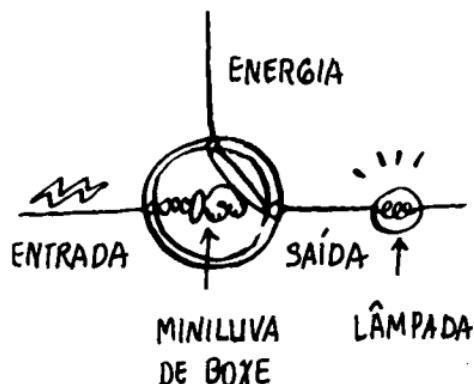
O "PULO DO GATO" É A **CHAVE AUTOMÁTICA**, QUE ESTÁ ABERTA OU FECHADA, DA MESMA FORMA QUE UMA PROPOSIÇÃO LÓGICA É VERDADEIRA OU FALSA.

NUMA CHAVE AUTOMÁTICA CHEGAM DOIS FIOS E SAI UM.*



* IGNOREMOS O FIO TERRA!

NO DESENHO ACIMA A CHAVE ESTÁ ABERTA POR NÃO Haver CORRENTE NO FIO DE ENTRADA. A CHEGADA DE UM SINAL DE ENTRADA ACARRETA O EQUIVALENTE ELETRÔNICO A UMA MINILUVA DE BOXE QUE "SOCA" O CONTATO. ESTE SE MANTÉM FECHADO, RESULTANDO UM SINAL NA SAÍDA.



O QUE É A SAÍDA PRA DUAS CHAVES (A, B) MONTADAS EM SÉRIE?
(NO NOSSO DIAGRAMA, OBSERVE QUE OS FIOS FORAM
REARRANJADOS PARA FACILITAR A ILUSTRAÇÃO.)



A CORRENTE SÓ FLUI COM
AMBAS AS CHAVES
FECHADAS, I. E., COM
SINAIS DE ENTRADA
PRESENTES EM A E B
SIMULTANEAMENTE.

ESCREVENDO 1 PARA CORRENTE
E 0 PARA AUSÊNCIA DE
CORRENTE, ESCREVEMOS A TABELA
DE **ENTRADA-SAÍDA**.

PARECE FAMILIAR? DEVERIA!
É A PRÓPRIA TABELA DA
VERDADE DO **E**.

A	B		SAÍDA
1	1		1
1	0		0
0	1		0
0	0		0

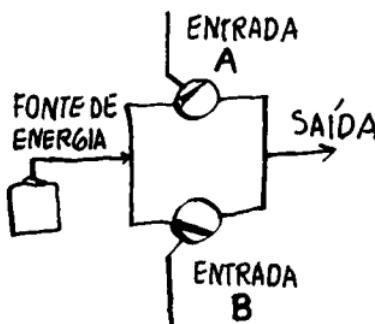
POR ISSO ESTE
ARRANJO DE CHAVES
É CHAMADO DE

PORTA-E,

TENDO, INCLUSIVE,
SEU PRÓPRIO SÍMBOLO



DUAS CHAVES MONTADAS EM PARALELO REALIZAM O OU LÓGICO: A CORRENTE PODE IR DA FONTE DE ENERGIA PARA A SAÍDA SE A OU SE B ESTIVER FECHADA (OU AMBAS).

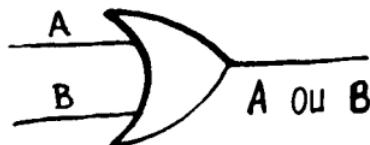


A	B	SAÍDA
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

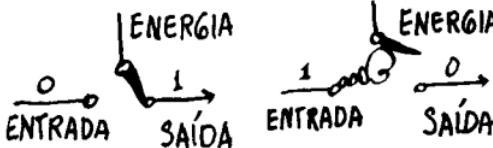
ESTA É A

PORTA-OU

E SEU SÍMBOLO É:



NÃO TAMBÉM É FÁCIL... FAZ-SE COM UMA CHAVE ESPECIAL QUE FICA NORMALMENTE FECHADA E QUE É ABERTA POR UM SINAL NA ENTRADA - OU SEJA, O CONTRÁRIO DE UMA CHAVE COMUM.



A	SAÍDA
1	0
0	1

ESTA CHAVE É CHAMADA

INVERSORA

POSSUI, TAMBÉM,
SEU SÍMBOLO PRÓPRIO.

E

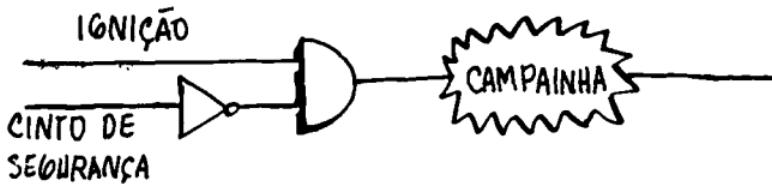


VEJAMOS, NUM EXEMPLO DO COTIDIANO, COMO ESTAS PORTAS SIMPLES PODEM PRODUZIR RESULTADOS LÓGICOS.

EM CERTOS PAÍSES, OS CARROS TÊM UMA CAMPAINHA QUE TOCA QUANDO O MOTORISTA DÁ A PARTIDA SEM TER APERTADO O CINTO DE SEGURANÇA. VOCÊ JÁ OUVIU ALGUMA? SÃO DESSAS DE FURAR OS TÍMPANOS!



BEM, PARA ISTO É SÓ CONECTAR A IGNição E O CINTO ATRAVÉS DE UMA **PORTA-E**, NA FORMA:



ISTO É, SE A IGNição ESTÁ LIGADA E O CINTO DE SEGURANÇA NÃO, A CAMPAINHA TOCARÁ! LÓGICO, NÃO?

VOCÊ TEM ALGUMA SUGESTÃO DE USO DE PORTAS-OU NO DIA-A-DIA?



O QUE ACHA DE UM DETETOR DE FUMAÇA DISPARADO POR QUALQUER UM DE DOIS SENSORES?

UF!

AQUI ESTÃO ALGUNS EXERCÍCIOS DE AQUECIMENTO
PARA SEGUIRMOS COM OS DIAGRAMAS LÓGICOS:

FAÇA AS TABELAS DE ENTRADA-SAÍDA (E/S):

(1)



(2)



(5)



(6)



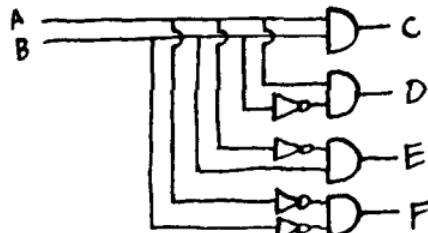
(OBSERVE: UMA ENTRADA APENAS!)

(IDEM!)

(7) QUALE É A SAÍDA PARA
 $A=1, B=0, C=1?$



(8) COMPLETE A TABELA DE E/S:



A	B	C	D	E	F
1	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0
0	1	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1

DESENHE DIAGRAMAS LÓGICOS PARA AS TABELAS DE E/S ABAIXO.

(9)

ENTRADA	SAÍDA
1 1	0
1 0	1
0 1	0
0 0	0

(10)

ENTRADA	SAÍDA
1 1	0
1 0	1
0 1	1
0 0	1

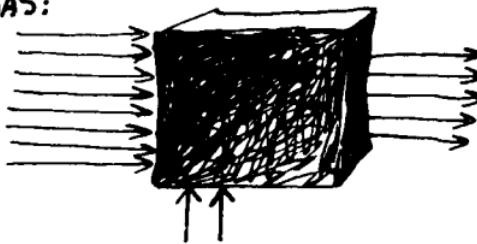
(11)

ENTRADA	SAÍDA
1 1	1
1 0	0
0 1	1
0 0	0

(12)

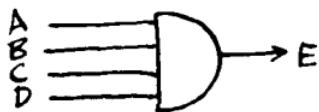
ENTRADA	SAÍDA
1 1	0
1 0	1
0 1	1
0 0	0

AS PORTAS LÓGICAS POSSUEM SOMENTE UMA OU DUAS ENTRADAS E UMA SÓ SAÍDA — MAS OS COMPONENTES DO COMPUTADOR SE APRESENTAM COM ENTRADAS E SAÍDAS MÚLTIPHAS E TABELAS DE E/S COMPLICADAS:



O EMPOLGANTE DA COISA ESTÁ EM SE PODER REALIZAR **QUALQUER** TABELA POR UMA COMBINAÇÃO DE PORTAS LÓGICAS!

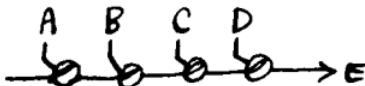
NESTE PONTO AS PORTAS DE MÚLTIPLAS ENTRADAS AJUDAM.
VEJA UMA PORTA-E DE 4 ENTRADAS:



A	B	C	D	E
1	1	1	1	1
1	1	1	0	0
1	1	0	1	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0	0	0	0	0

TUDO 0'S

POR TANTO,
 $E=1$ SE $A=B=C=D=1$ E $E=0$
EM QUALQUER OUTRO CASO.
PODE SER REALIZADA COM
QUATRO CHAVES EM SÉRIE:



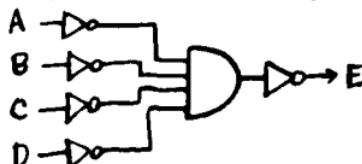
ANALOGAMENTE, TEM-SE A PORTA-OU DE MÚLTIPLAS ENTRADAS :



A	B	C	D	E
1	1	1	1	1
1	1	1	0	1
1	1	0	1	1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0	0	0	1	1
0	0	0	0	0

TUDO 1'S

PODE SER REALIZADA
COM UMA PORTA-E
E ALGUNS INVERSORES:



A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE NÚMERO 12 MOSTRARÁ COMO REALIZAR UMA DADA TABELA DE E/S:

ENTRADA		SAÍDA
A	B	C
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	0

COMEÇA-SE VENDO
QUAIS LINHAS
TÊM $C=1$.

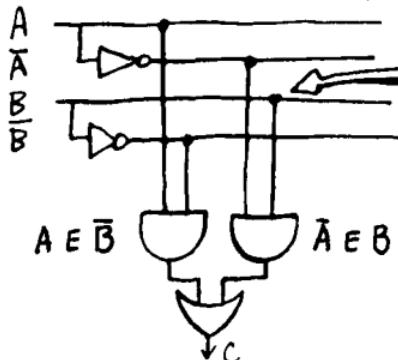
A TABELA MOSTRA $C=1$ SE $A=1$ E $B=0$ OU $A=0$ E $B=1$.
 $C=0$ NOS DEMAIS CASOS.

ESCREVENDO NÃO-A COMO \bar{A} , PASSA-SE A TER:
 $C=1$ SE $A=1$ E $\bar{B}=1$ OU $\bar{A}=1$ E $B=1$.
 $C=0$ NOS DEMAIS CASOS.

EM OUTRAS PALAVRAS,

$$C = (A \text{ E } \bar{B}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } B).$$

UMA FORMA DE DESENHAR O CIRCUITO É DISPOR, NUMA DIREÇÃO,
OS SINAIS DE ENTRADA E SEUS INVERSOS—



— E
LIGAR AS
PORTAS NOS
FIOS
ADEQUADOS.

ESTE MÉTODO TAMBÉM SE APLICA A MAIS ENTRADAS.
POR EXEMPLO:

A	B	C	D
1	1	1	1
1	1	0	0
0	1	1	0
0	1	0	0
0	0	1	1
0	0	1	0
0	0	0	0

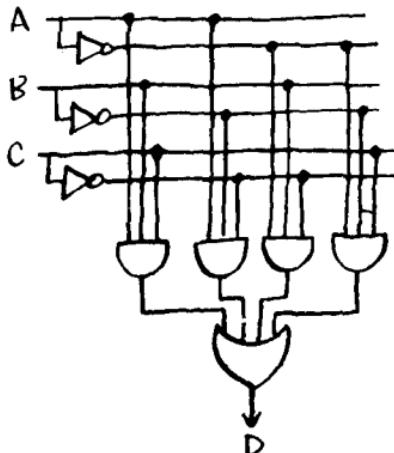
MARCA-SE,
OUTRA VEZ, AS
LINHAS QUE DÃO
SAÍDA = 1.

VEJA TODAS AS COMBINAÇÕES
DE ENTRADAS POSSÍVEIS!

NESTE CASO,

$$D = (A \text{ E } B \text{ E } C) \text{ OU } (A \text{ E } \bar{B} \text{ E } \bar{C}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } B \text{ E } \bar{C}) \text{ OU } (\bar{A} \text{ E } \bar{B} \text{ E } C).$$

PASSE OS SINAIS E SEUS INVERSOS NA HORIZONTAL, LIGUE
AS PORTAS-**E** E, A SEGUIR, UMA PORTA-**OU**!

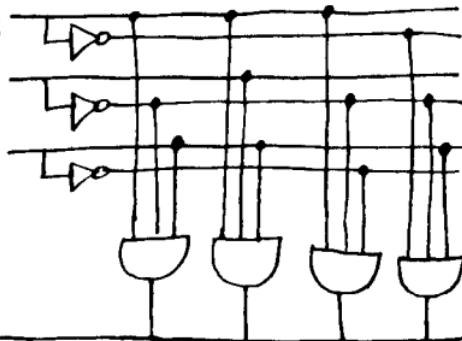


REPETINDO: O MESMO
MÉTODO PERMITE
PRODUZIR
QUALQUER
TABELA DE E/S!!

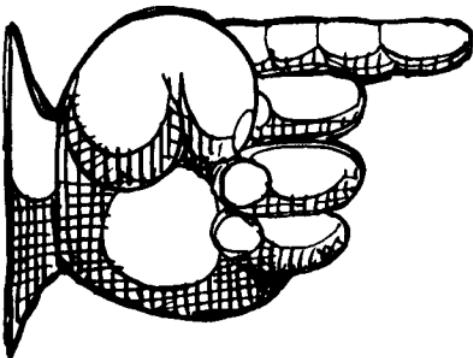
ONDE ISSO NOS
DEIXA?



AGORA, IMAGINE O COMPUTADOR
COMO TENDO TUDO CODIFICADO
EM 1'S E 0'S. A COMBINAÇÃO
CORRETA DE PORTAS LÓGICAS
PODE TRANSFORMA'-LOS DE
ACORDO COM NOSSA
VONTADE.



MAS AINDA
NÃO VIMOS,
REALMENTE,
COMO AS
PORTAS
LÓGICAS
RESOLVEM
OS PROBLEMAS
PARA CUJA
SOLUÇÃO SE
PROJETOU O
COMPUTADOR:



A PROPÓSITO:
COMO OS COMPUTADORES
COMPUTAM?



As perguntas:

HÁ ALGUM JEITO
NATURAL DE
REPRESENTAR
NÚMEROS USANDO SÓ
0's E 1's?
AS OPERAÇÕES
ARITMÉTICAS PODEM
SER REALIZADAS
A PARTIR DA LÓBICA?

A resposta

(QUE NOS FAZ
VOLTAR ATÉ NOSSO
VELHO "CHAPA" LEIBNIZ):



TÃO
CERTO
QUANTO EU
NÃO TER
ROUBADO O
CÁLCULO DO
NEWTON!

O SISTEMA É CHAMADO
**NÚMEROS
BINÁRIOS.**

ELES SÃO
DE BASE
DOIS!

A black and white cartoon illustration of a sloth hanging by its tail from a branch, looking slightly upwards. A speech bubble originates from its mouth.

NOSSO SISTEMA DECIMAL, DE BASE DEZ, DERIVA DE TERMOS DEZ DEDOS — UM ACASO DA NATUREZA! SE TIVÉSSERAMOS **DOIS** DEDOS, COMO O BICHO PREGUIÇA, ENTÃO TRABALHARIAMOS COM NÚMEROS BINÁRIOS.

EU PODERIA
CONTAR GRUPOS
DE QUATRO, MAS
SÓ TENHO UMA
PATA LIVRE!

A black and white cartoon illustration of a sloth hanging by its tail from a branch, looking slightly upwards. A speech bubble originates from its mouth.

O BICHO PREGUIÇA
SEMPRE CONTA EM BINÁRIO!



10

OBSERVE O SÍMBOLO "10" — "UM-ZERO". ESQUEÇA QUE ELE NORMALMENTE SIGNIFICA DEZ! ESQUEÇA ISTO! PARE DE CHAMÁ-LO ASSIM! HA' ALGUMA COISA NELE QUE IMPLIQUE "DEZ"? NÃO!! É APENAS UM SEGUIDO POR UM ZERO — E, OLHANDO BEM,
NADA TEM A VER COM DEZ!!!

O SÍMBOLO SO' CENTELHA "DEZ" NA SUA MENTE PORQUE VOCÊ SEMPRE O CHAMOU ASSIM... É COMO UM RITUAL: VOCÊ REPETE E REPETE E A COISA FICA AUTOMÁTICA!



NA VERDADE, "10" QUER DIZER:



| (CIMA) MÃO-CHEIA* E
O (ZERO) DEDOS ABERTOS.

* LEMBRE-SE: NA P. 24 CONVENCIONAMOS QUE MÃO-CHEIA REPRESENTA DEZ DEDOS ABERTOS E NÃO CINCO!



NOSSO "10" É DEZ PORQUE
TEMOS DEZ DEDOS... MAS,
PARA UM SER COM, DIGAMOS,
OITO DEDOS, 10 SIGNIFICARIA
OITO!

NO CASO EM VISTA,
COM APENAS
DOIS DEDOS
NA MÃO-CHEIA...
10 SIGNIFICA
DOIS!!



ASSIM TEMOS:

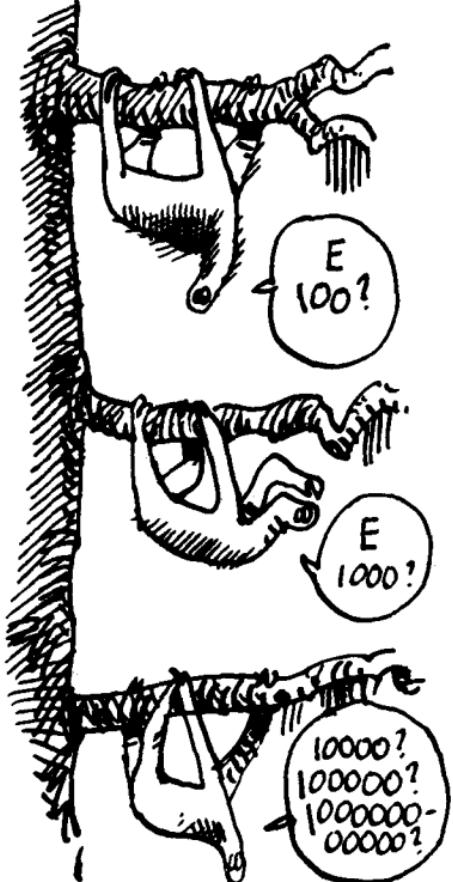
$$10_{\text{BINÁRIO}} = 2_{\text{DECIMAL}}$$

NOTA: **NÃO** LEIA A EQUAÇÃO COMO "DEZ IGUAL A DOIS!"
DEZ NUNCA É IGUAL A DOIS!! "UM-ZERO EM BINÁRIO"
É IGUAL A DOIS!!

DOIS
DOIS
DOIS
DOIS



DOIS DOIS
DOIS DOIS
DOIS DOIS
DOIS DOIS



DA MESMA FORMA, 100 –
"UM-ZERO-ZERO" SIGNIFICA

1 MÃO-CHEIA DE MÃOS-CHEIAS.

NA BASE DEZ, ISTO É 10×10 ,
OU CEM. BEM, EM BINÁRIO ISTO
TAMBÉM É 10×10 – MAS O
RESULTADO É APENAS
QUATRO!

1000 É

$$10 \times 10 \times 10 = 2 \times 2 \times 2 = 8$$

:

E, GENERALIZANDO

1 SEGUIDO DE N ZEROS É:

$$\underbrace{2 \times \dots \times 2}_{N \text{ VEZES}} = 2^N$$

N VEZES

("DOIS ELEVADO À POTÊNCIA N").

NA ERA DO COMPUTADOR,
TODOS SERÃO OBRIGADOS
POR LEI A DECORAR
AS POTÊNCIAS DE
DOIS, ATÉ 2^{10} .
O MELHOR É NÃO
ESPERAR! EVITE SER
PRESO, FAÇA ISTO
AGORA!

$$\begin{aligned}
 1 &= 2^0 = 1 \\
 10 &= 2^1 = 2 \\
 100 &= 2^2 = 4 \\
 1000 &= 2^3 = 8 \\
 10000 &= 2^4 = 16 \\
 100000 &= 2^5 = 32 \\
 1000000 &= 2^6 = 64 \\
 10000000 &= 2^7 = 128 \\
 100000000 &= 2^8 = 256 \\
 1000000000 &= 2^9 = 512 \\
 10000000000 &= 2^{10} = 1024
 \end{aligned}$$



QUALQUER OUTRO NÚMERO BINÁRIO - 101, 1111, 11000, E TODAS AS DEMAIS COMBINAÇÕES DE 0's E 1's - É UMA SOMA DAS POTÊNCIAS DE DOIS. A ANALOGIA COM DECIMAL É PERFEITA.

EM DECIMAL:

$$\begin{array}{r} 497 = \\ 400 \\ + 90 \\ + 7 \end{array}$$

EM BINÁRIO:

$$\begin{array}{r} 111110001 = \\ 100000000 \\ + 1000000 \\ + 100000 \\ + 10000 \\ + 10000 \\ + 1000 \\ + 1 \end{array} \quad \left. \begin{array}{r} 256 \\ 128 \\ 64 \\ 32 \\ 16 \\ 1 \end{array} \right\} \quad \underline{\quad 497 \quad}$$

PARA CONVERTER BINÁRIO EM DECIMAL BASTA ESCREVER AS POTÊNCIAS DE DOIS NOS LUGARES CERTOS E SOMAR AS QUE ENCIMAM UM 1.

$$\dots \underline{2^0 \ 2^1 \ 2^2 \ 2^3 \ 2^4 \ 2^5 \ 2^6 \ 2^7 \ 2^8 \ 2^9 \ 2^10} \quad |$$

1 0 0 0 1 1 0 1 0

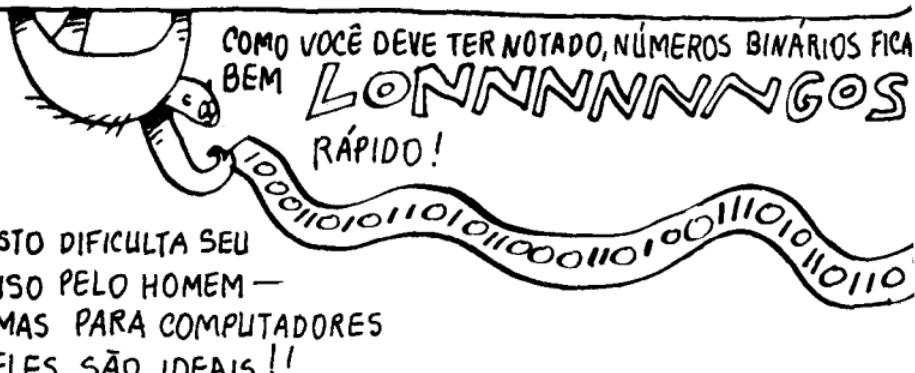
$$256 + 16 + 8 + 2 = 282$$

AGORA É A SUA VEZ. CONVERTA PARA DECIMAL:

- (1) 11 (2) 101 (3) 111111 (4) 11010101011101

PARA TORNAR A COISA
 MAIS CONCRETA — EIS
 COMO CONTAR PARTINDO
 DE 1 EM BINÁRIO.
 É COMO CONTAR EM
 DECIMAL, SÓ QUE
 MAIS FÁCIL. EM DECIMAL,
 APOÓ O 9 VOCÊ
 ESCREVE 0 E VAI-UM.
 EM BINÁRIO, HÁ UM
 VAI-UM PARA CADA
 NOVO NÚMERO!!

BINÁRIO	DECIMAL
0	0
1	1
10	2
11	3
100	4
101	5
110	6
111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15
10000	16
10001	17
10010	18
10011	19
10100	20
⋮	⋮
ETC!	ETC!



A ARITMÉTICA BINÁRIA É SIMPLES. HÁ APENAS 5 REGRAS A LEMBRAR:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

E A QUINTA E CONVENIENTE REGRAS:

$$1 + 1 + 1 = 11$$



PARA SOMAR DOIS NÚMEROS BINÁRIOS, AGE-SE DA DIREITA PARA A ESQUERDA, COLUNA A COLUNA, TRANSPORTANDO UM 1 QUANDO FOR O CASO. EIS UM EXEMPLO PASSO A PASSO:

1110

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 10 \\ \hline 01 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 110 \\ \hline 101 \end{array}$$

111
1110
111

10101

OS
TRANSPORTES

ALGUMAS SOMAS PARA TREINAR:

100
+ 1

11
+ 1

$$\begin{array}{r} 11001 \\ + 1100 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 11011 \\
 +11011 \\
 \hline
 110110
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11101111 \\ +11101111 \\ \hline \end{array}$$

QUAL É A SOMA DE UM NÚMERO BINÁRIO COM ELE MESMO?

OUTRA COISA LINDA NOS BINÁRIOS:

SUBTRAÇÃO
SE FAZ
SOMANDO!!

É O CHAMADO MÉTODO DO "COMPLEMENTO DE DOIS". VOCÊ COMEÇA INVERTENDO O NÚMERO A SUBTRAIR, TAL QUE TODO 1 VIRE 0 E VICE-VERSA. A SEGUIR, SOME O MINUENDO AO SUBTRAENDO INVERTIDO. ENTÃO SOME 1 AO RESULTADO. IGNORE O TRANSPORTE FINAL E EIS A RESPOSTA!



EX. $\begin{array}{r} 1101 \text{ MINUENDO} \\ - 1100 \text{ SUBTRAENDO} \end{array}$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ 0011 \leftarrow \text{INVERTIDO} \\ \hline 10000 \\ + \quad 1 \\ \hline 10001 \\ \text{IGNORE} \end{array} \begin{array}{l} \text{SOMA} \\ \text{SOMA 1} \end{array} \begin{array}{l} \text{RESPOSTA} \end{array}$$

MULTIPLICAÇÃO BINÁRIA - EQUALQUER MULTIPLICAÇÃO - É FACTÍVEL POR ADIÇÕES SUCESSIVAS: PARA FAZER $A \times B$, BASTA SOMAR A A SI MESMO B VEZES. ANALOGAMENTE, DIVISÃO PODE SER FEITA POR SUBTRAÇÕES SUCESSIVAS.

$$110 \times 11 =$$
$$\begin{array}{r} 110 \\ + 110 \\ + 110 \\ \hline 10010 \end{array} \} 11 \text{ VEZES}$$

O computador pode fazer toda a aritmética por somas!!

SOMADOR

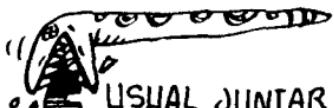


ANTES DE MOSTRAR O SOMADOR,^{*} MONTADO COMO UMA COMBINAÇÃO DE PORTAS LÓGICAS, PRECISAMOS DE UM "BIT" DE TERMINOLOGIA.



BIT

É UMA CONTRAÇÃO DE "BINARY DIGIT." ELE REPRESENTA UM SIMPLES 0 OU 1.



USUAL JUNTAR BITS EM GRUPOS DE OITO.

CADA CADEIA DE 8 BITS É CHAMADA DE

HA' 2^8 , OU 256 BYTES DIFERENTES, DESDE 00000000 ATÉ 11111111.

BYTE

*N.T. "ADDER" EM INGLÊS, SIGNIFICA SOMADOR. MAS SIGNIFICA, TAMBÉM, VÍBORA.

**N.T. TROCADILHO COM "BIT" QUE SIGNIFICA MORDEU OU PICOU.

AGORA VEJAMOS
COMO QUÊ UM
SOMADOR SE PARECE.

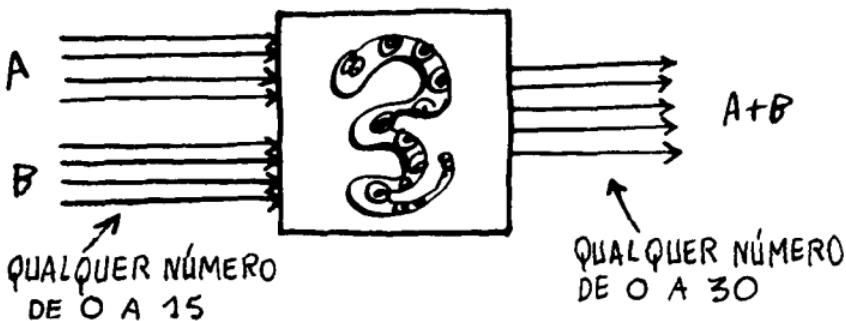
ESTE SOMADOR PARECE
UMA MEIA PEÇONHENTA...

PARA POUPAR DESENHO, FAÇAMOS UM SOMADOR DE 4 BITS,
OU SEJA, CAPAZ DE SOMAR DOIS
NÚMEROS DE 4 BITS.



$$\begin{array}{r} A = 1110 \\ B = 1011 \\ \hline 11001 \end{array}$$

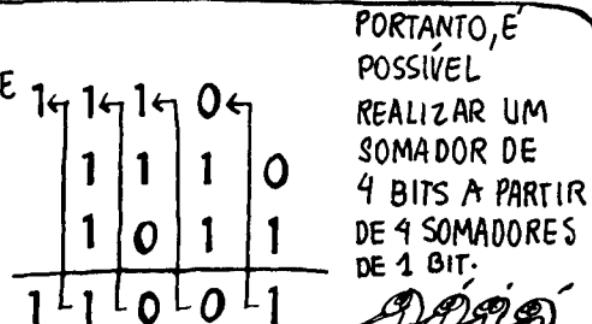
A **ENTRADA** DO NOSSO SOMADOR
RECEBE 8 BITS, QUATRO DE CADA NÚMERO.
A **SAÍDA** É DE 5 BITS, SENDO O
QUINTO UM POSSÍVEL VÁ-LUM.
ALGO ASSIM:



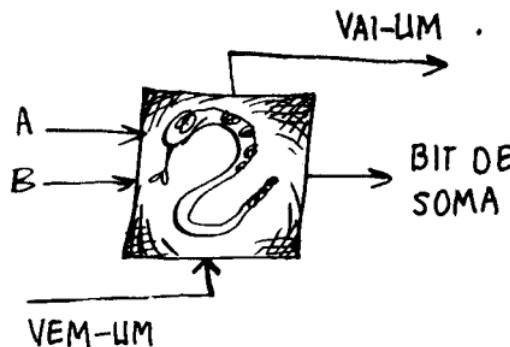
COMO PROCEDER? UMA MANEIRA É FAZER UMA ENORME
TABELA DA VERDADE COMBINANDO TODAS AS POSSÍVEIS
ENTRADAS E BUSCANDO AS SAÍDAS PARA CADA COMBINAÇÃO.
A SEGUIR UMA VASTA BAÚUNÇA DE ES E OUS FORÇA A
SOLUÇÃO. ISTO É POSSÍVEL MAS A TAREFA É DE
ARREPATAR OS CABELOS.

OU DE
ÓELAR
A ESPINHA
CASO VOCÊ
SEJA
CARECA!

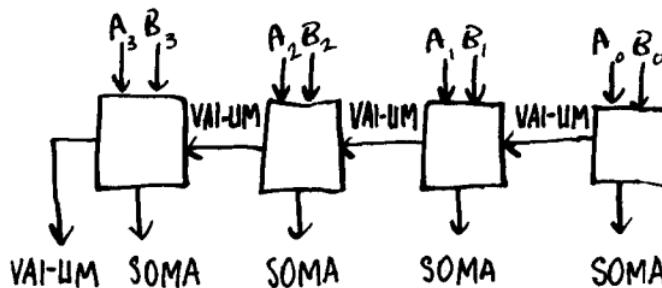
AO INVÉS DISSO, RELEMBRE
COMO SE FAZEM SOMAS
NA PRÁTICA: COLUNA
A COLUNA, COM
VAI-UM SAINDO DE
UMA COLUNA E
CHEGANDO NA PRÓXIMA:



O SOMADOR DE
1 BIT POSSUI
TRÊS ENTRADAS—
OS DOIS BITS A
SOMAR E UM
VEM-UM — E DUAS
SAÍDAS — O BIT
DE SOMA
E O DE
VAI-UM.



QUATRO DELES EM CASCATA RESULTAM NUM
SOMADOR DE 4 BITS:

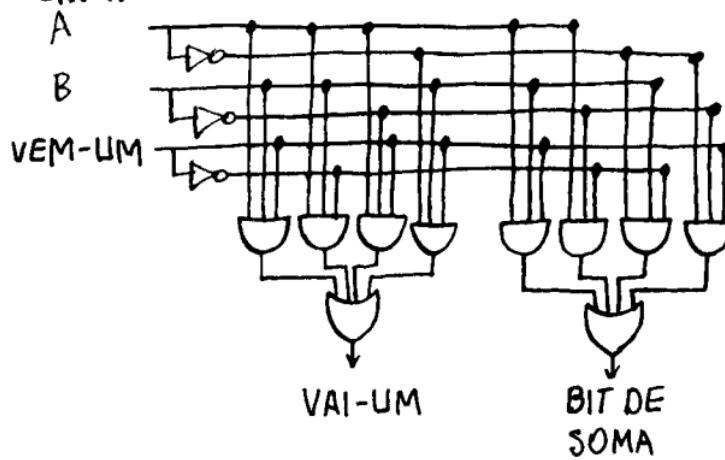


OBSERVE:
8 ENTRADAS
E 5 SAÍDAS,
CONFORME
PROMESSA!

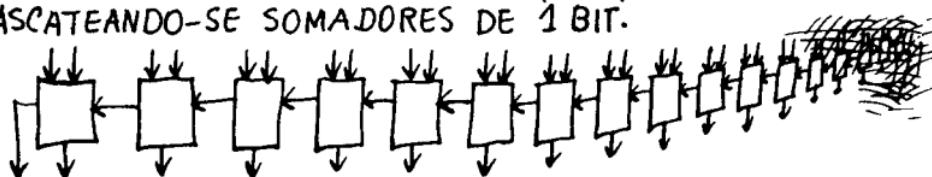
A TABELA DE E/S
PARA O SOMADOR
DE 1 BIT:

A	B	VEM-UM	VAI-UM	BIT DE SOMA
1	1	1	1	1
1	1	0	1	0
1	0	1	1	0
1	0	0	0	1
0	1	1	1	0
0	1	0	0	1
0	0	1	0	1
0	0	0	0	0

ELA NÃO É PROBLEMA! FAZ-SE, RAPIDAMENTE, UM ARRANJO DE PORTAS LÓGICAS QUE PRODUZ QUALQUER TABELA DE E/S. NO CASO, BASTA TRATAR SEPARADAMENTE CADA COLUNA DAS SAÍDAS:

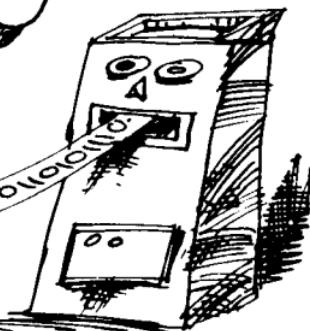


PODE-SE SOMAR DOIS NÚMEROS DE QUALQUER TAMANHO CASCATEANDO-SE SOMADORES DE 1 BIT.



~~Codificação & Combinacão~~

BINÁRIO
É
GOSTOSO!



AS DUAS ÚLTIMAS SEÇÕES APONTAM PARA OS BINÁRIOS COMO OS NÚMEROS IDEIAIS PARA UMA MÁQUINA FEITA DE CHAVES LIGA/DESLIGA. ENTRETANTO, COMPUTADORES USAM DIVERSAS VARIAÇÕES DESSA IDÉIA BÁSICA.

A NOTAÇÃO DE PONTO FLUTUANTE É ADEQUADA PARA NÚMEROS GRANDES OU FRACIONÁRIOS. POR EXEMPLO, 19.700.030,2 PODE SER CODIFICADO COMO O EQUIVALENTE BINÁRIO DE

197	5
-----	---

 SIGNIFICANDO 197×10^5 . ESTA NOTAÇÃO EM GERAL IMPLICA ARREDONDAMENTO.

INTÉIROS, OU NÃO-FRACIONÁRIOS.
CASO SEJAM PEQUENOS - PODEM
FICAR EM BINÁRIO PURO.
POR EXEMPLO,

185

PODE FICAR

1	0	1	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

DECIMAL CODIFICADO EM BINÁRIO MANTÉM O PADRÃO DECIMAL, CODIFICANDO CADA DÍGITO COMO 4 BITS.

POR EXEMPLO, 967 FICA:

1001 0110 0111
9 6 7

* N.T. O INGLÊS USA PONTO DECIMAL EM VEZ DE VÍRGULA.

E COMO FICAM AS INFORMAÇÕES NÃO-NUMÉRICAS — O ALFABETO, SINAIS DE PONTUAÇÃO, OUTROS SÍMBOLOS, E MESMO O ESPAÇO EM BRANCO??

NÃO HAVENDO UMA MANEIRA NATURAL DE CODIFICAR ISSO EM 0's E 1's, OS CIENTISTAS DA COMPUTAÇÃO ADOTARAM, DE COMUM ACORDO, UM CÓDIGO PADRÃO:

ASCII,

(THE AMERICAN STANDARD CODE FOR INFORMATION INTERCHANGE).

(REALMENTE, O ASCII É USADO POR TODOS, MAS A IBM TEM SEU CÓDIGO PRÓPRIO, O EBCDIC.)



PRIMEIROS TRÊS BITS

0	0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1	1	0	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0

PRÓXIMOS QUATRO BITS

0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	'	P
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	9
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	k
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v.
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(8	H	X	h	x
1001	HT	EM)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	l
1101	CR	GS	-	=	M]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

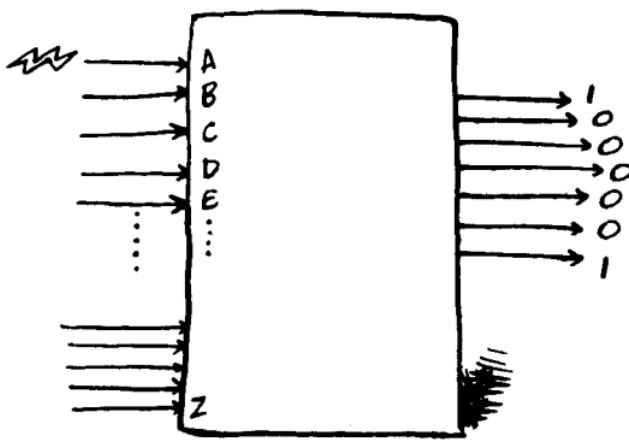
* ASSIM, A LETRA "T" É CODIFICADA COMO 101 0100... ETC!

* AS DUAS PRIMEIRAS COLUNAS CONTÊM CARACTERES DE CONTROLE, COMO LF (LINE FEED = AVANCE LINHA) E OUTROS.

PARA CODIFICAR E DECODIFICAR DADOS, OS COMPUTADORES USAM DISPOSITIVOS LÓGICOS CHAMADOS, MUITO APROPRIADAMENTE, CODIFICADORES E DECODIFICADORES.

UM CODIFICADOR

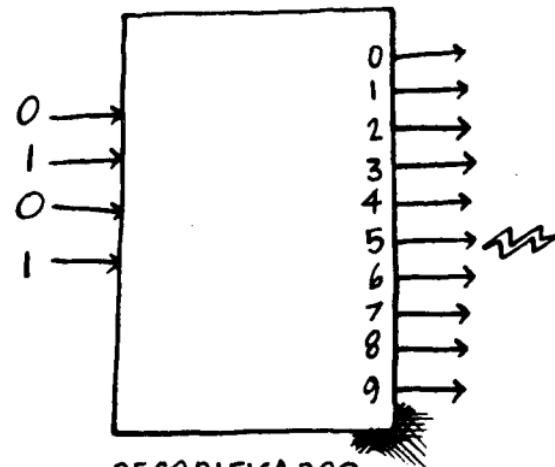
APARECE NORMALMENTE COM MUITAS ENTRADAS E POCAS SAÍDAS. SINAL EM UMA DAS ENTRADAS PRODUZ UMA COMBINAÇÃO NA SAÍDA. POR EXEMPLO, UM TECLADO É CONECTADO A UM CODIFICADOR QUE TRANSFORMA O TOQUE NÚMERO TECLA NO CÓDIGO ASCII CORRESPONDENTE.



CODIFICADOR ASCII

UM DECODIFICADOR

ATUA NO EXTREMO OPPOSTO, CONVERTEndo UMA COMBINAÇÃO DE BITS EM UM ÚNICO SINAL DE SAÍDA. UM DECODIFICADOR TRANSFORMA QUATRO BITS NUM DÍGITO DECIMAL. OUTRO TRANSFORMA UM ENDERECO DE MEMÓRIA NUM IMPULSO PARA A CELA CORRESPONDENTE. (VEJA P. 155.)



DECODIFICADOR DE BINÁRIO PARA DECIMAL

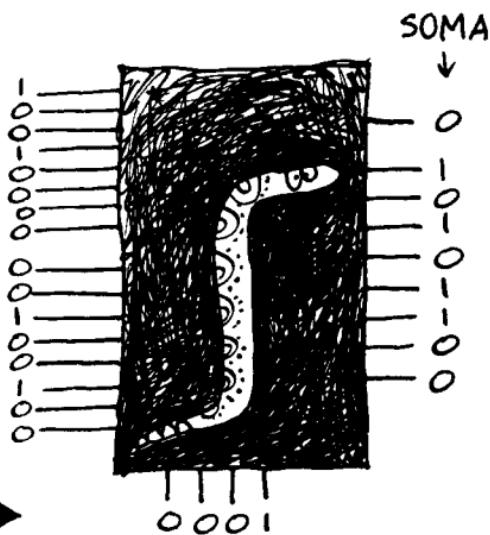
A INFORMAÇÃO, UMA VEZ CODIFICADA, ESTÁ PRONTA PARA PROCESSAMENTO PELA MAIS SOFISTICADA COMBINAÇÃO DE PORTAS DO COMPUTADOR, A

UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA (OU ULA, ABREVIAVADAMENTE)

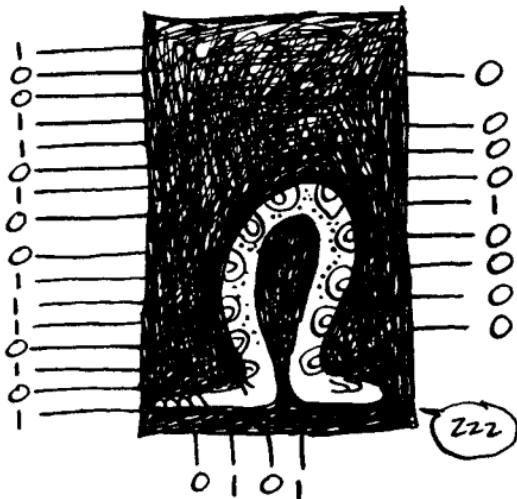


ELA É A PARTE CENTRAL DO PROCESSAMENTO NOS COMPUTADORES. SOMA, SUBTRAI, MULTIPLICA, COMPARA, DESLOCA E EXECUTA UMA BATELADA DE OUTRAS OPERAÇÕES LÓGICAS. A FIGURA ILUSTRA UMA ULA DE 8 BITS, MAS DEPENDENDO DO COMPUTADOR SUA CAPACIDADE PODE IR DE 4 A 60 BITS.

AS ENTRADAS DE
ESCOLHA DA
OPERAÇÃO DIZEM
 QUAL OPERAÇÃO
 ARITMÉTICA OU LÓGICA
 DEVE SER REALIZADA,
 TENDO CADA OPERAÇÃO
 SEU PRÓPRIO CÓDIGO.
 POR EXEMPLO, **0001**
 APLICADO A ESTAS
 ENTRADAS PODE
 SIGNIFICAR
SOME, E,
 NESTE CASO



OUTRA OPERAÇÃO
 (C0101, DIGAMOS)
 PODE **COMPARAR**
 DOIS BYTES, BIT A BIT,
 E SOLTAR UM 1,
 CASO SEJAM IGUAIS
 (ENTREMENTES, O
 SOMADOR "TIRA
 UMA PESTANA").



A LISTA DA PÁGINA 182 LHE DA' UMA IDEIA DA
 FANTÁSTICA CAPACIDADE DE UMA ULA.

A LULA SOZINHA PODERIA
SER A UNIDADE CENTRAL
DE PROCESSAMENTO,
EXCETO POR UM
DETALHE: É INCAPAZ
DE ARMAZENAR
RESULTADOS.

RETORNANDO À
ANALOGIA COMO
COZINHAR,
PODERÍAMOS DIZER
QUE CARECE DE
DEPÓSITO. ONDE
PODERIA A VOVÓ
DO BABBA GE
GUARDAR SEU
ESPAQUETE?



EMBORA CAPAZ DE MILAGRES
DE E/S A LULA NÃO PODE
LEMBRAR DE NADA —
EE AI' QUE OS
FLIP-FLOPS
ENTRAM...

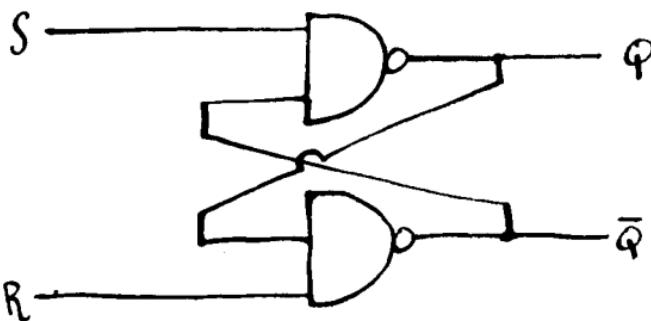


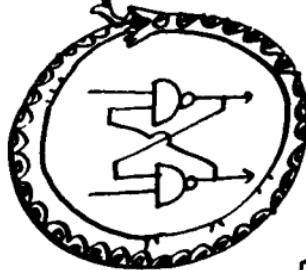
FLIP-FLOPS

VERSÁTEIS COMO SÃO, AS COMBINAÇÕES LÓGICAS COM AS QUAIS ESTAMOS A PROJETAR AINDA NÃO POSSUEM MEMÓRIA. AS SAÍDAS PERMANECEM APENAS ENQUANTO SE MANTÊM AS ENTRADAS.



E, CONTUDO, HA' UMA FORMA DE CONECTAR ESTAS PORTAS LÓGICAS PORÉM "ESQUECIDAS", DE TAL MODO QUE PASSEM A **MANTER** UMA SAÍDA INDEFINIDAMENTE: O **FLIP-FLOP**. OLHE UM POUCO PARA ISTO!!





AFORA O FATO ESTRANHO DE UM FLIP-FLOP MORDER A PRÓPRIA CAUDA,
OBERVE A PORTA DESCONHECIDA USADA
NA CONSTRUÇÃO. É CHAMADA

POR TA NÃO-E,

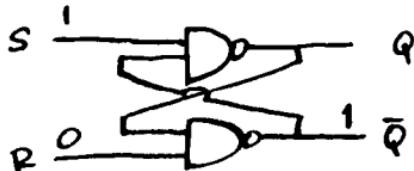
CUJA TABELA DE VERDADE É:

A	B	NÃO-E
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

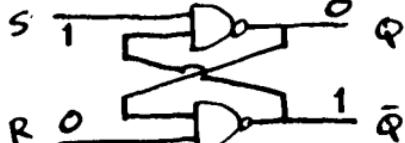


AGORA, QUANTO AOS FLIP-FLOP EM AÇÃO:

SEJA A ENTRADA $S=1, R=0$



ENTÃO \bar{Q} DEVE SER 1, JÁ QUE
O NÃO-E PRODUZ 1 COM
AMBAS AS ENTRADAS EM 0.
REALIMENTANDO NA PORTA
SUPERIOR ISTO DA' $Q=0$.



E SE $S=0, R=1$?

BOM, BASTA PÔR DE
PONTA-CABEÇA O
DIAGRAMA ANTERIOR:

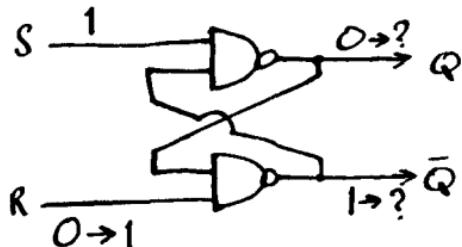


OK,
LINDO!
MAS CADÊ
A MEMÓRIA?

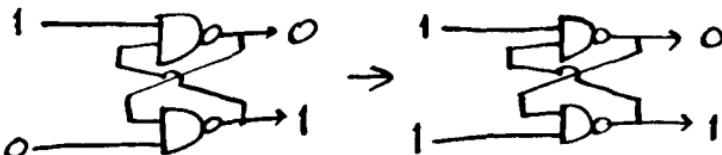


AGORA, O QUE ACONTECE
QUANDO AS ENTRADAS
MUDAM?

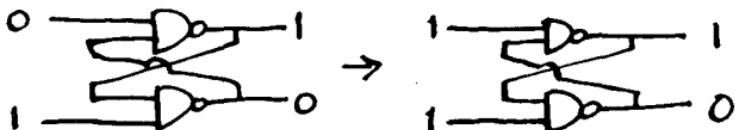
SUPONHA QUE
SE PARTA DE ($S=1, R=0$),
O QUE OCORRE NA
SAÍDA QUANDO
MUDAMOS PARA
($S=1, R=1$)?



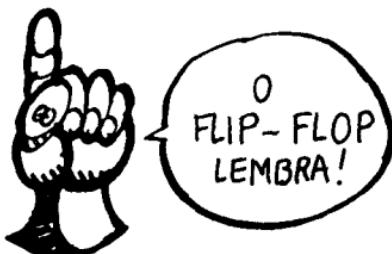
A RESPOSTA É: **NADA!** A ENTRADA DA PORTA
NAO-E INFERIOR PERMANECE (0,1), ASSIM, SUA
SAÍDA Q PERMANECE EM 1, PORTANTO Q SE MANTÉM
EM 0.



MAS PRECISAMENTE A MESMA LINHA DE RACIOCÍNIO
PROVA QUE A SAÍDA NÃO MUDA QUANDO A ENTRADA
PASSA PARA ($S=1, R=1$) VINDO DE ($S=0, R=1$):



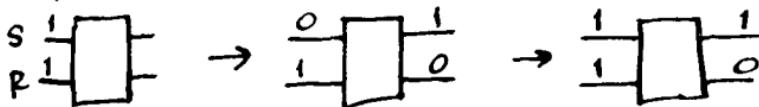
UM POUCO MISTERIOSO, NÃO?
A MESMA ENTRADA ($S=R=1$)
PRODUZ DOIS RESULTADOS,
DEPENDENDO DA ENTRADA
ANTERIOR!



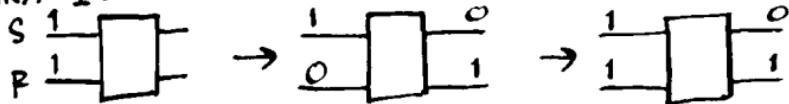
A FORMA DE USAR UM FLIP-FLOP É ESTA: COMEÇA-SE ESTABELECENDO A ENTRADA CONSTANTE ($S=1$, $R=1$) E A SAÍDA DEUS-SABE-O-QUÊ:



VOCÊ ATIVA O FLIP-FLOP (ISTO É, FAZ $Q=1$) PULSANDO UM 0 MOMENTÂNEO NO FIO S E, A SEGUIR, RETORNANDO-O PARA 1:



OU VOCÊ PODE DESATIVAR (FAZER $Q=0$) PULSANDO UM 0 NO FIO R, E, A SEGUIR, VOLTANDO-O PARA 1:



EM AMBOS OS CASOS, O FLIP-FLOP COM AS ENTRADAS EM (1,1) MANTERÁ A SAÍDA ATÉ QUE ELA SEJA ALTERADA POR UM NOVO 0 ENTRANDO EM R OU EM S.



FALTA VERIFICAR A COMBINAÇÃO ($R=S=0$) NA ENTRADA.
É FÁCIL VER QUE PRODUZ A SAÍDA $Q=\bar{Q}=1$:

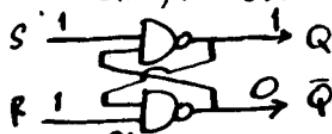


O QUE OCORRE
QUANDO A
ENTRADA
VOLTA A (1,1)?

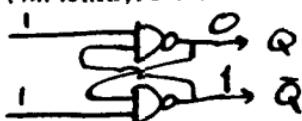


A RESPOSTA É POUCO CLARA: DEPENDE DE QUAL, Q OU \bar{Q} ,
VAI PARA O PRIMEIRO!! (UM TEM QUE IR)

SE \bar{Q} MUDAR
PRIMEIRO, NÓS OBTEMOS:



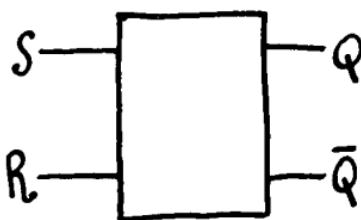
JÁ SE Q MUDAR
PRIMEIRO, TEREMOS:



COMO NÃO HÁ FORMA DE SABER QUAL VAI MUDAR
PRIMEIRO E NÃO QUEREMOS NOSSOS FLIP-FLOPS EM
ESTADOS ALEATÓRIOS, A ENTRADA ($S=0$, $R=0$) É

 **PROIBIDA.**

PODEMOS RESUMIR O FLIP-FLOP "R-S" BÁSICO NA FORMA:

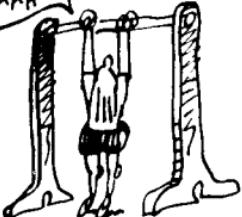


S	R		Q	\bar{Q}
1	1		0	1
1	0		0	1
0	1		1	0
0	0			

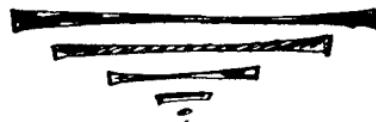
NÃO MUDAM
PROIBIDO!

AS ENTRADAS DOS FLIP-FLOPS SÃO PROJETADAS DE FORMA
A GARANTIR QUE O ESTADO PROIBIDO NUNCA OCORRA.

GAAAH!



UM PEQUENO EXERCÍCIO:

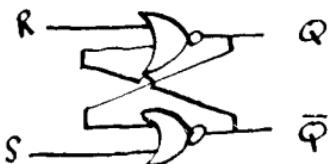


UMA PORTA
NÃO-OU É NADA MAIS
QUE O OU E UM INVERSOR:

EU
SOU A
VERDADE!

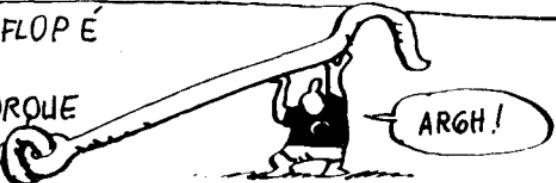
A	B	NÃO-OU
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

UM FLIP-FLOP R-S BÁSICO
PODE SER FEITO TAMBÉM
COM PORTAS NÃO-OU:



1. QUAL É A SAÍDA
PARA $R=0, S=1$?
PARA $S=0, R=1$?
2. O QUE ACONTECE QUANDO SE
PASSA DESTAS CONDIÇÕES
PARA $R=S=0$?
3. QUAL É A SAÍDA PARA $R=1, S=1$?
O QUE ACONTECE QUANDO SE
MUDA PARA $R=0, S=0$?
4. QUAL A COMBINAÇÃO DE
ENTRADA DEVE SER PROIBIDA?
5. SE $R=0, S=0$, COMO VOCÊ
ATIVA ESTE FLIP-FLOP (FAZ $Q=1$)?
COMO VOCÊ O DESATIVA?

A PROPÓSITO, UM FLIP-FLOP É
TAMBÉM CHAMADO DE
LATCH (TRINCO) PORQUE
ELE "TRANCA" O DADO.



REGISTRADORES, LATCHES & PITCHES

SE O FLIP-FLOP ARMAZENA UM BIT, UM REGISTRADOR ARMAZENA VÁRIOS BITS A UM SO TEMPO. É COMO UMA FILA DE CAIXAS, CADA UMA ARMAZENANDO 1 BIT.

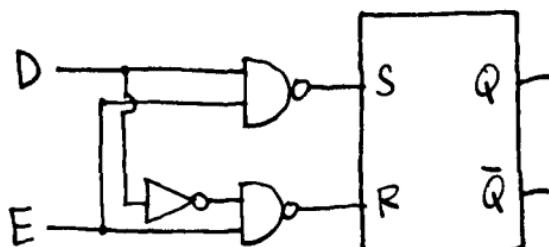


UMA FILA DE FLIP-FLOPS PODERIA FAZER O SERVIÇO ...

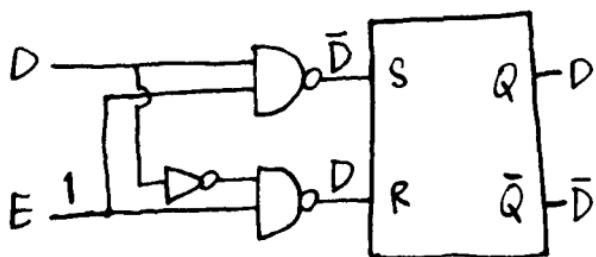


... DE CERTA FORMA!
MAS SE VOCÊ TENTA
FAZER ESTE SERVIÇO
CONECTANDO ALGUMAS
ENTRADAS EM FLIP-FLOPS
R-S, VOCÊ VAI VER
TAMBÉM CRESCER
A CONFUSÃO!

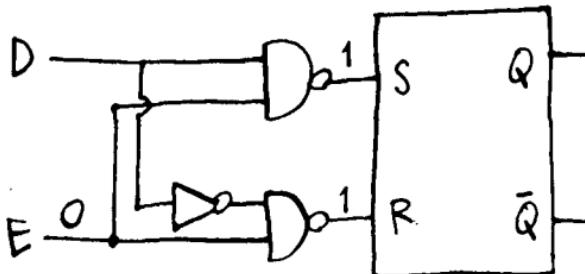
A SOLUÇÃO É ACRESCENTAR UM "CIRCUITO DE PORTA" AO FLIP-FLOP · R-S BÁSICO .



AQUI "D" SUGERE DADOS E "E" REPRESENTA HABILITA (ENABLE). VEJA QUE O CIRCUITO DE PORTA IMPIDE R E S DE SEREM ZERO SIMULTANEAMENTE.



QUANDO E=1, ENTÃO R=D E S= \bar{D} (NÃO-D). PORTANTO, O VALOR DE D É ARMAZENADO EM Q. EM OUTRAS PALAVRAS, E=1 HABILITA O BIT D A SER CARREGADO NO FLIP-FLOP.

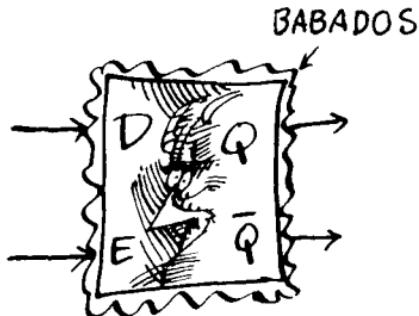


QUANDO E=0, S E R FICAM AMBOS EM 1, E O FLIP-FLOP NÃO MUDA. OU SEJA, E=0 BLOQUEIA A ENTRADA DE NOVOS DADOS.

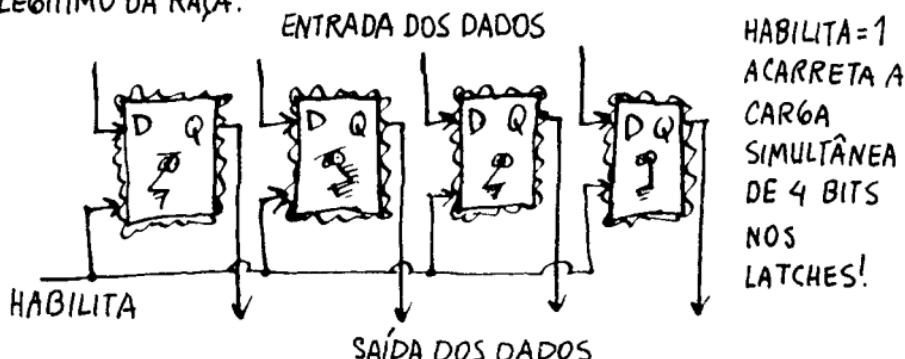
COMPUTADORES SÃO
CAIXAS PRETAS FEITAS
DE CAIXAS PRETAS
FEITAS DE CAIXAS PRETAS...



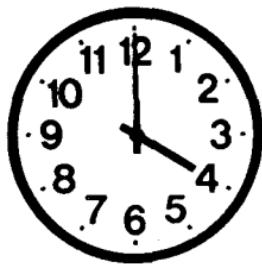
ENTÃO — DENTRO DO ESPÍRITO
DE OLVIDAR O FUNCIONAMENTO
INTERNO UMA VEZ ENTENDIDO
[OU MESMO SEM TÊ-LO
ENTENDIDO JAMAIS],
INCORPORAMOS O CIRCUITO DE
PORTA À CAIXA E PASSAMOS A
DESENHAR O LATCH COM
ENTRADA DE HABILITAÇÃO
NA FORMA



FINALMENTE, EIS O **REGISTRADOR PARALELO**:
NÃO APENAS UM TIPO DE REGISTRADOR, MAS UM REPRESENTANTE
LEGÍTIMO DA RAÇA!



AGORA, O QUE CONTROLA A ENTRADA "HABILITA"?



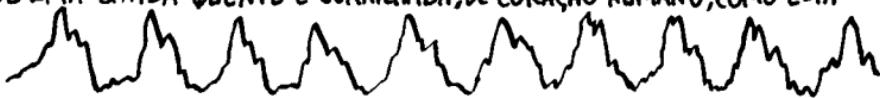
UM
FAITO ESSENCIAL
NA VIDA DO
COMPUTADOR:

TÃO LOGO VOCÊ COMECE A ARMAZENAR DADOS SURGEM QUESTÕES DE **TEMPO**: POR QUANTO TEMPO ARMAZENAR? QUANTO MOVER? COMO SINCRONIZAR OS SINAIS? ESTAS QUESTÕES SÃO TÃO CRÍTICAS QUE A LÓGICA COM A MEMÓRIA É CHAMADA

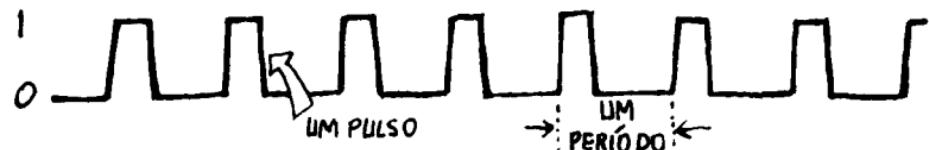
DE **SEQUENCIAL**, PARA DISTINGUILLÁ DA DESPROVIDA DE MEMÓRIA, QUE É CHAMADA DE **COMBINACIONAL**. PARA MANTER O PASSO DOS DISPOSITIVOS SEQUENCIAIS,

TODOS OS COMPUTADORES TÊM RELOGIOS!

O PULSO DE RELOGIO É A BATIDA DO CORAÇÃO DO COMPUTADOR—SÓ QUE EM VEZ DE UMA BATIDA QUENTE E SERRILHADA, DE CORAÇÃO HUMANO, COMO ESTA —

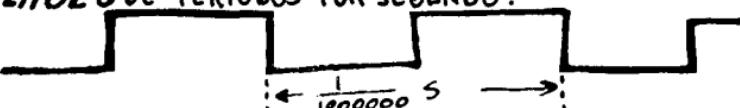


O PULSO DO COMPUTADOR É QUADRADO E FRIO:



UM **PULSO DE RELOGIO** É O SURTO DE CORRENTE QUANDO A SAÍDA DO RELOGIO ESTÁ EM 1. UM **PERÍODO** É O INTERVALO ENTRE O INÍCIO DE UM PULSO E O INÍCIO DO SEGUINTE. DEPENDENDO DO COMPUTADOR A FREQUÊNCIA DO RELOGIO PODE IR DE CENTENAS DE MILHARES A **BILHÕES** DE PERÍODOS POR SEGUNDO!

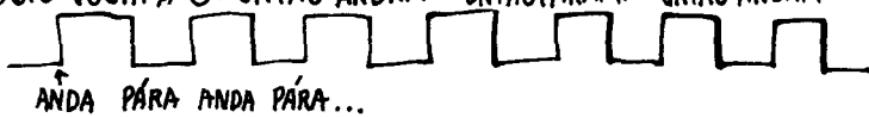
COMPUTADOR
LENTO:



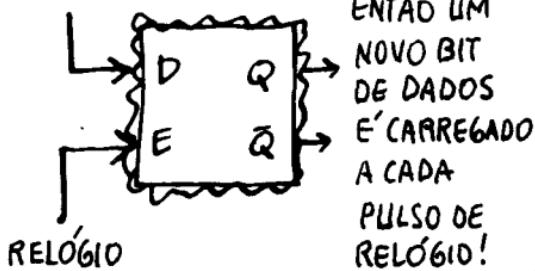
COMPUTADOR
RÁPIDO:



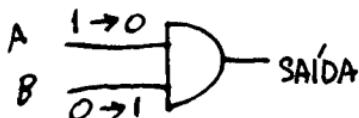
A INTENÇÃO AO SE USAR UM RELOGIO É QUE O ESTADO LÓGICO DO COMPUTADOR MUEDE ~~SOMENTE~~¹ AO PULSO DE RELOGIO. IDEALMENTE, NA VIRADA DO RELOGIO PARA 1, TODOS OS SINAIS SE MOVEM, E PARAM QUANDO O RELOGIO VOLTA A 0. ENTÃO ANDAM... ENTÃO PARAM... ENTÃO ANDAM...



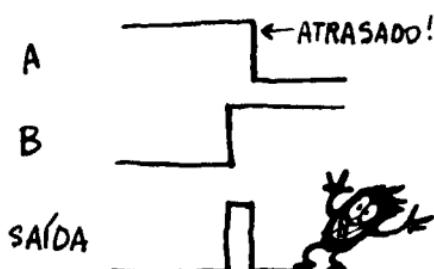
UM EXEMPLO TÍPICO
É LIGAR O RELOGIO A
ENTRADA "E" DO
LATCH GATILHADO.
NESTE CASO, O LATCH
RECEBE O NOME
DE "FLIP-FLOP D".



DESGRAÇADAMENTE, AS COISAS RARAMENTE SÃO IDEIAS! UM SINAL GASTA UM TEMPO NÃO NULO PARA PERCORRER UM FIO E, ASSIM, AS COISAS NUNCA ESTÃO EM SÍNCRONISMO PERFEITO. POR EXEMPLO, SUPONHA UMA PORTA-E EM QUE UMA ENTRADA ESTEJA MUDANDO DE 1 PARA 0 E A OUTRA DE 0 PARA 1:



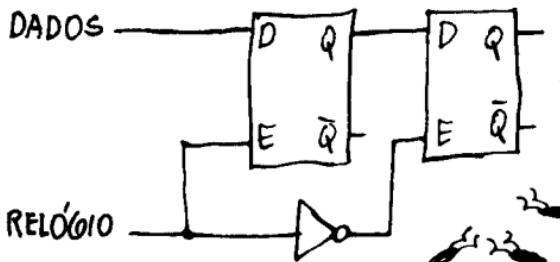
SE A MUDA DEPOIS DE B,
A SAÍDA GERA UM PULSO
ESPÚRIO:



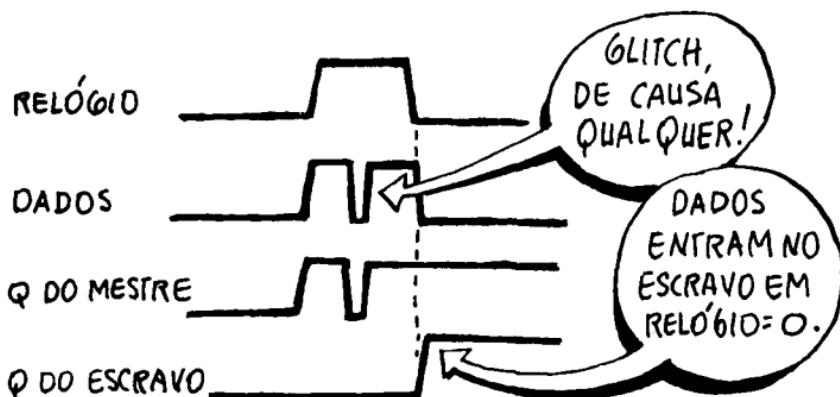
ESTE PULSO É UM **GLITCH**
E, ESTREITO COMO É, AINDA
PODE FAZER UM FLIP-FLOP!

COMUTAR!
SOMOS INEVITÁVEIS!

O GLITCH É ELIMINADO PELO
FLIP-FLOP **MESTRE-ESCRAVO**:



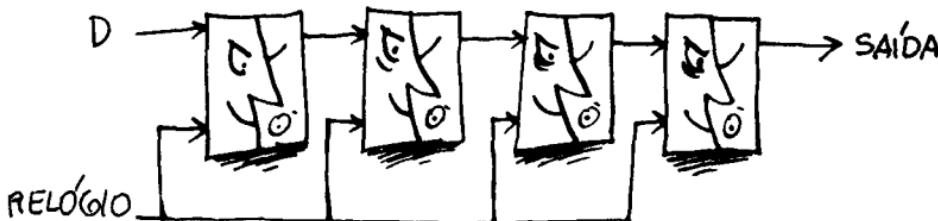
O SINAL DO RELÓGIO INVERTIDO QUE CHEGA AO ESCRAVO ATRASO O DADO QUE VEM DO MESTRE ATÉ O **FINAL** DE UM PULSO, QUANDO TODOS OS GLITCHES JÁ ERAM. POR EXEMPLO, SUPONHA A CARGA DO BIT 1 NO FLIP-FLOP.



COMO SEMPRE,
DESENHAMOS A
COISA TODA COMO
UMA ÚNICA CAIXA!



MONTANDO UM CONJUNTO DE FLIP-FLOPS MESTRES-ESCRAVOS EM SÉRIE OBTEMOS UM **REGISTRO DE DESLOCAMENTO**

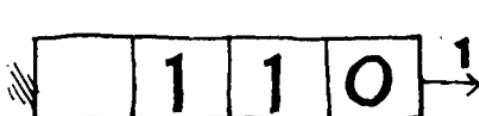
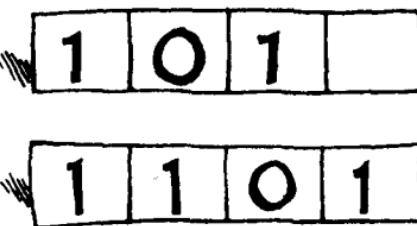
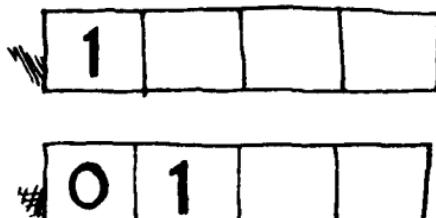


NUM REGISTRO DE DESLOCAMENTO OS DADOS ENTRAM BIT A BIT, DESLOCANDO-SE PARA A DIREITA A CADA PULSO DE RELOGIO.

POR EXEMPLO, O QUARTETO **1101** ENTRARIA NO REGISTRO DE DESLOCAMENTO NA FORMA :

CADA PULSO DE RELOGIO LEVA UM NOVO BIT AO REGISTRO (PORQUE O BIT NÃO ATRAVESSA TODO O REGISTRO COM UM SO' PULSO? DEVIDO AOS FLIP-FLOPS MESTRES-ESCRAVOS!)

DA MESMA FORMA, O QUARTETO DESLOCA UM BIT PARA FORA A CADA PULSO.



REGISTROS DE DESLOCAMENTO SERVEM PARA TRANSMISSÃO **EM SÉRIE**, UM BIT POR VEZ.

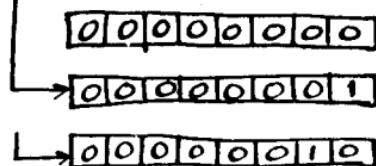
POR ÚLTIMO, UM TIPO ESPECIAL
DE REGISTRO: O **CONTADOR**.

E' PARECIDO
COM O
CONDE* DE
MONTE CRISTO?



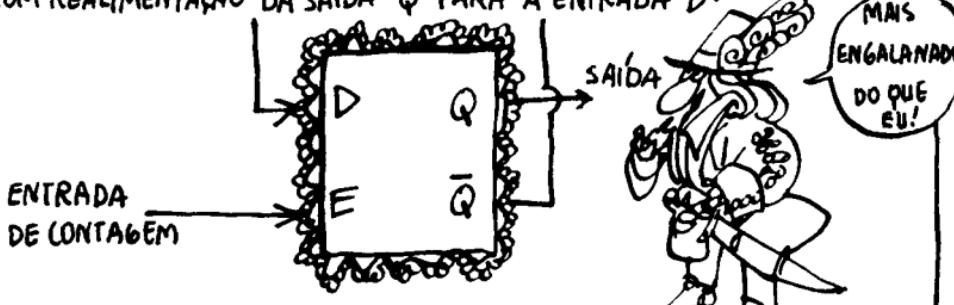
UM CONTADOR É PRECISAMENTE
O QUE O NOME SUGERE: ALGO
QUE CONTA EM OUTRAS
PALAVRAS, É UM REGISTRO QUE SE
AUTODINCREMENTA - SOMA 1 AO
SEU CONTEÚDO - QUANDO
RECEBE ORDEM DE CONTAR:

ENTRADA DE CONTAGEM



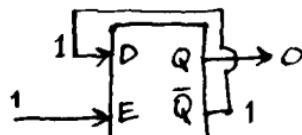
ETC!

ASSIM DESCrito, UM CONTADOR PARECE FÁCIL DE REALIZAR: É SÓ
COMBINAR UM SOMADOR E UM REGISTRO! ISTO REALMENTE FUNCIONARIA,
MAS HÁ UM MODO AINDA MAIS BRILHANTE, BASEADO EM OUTRO
FANTÁSTICO FLIP-FLOP. OBSERVE ESTE FLIP-FLOP MESTRE-ESCRAVO,
COM REALIMENTAÇÃO DA SAÍDA \bar{Q} PARA A ENTRADA D:



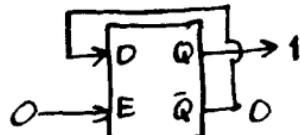
146 * N.T. "COUNT" EM INGLÊS, É CONTAGEM E TAMBÉM CONDE. DAÍ A
ALEGORIA DO GLAMOUROSO PERSONAGEM DE ALEXANDRE DUMAS.

EM E=1, Q É A ENTRADA EM D:



E: 1

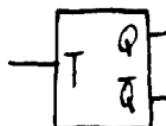
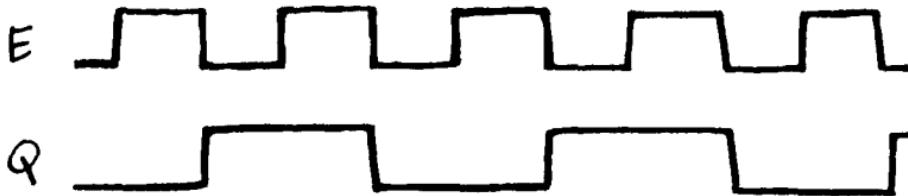
EM E=0, D PASSA PARA Q,
INVERTENDO AS SAÍDAS.



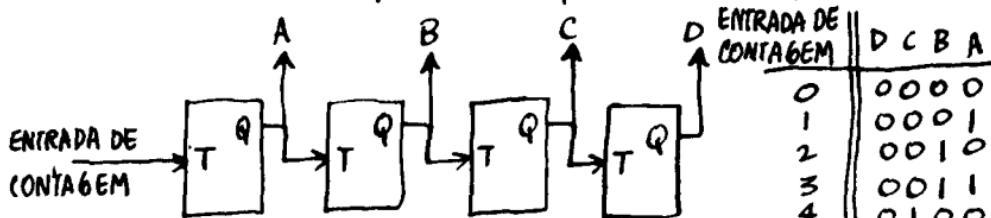
E: 0



ASSIM, Q INverte a cada período de E - ou seja,
Q GIRA* NA METADE DA FREQUÊNCIA DE E:



COMO DE HABITO, ABREVIAVAMOS O CIRCUITO TODO POR ESTA CAIXA SIMPLES. O "T" É PARA "TOGGLE", INDICANDO QUE O FLIP-FLOP INverte TODA VEZ QUE T=1. ENTÃO AI ESTÁ O CONTADOR: CADA FLIP-FLOP DIVIDIODO POR 2 A FREQUÊNCIA DO QUE ESTÁ À ESQUERDA DELE.



ELE CONTA
DE 0000
ATÉ 1111!

D	C	B	A
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0	1	0
5	0	1	1
6	0	1	0
7	0	1	1
8	1	0	0
9	1	0	1
...

ALGUNS PONTOS A DESTACAR:

1

ESTE CONTADOR É CHAMADO "CONTADOR ASSÍNCRONO DE PROPAGAÇÃO" PORQUE A CONTAGEM SE PROPAGA DE FLIP-FLOP EM FLIP-FLOP. ISTO GERA UM PEQUENO ATRASO NA CONTAGEM.



EU CURTO ONDULADES...



2

A CHEGADA DO PULSO 16 FAZ O CONTADOR VOLTAR A 0. PARA IR ALÉM DO 15 SÃO PRECISOS MAIS FLIP-FLOPS.

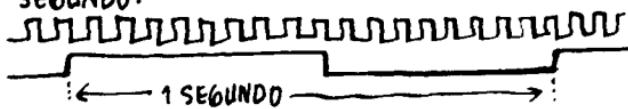


ESTE CONTADOR DE 4 BITS CONTA DE 0 A $2^4 - 1 = 16 \cdot 383$

3

O N-ÉSIMO FLIP-FLOP NUM CONTADOR DESSE TIPO DIVIDE O PULSO DE CONTAGEM POR 2^n . OS RELOGÓIOS DIGITAIS BASEIAM-SE NESTE PRINCÍPIO: O PULSO INTERNO DE ALTA FREQUÊNCIA DE UM RELOGÓIO É DIVIDIDO ATÉ CHEGAR EXATAMENTE A 1 CICLO POR SEGUNDO.

RELOGIO INTERNO:



SAIDA:

4

HÁ TAMBÉM CONTADORES SÍNCRONOS, QUE APRESENTAM TODOS OS BITS A UM SÓ TEMPO, E CONTADORES QUE VOLTAM A ZERO EM QUALQUER NÚMERO PRÉ-PROGRAMADO. QUALQUER QUE SEJA O CASO, DAQUI PARA A FRENTE, UM CONTADOR É APENAS OUTRA CAIXA PRETA.



EXERCÍCIOS

O SURPREENDENTE NÃO-E:



1. MOSTRE QUE



CONCLUA QUE \Rightarrow QUALQUER LÓGICA
PODE SER REALIZADA
USANDO APENAS
NÃO-E!!!

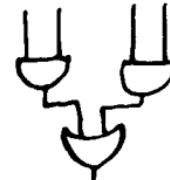
2. O MESMO SE APlica A NÃO-OU?

4. DADO UM REGISTRO DE
DESLOCAMENTO DE 4 BITS,

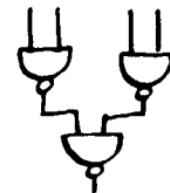


MOSTRE SEU CONTEÚDO APÓS
CADA UM DE 4 PULSOS DE RELÓGIO
ENTRANDO-SÉ COM O QUARTETO 0011.

3. MOSTRE QUE



EQUIVALE A



REPROJETE O SOMADOR
DA P. 126 USANDO
APENAS PORTAS-NÃO-E.

5. COMO VOCÊ DEVERIA
CONECTAR UMA CAMPAINHA
PARA SOAR QUANDO A
CONTAGEM ATINGISSE
NOVE ($=1001$ BINÁRIO)?

SUGESTÃO: VEJA A
CAMPAINHA DO

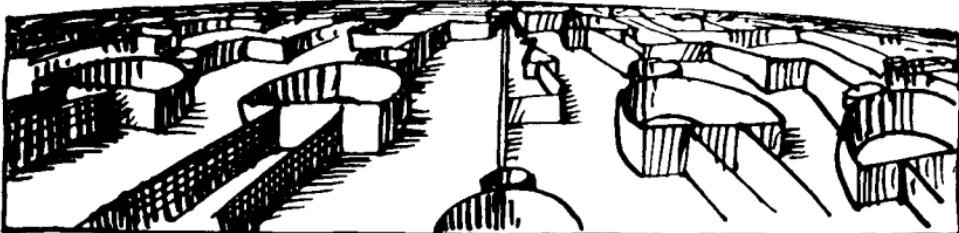
6. MOSTRE PARA SI PRÓPRIO CINTO DE
QUE A CONEXÃO DE INVERSORES SEGURANÇA
AS SAÍDAS DO CONTADOR
LEVA-O A CONTAR PARA TRÁS.
A P.109.

AGORA, CASO VOCÊ ESTEJA SUFOCANDO COM O ESPAGUETE -

OS COMPLEXOS DIAGRAMAS
DAS PÁGINAS ANTERIORES NEM
DE LONGBRE PRETENDEM SE
COMPARAR À REALIZAÇÃO DE
QUALQUER COMPUTADOR.
ANTES, MOSTRAM QUE AS
FUNÇÕES ESSENCIAIS NUM
COMPUTADOR - CALCULAR,
COMPARAR, DECODIFICAR,
ESCOLHER DADOS E OS
ARMAZENAR - BASEIAM-SE
TODAS EM LÓGICA
SIMPLES.



AGORA QUE SE PRESUME QUE
VOCÊ CRIA NO PODER DA
LÓGICA, DISPENSAMOS OS
DIAGRAMAS!



MEMÓRIA



DINÂMICA



NA INFÂNCIA DA COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA, ERA MAIS CARO AUMENTAR A MEMÓRIA QUE O PODER DE COMPUTAÇÃO. PROFUSÃO DE PROCESSAMENTO IMPLICAVA RELATIVAMENTE POUcos COMPONENTES, MAS CADA INCREMENTO DE MEMÓRIA QUERIA DIZER **MAIS = MAIS LUGARES FÍSICOS, REAIS, PARA GUARDAR COISAS!**



DESENTE ENTÃO, AS PESQUISAS EM TECNOLOGIA DE MEMÓRIA REDUZIRAM OS CUSTOS CONSIDERAVELMENTE. POR POUcos MILHÕES DE CRUZEIROS VOCÊ PODE COMPRAR UM MICRO COM MAIS DE 64.000 BYTES DE MEMÓRIA, COMPARADO COM A MEMÓRIA DE 100 NÚMEROS* DO ENIAC - A UM CUSTO DE CENTENAS DE MILHÕES!!



* O ENIAC NÃO CALCULAVA EM BINÁRIO.

O MESMO ESFORÇO DE PESQUISA, NO
ENTANTO, LEVOU A UMA DESCONCERTANTE
BABEL DE TIPOS E TECNOLOGIAS DE
MEMÓRIA!!

MEMÓRIAS DE
CARTÃO, MEMÓRIAS
DE FITA, TAMBOR,
DISCO, BOLHA, ÓTICA, DE
NÚCLEOS, POR ACOPLAGEMTO
DE CARGAS, E BIPOLAR;
VOLÁTIL E NÃO-VOLÁTIL;
DINÂMICA E ESTÁTICA, DESTRUTIVA
E NÃO-DESTRUTIVA, LÉ/ESCREVE,
SÓ DE LEITURA, SÓ DE
LEITURA PROGRAMÁVEL,
SÓ DE LEITURA
PROGRAMÁVEL APAGÁVEL...
=PANTE
=PUFFE



HA' UMA DIFERENÇA
ESSENCIAL ENTRE
DISPOSITIVOS DE
MEMÓRIA

ELETRÔNICOS E ELETRO- MECÂNICOS.

AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS, NÃO
TENDO PARTES MÓVEIS, SÃO
TÃO RÁPIDAS QUANTO O
RESTO DO COMPUTADOR.

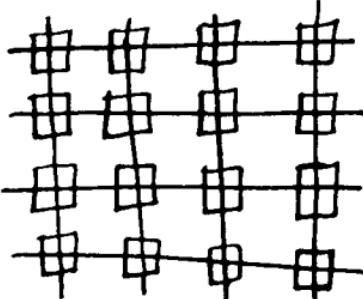
AS MEMÓRIAS ELETROMECÂNICAS,
COMO DISCOS OU FITAS MAGNÉTICAS,
POSSUEM PARTES MÓVEIS.
ISTO AS Torna MAIS, OU MENOS,
LENTAS - DEPENDENDO DO
TIPO DA MEMÓRIA.



AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS, POR
SUA VELOCIDADE, SÃO IDEIAS COMO
MEMÓRIA PRINCIPAL (OU INTERNA)
DO COMPUTADOR. JÁ AS ELETROMECÂNICAS
APARECEM COMO MEMÓRIAS AUXILIARES,
EXTERNAS AO COMPUTADOR.

AS MEMÓRIAS ELETROMECÂNICAS
COMPENSAM SUA LENTIDÃO COM UMA
CAPACIDADE GIGANTESCA DE
ARMAZENAMENTO. UM ÚNICO DISCO
RÍGIDO PODE ARMAZENAR 10 MILHÕES
DE BYTES, COMPARADO À MEMÓRIA
TÍPICA DE UM MICRO QUE É
DE 65.536 ($= 2^{16}$) BYTES.

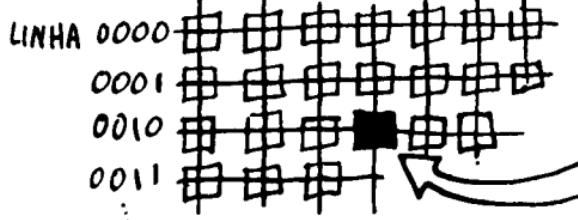
PODE-SE IMAGINAR A MEMÓRIA PRINCIPAL COMO UMA GRADE, COM UMA CELA EM CADA INTERSEÇÃO. DEPENDENDO DO COMPUTADOR CADA CELA PODE ARMAZENAR UM BYTE, DOIS BYTES, OU MAIS.



CADA CELA TEM UM **ENDERECO** ÚNICO, QUE DÁ SUA POSIÇÃO NA GRADE.

COLUNA

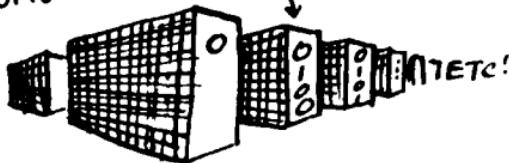
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0

... ETC.

ENDERECO 0010 0011
LINHA COLUNA

NA PRÁTICA, PODE HAVER DIVERSAS DESTAS GRADES E, NESTE CASO, O ENDEREÇO ESPECIFICA O NÚMERO DA GRADE, BEM COMO DA LINHA E DA COLUNA NA MESMA.

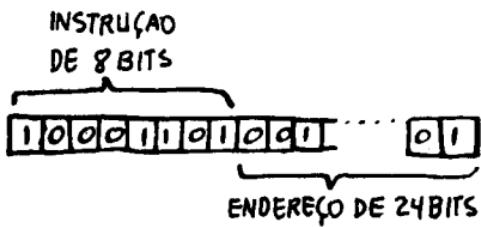
ENDERECO
0101 1001 1110
GRADE LINHA COLUNA



NOTA:

→ NÃO CONFUNDA O ENDEREÇO COM O CONTEÚDO DE UMA CELA!!

QUAL É O NÚMERO MÁXIMO DE CELAS QUE O COMPUTADOR PODE ENDEREÇAR?
ISTO DEPENDE DO TAMANHO E DA ESTRUTURA DA "PALAVRA" DO COMPUTADOR. POR EXEMPLO, UM COMPUTADOR DE 32 BITS PODE RESERVAR 8 BITS PARA CÓDIGO DE INSTRUÇÃO...



... E OS DEMAIS 24 BITS PARA ENDEREÇO.

NESTE CASO, O ENDEREÇO PODE VARIAR DE

00000 ... 0

A

$$1111 \dots 1 = 2^4 - 1$$

DANDO 2^{24} POSSÍVEIS CELAS DE MEMÓRIA.



UM MICRO DE 8 BITS, POR OUTRO LADO, PODE PROCESSAR TRÊS BYTES EM SÉQUENCIA:

00110111

UMA INSTRUÇÃO,

10011010

A PRIMEIRA METADE DE UM ENDEREÇO,

00010100

E A SEGUNDA METADE DE UM ENDEREÇO.

→ AQUI O ENDEREÇO É DE 16 BITS, DANDO $2^{16} = 65.536$ ENDEREÇOS POSSÍVEIS.



PALAVRAS DE 16 BITS GERALMENTE SÃO DIVIDIDAS EM BYTE MAIS ALTO E MAIS BAIXO.

10001101 00010010
MAIS ALTO MAIS BAIXO

PARA FACILITAR O MANUSEIO DOS ENDEREÇOS, NUM PEQUENO PASSE DE MÁGICA NÓS OS PASSAMOS PARA

HEXADECIMAL,

OU DÍGITOS DE BASE 16.

$$10_{\text{HEXA}} = 16_{\text{DECIMAL}}$$

$$100_{\text{HEXA}} = 16^2 = 256$$

$$1000_{\text{HEXA}} = 16^3 = 4096$$

ETC!



ASSIM COMO A BASE 10 REQUER DÍGITOS DE 0 A 9, A BASE 16 PRECISA DE DÍGITOS DE 0 A 15. OS ADICIONAIS USAM AS LETRAS A A F:

DECIMAL	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
HEXA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F

POR EXEMPLO:

$$4A0D_{\text{HEXA}} =$$

$$\begin{aligned} & 4 \times 16^3 \\ & + 10 \times 16^2 \\ & + 0 \times 16 \\ & + 13 \times 1 \end{aligned}$$

$$18.957_{\text{DECIMAL}}$$

CONVERSÃO DE BINÁRIO EM HEXA:
AGRUEPE O BINÁRIO EM QUARTETOS,
PARTINDO DA DIREITA. CONVERTA
CADA QUARTETO NUM DÍGITO HEXA!

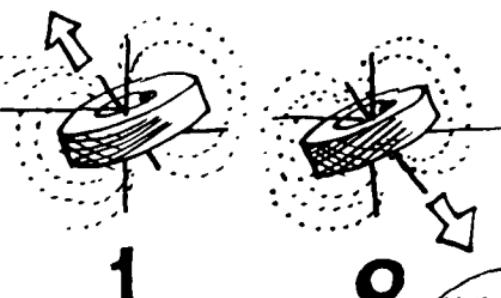
$\begin{array}{c} 101 \\ \hline 5 \end{array} \quad \begin{array}{c} 1110 \\ \hline 5 \end{array} \quad \begin{array}{c} 0101 \\ \hline 5 \end{array} \quad \begin{array}{c} 1011 \\ \hline B \end{array}$

PARA CONVERTER HEXA EM BINÁRIO
BASTA INVERTER O PROCESSO.

DO PONTO DE VISTA DE HARDWARE SÃO TRÊS OS TIPOS PRINCIPAIS DE MEMÓRIA INTERNA.

DE NÚCLEOS:

SÃO FEITAS DE PEQUENOS NÚCLEOS MAGNÉTICOS. CADA NÚCLEO PODE SER MAGNETIZADO ELÉTRICAMENTE EM UM DE DOIS SENTIDOS, REPRESENTANDO 0 E 1.

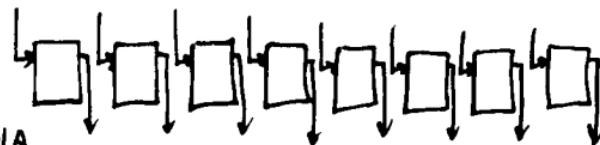


ELES ESTÃO SAINDO DE MODA RAPIDAMENTE!

E DUAS MEMÓRIAS A SEMICONDUTOR:

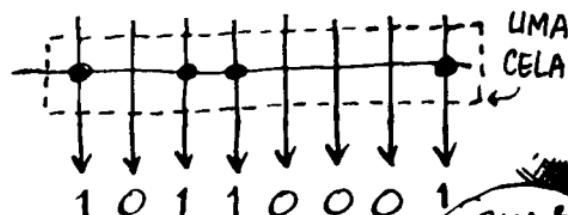
RAM

QUE USA FLIP-FLOPS PARA ARMAZENAR BITS - ASSIM CADA CELA É BASICAMENTE UM REGISTRADOR (PARALELO)!



ROM

QUE É BASICAMENTE UMA GRADE TAL QUE CADA NO' REPRESENTE 1 OU 0 DEPENDENDO DE Haver OU NÃO CONEXÃO ELÉTRICA.



RAM VEM DE "RANDOM ACCESS MEMORY", INDICANDO QUE TODAS AS CELAS PODEM SER ENDEREÇADAS DIRETAMENTE E NA MESMA VELOCIDADE. AS MEMÓRIAS ROM E DE NÚCLEOS TAMBÉM TRABALHAM EM ACESSO RANDÔMICO, MAS, POR ALGUMA RAZÃO, A **RAM** APASSOU-SE DO NOME.

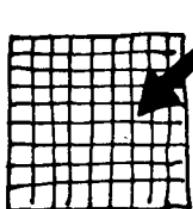


UM CASO
DE CONFUSÃO
DE RAÇAS*...

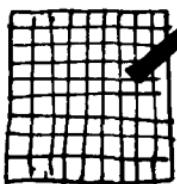
ROM

VEM DE
"READ-ONLY MEMORY" (MEMÓRIA SÓ DE LEITURA).

LETROS
TIPO
ROMANO.



RAM



ROM

A DIFERENÇA PRÁTICA ENTRE ELAS É QUE VOCÊ SÓ PODE LER O QUE ESTÁ EM ROM, AO PASSO QUE NA RAM PODE-SE LER E ESCREVER COM A MESMA FACILIDADE.

EM GERAL!

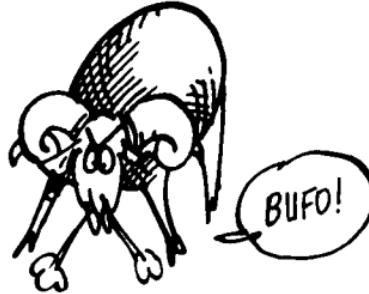


QUANDO VOCÊ CARREGA UM PROGRAMA NO COMPUTADOR, ELE É ARMAZENADO NA **RAM**.

* N.T. "RAM", EM INGLÊS, É CARNEIRO.

INFELIZMENTE,
A RAM É

VOLÁTIL,

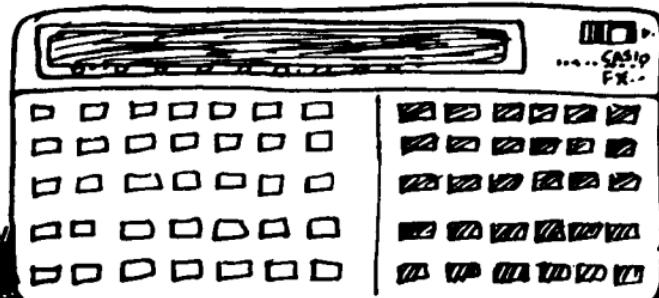


OU SEJA,

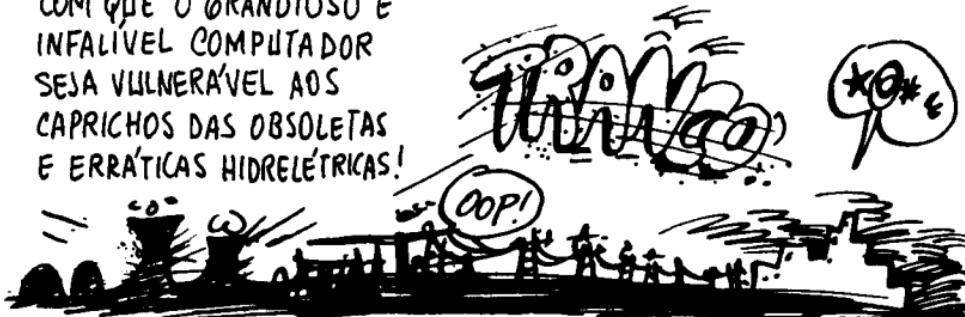
ELA ESQUECE TUDO AO FICAR SEM ENERGIA.

EU, POR EXEMPLO, TENHO UM COMPUTADOR DE BOLSO, COM BATERIA, E QUE TEM 1 680 BYTES DE RAM. PODE ARMAZENAR ATÉ DEZ PROGRAMAS, **MESMO QUANDO O DESLIGO** PORQUE MANTÉM ALGUMA CORRENTE ALIMENTANDO A MEMÓRIA.

MAS, QUANDO
A BATERIA
PIFA...
"BYE-BYE"
PROGRAMAS!



A VOLATILIDADE DA RAM FAZ
COM QUE O GRANDIOSO E
INFALÍVEL COMPUTADOR
SEJA VULNERÁVEL AOS
CAPRICHOS DAS OBSOLETAS
E ERRÁTICAS HIDRELÉTRICAS!



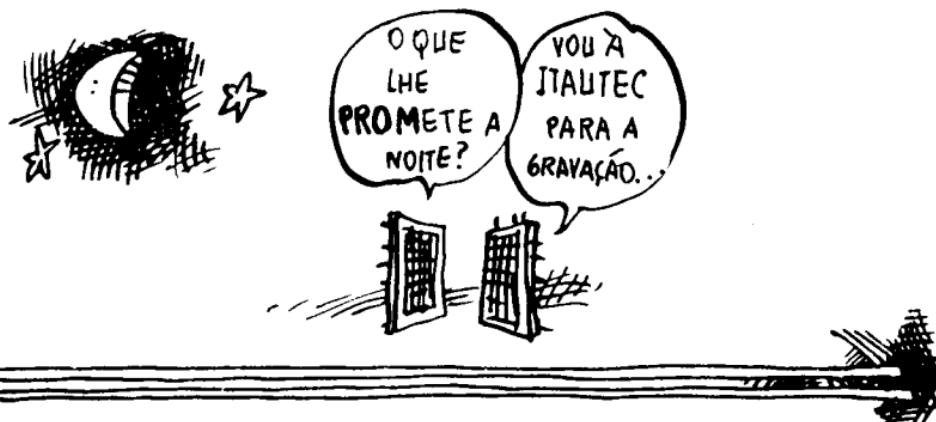
ROM

—“READ-ONLY MEMORY”—

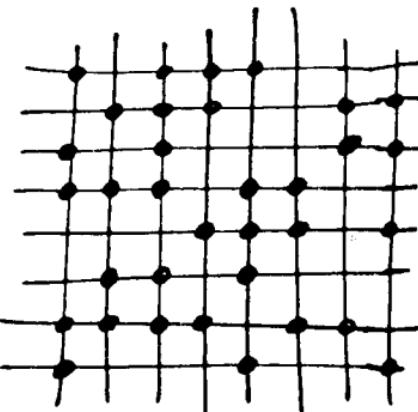
SEU CONTEÚDO, UMA VEZ GRAVADO, NUNCA MAIS PODE SER ALTERADO.*

COMUMENTE A ROM É PROGRAMADA NA FÁBRICA, MAS HOJE EM DIA HÁ PROMIS-ROMS PROGRAMÁVEIS—QUE PODEM SER GRAVADAS PELO USUÁRIO.

* EXCETO PARA EPROM “ERASABLE PROGRAMMABLE ROM”—MAS NÃO ENTRAREMOS NISSO!



A ROM, AO CONTRÁRIO DA RAM, É **NÃO-VOLATIL**: MANTÉM SEU CONTEÚDO MESMO SEM ENERGIA. AFINAL, ELA NADA MAIS É QUE UMA VASTA GRADE DE FIOS, CONECTADOS EM ALGUMAS INTERSEÇÕES. AS CONEXÕES PERMANECEM, HAJA OU NÃO, CORRENTE ELÉTRICA.



“QUANDO EU DIGO
“VASTA” QUERO DIZER
“PEQUENINA”...



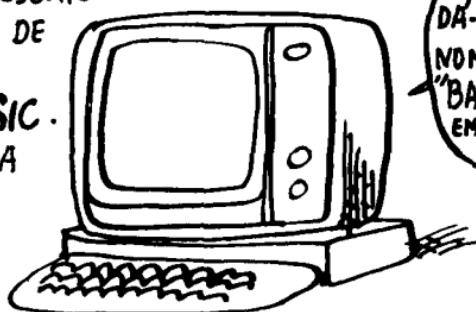
ALGUNS USOS TÍPICOS DE ROM:

A MAIORIA DOS
CARTUCHOS DE
"JOGUINHOS" SÃO DE
ROM BASTA ENCAIXAR
E JOGAR! MAS,
CERTAMENTE,
NÃO PODEM
SER
REPROGRAMADOS...

VOCÊ QUER OUTRO
JOGO, VOCÊ COMPRO^A
OUTRO JOGO, FILHO...



VÁRIOS COMPUTADORES PESSOAIS
TÊM MILHARES DE BYTES DE
ROM ARMAZENANDO A
LINGUAGEM CHAMADA **BASIC**.
ASSIM, QUANDO A MÁQUINA
É LIGADA, ELA JÁ
"ENTENDE" ESTA
LINGUAGEM.



E, COMO VEREMOS, AS ROMS DESEMPENHAM
UM PAPEL IMPORTANTE NO ITEM
"CONTROLE" DO COMPUTADOR.

NA RETAGUARDA
DO CRESCIMENTO
EXPLOSIVO DE
RAM E ROM
ESTÁ...

A INCRÍVEL TECNOLOGIA DA MINIATURIZAÇÃO!



GRAVADOS EM PASTILHAS DE
SILÍCIO, A DENSIDADE DE
COMPONENTES POR
PASTILHA VEM
DOBRANDO
A CADA ANO!

A MEDIDA PADRÃO DO ARMAZENAMENTO POR PASTILHA É O
K ABREVIAÇÃO DE "KILO" ("CHILO" É 1000 EM GREGO),
SÓ QUE EM COMPUTES ELE VALE 2¹⁰, A POTÊNCIA DE
2 MAIS PRÓXIMA DE 1000:

QUASE
GREGO
PARA QUASE
1000!

$$K = 1024$$

A PRIMEIRA
PASTILHA RAM
DE 1K BITS DE
ARMAZENAMENTO
FOI UM "ALÉ" MAS HOJE
64 K É COMUM, E JÁ
EXISTE A PASTILHA
DE 256 K!
QUAL SERÁ
A PRÓXIMA?



*N.T. KKK É A SIGLA DE KU-KLUX-KLAN.



APESAR DESTE CRESCIMENTO NA CAPACIDADE DA RAM,
AINDA HÁ PRECES NÃO ATENDIDAS!!

MOSTRE-NOS
COMO
ARMAZENAR
ALEM
DA CAPACIDADE
DA MEMÓRIA
INTERNA!

PROTEJA
NOSSOS
DADOS CONTRA
AS QUEDAS
DE ENERGIA!

DÊ-NOS
DISPOSITIVOS
OPERADOS A
LASER!

CONCEDA-NOS
UMA BIBLIOTECA
DAS ROTINAS USADAS
FREQUENTEMENTE!



A RESPOSTA?

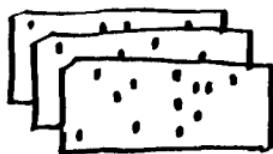
memória de massa.

COMO O NOME SUGERE, MEMÓRIA DE MASSA É A QUE ARMAZENA GRANDE QUANTIDADE!! QUASE TODOS OS DISPOSITIVOS DE ARMAZENAMENTO DE MASSA SÃO **NÃO**-VOLÁTEIS E POSSUEM COMPONENTES MECÂNICOS QUE OS TORNAM MUITO MAIS LENTOS QUE AS MEMÓRIAS ELETRÔNICAS DE ACESSO RANDÔMICO.

DISCUM
VOBISCUM!



POR EXEMPLO:



CARTÕES PERFURADOS.
OS CARTÕES DE JACQUARD, BABBAGE E HOLLERITH AINDA ESTÃO EM USO!

FITA DE PAPEL
PARECIDA COM CARTÃO PERFURADO: UM FURO REPRESENTA 1, A AUSÊNCIA DO FURO REPRESENTA 0.

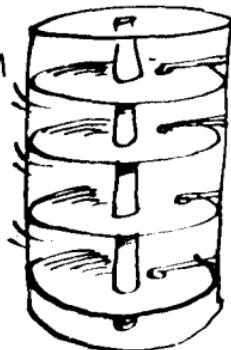
FITA MAGNÉTICA

ARMAZENA BITS EM PEQUENAS REGIÕES MAGNÉTICAS, QUE PODEM SER IMANTADAS EM UM DE DOIS SENTIDOS, VALENDO 1 OU 0.

MAIS RÁPIDO, MAIS COMPACTO, E O TIPO DE ARMAZENAMENTO
COMUMENTE ESCOLHIDO É O

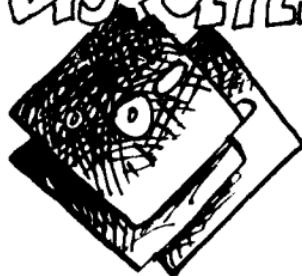


DISCOS TAMBÉM
GUARDAM BITS EM
PEQUENINAS
REGIÕES
MAGNÉTICAS -
ATE' 10 MILHÕES
DE BYTES POR
"PRATO"!



UM GRANDE SISTEMA DE COMPUTADOR GERALMENTE USA UNIDADES
MULTIDISCOS, COM BRAÇOS SEMELHANTES AOS DE TOCA-DISCOS
AVANÇANDO E RECUANDO ATRAVÉS DOS PRATOS EM ROTAÇÃO.

DISQUETES

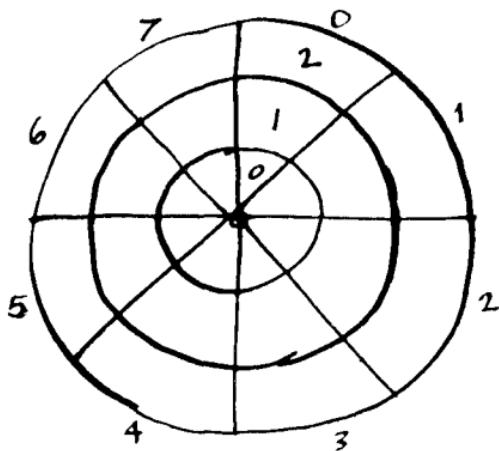


SÃO DISCOS
MAGNÉTICOS
DE PLÁSTICO,
PEQUENOS E DE
BAIXO CUSTO. FICAM
SEMPRE EM
INVÓLUCROS,
PORQUE UM GRÃO
DE POEIRA PODE
GERAR UM
MONSTRUOSO
GLITCH!



OUTRAS MEMÓRIAS DE MASSA MAIS SOFISTICADAS INCLUEM:
MEMÓRIAS DE BOLHA, DISPOSITIVOS DE CARGAS
ACOPLADAS E DISCOS ÓTICOS, LIDOS POR LASER.

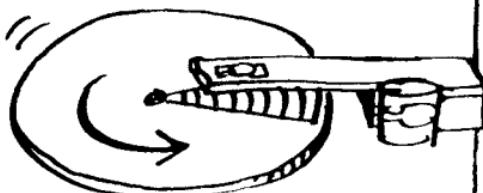
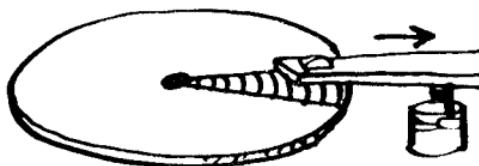
COMO A MEMÓRIA INTERNA, O ARMAZENAMENTO DE MASSA DEVE SER ORGANIZADO, OU "FORMATADO"? PEGUE O DISQUETE POR EXEMPLO:



DISQUETES SÃO FORMATADOS EM TRILHAS E SETORES — TRÊS TRILHAS E OITO SETORES NESSE DISQUINHO SUPERSIMPLIFICADO (O COMUM SÃO 26 SETORES E 77 TRILHAS NUM DISQUETE).

PARA O ACESSO A UM DETERMINADO BLOCO DE DADOS BASTAM O NÚMERO DA TRILHA E DO SETOR. ENTÃO A UNIDADE DE DISQUETE

- 1) AVANÇA OU RETROCEDE O CABEÇOTE PARA A TRILHA ESPECIFICADA
- 2) ESPERA O DISCO GIRAR ATÉ QUE O SETOR DESEJADO FIQUE SOB O CABEÇOTE DE LEITURA/ESCRITA.



ESTE PROCESSO LEVA MILISSEGUNDOS — UMA ETERNIDADE PARA UM COMPUTADOR!

ALGUMAS APLICAÇÕES TÍPICAS DE MEMÓRIA DE MASSA:

UM CRIADOR DE ROEDORES
COMpra OS PROGRAMAS
DE AUMENTO DA PRODUÇÃO,
ARMAZENADOS EM DISQUETE
(DA ROI-ROI & FILHOS LTDA).



A TELEFÔNICA GRAVA
EM MEMÓRIA DE BOLHA
A MENSAGEM: "TELESP
INFORMA: ESTE NÚMERO DE
TELEFONE NÃO EXISTE.
FAVOR..."



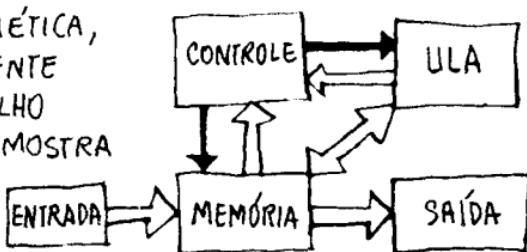
BOM, VOCÊ PEGOU O ESPIRITO DA COISA... JA' È HORA DE IR ADIANTE...

PONDO TUDO SOB Controle

ONDE TODAS AS
CAIXAS PRETAS
FINALMENTE SÃO
VISTAS TRABALHANDO
JUNTAS...



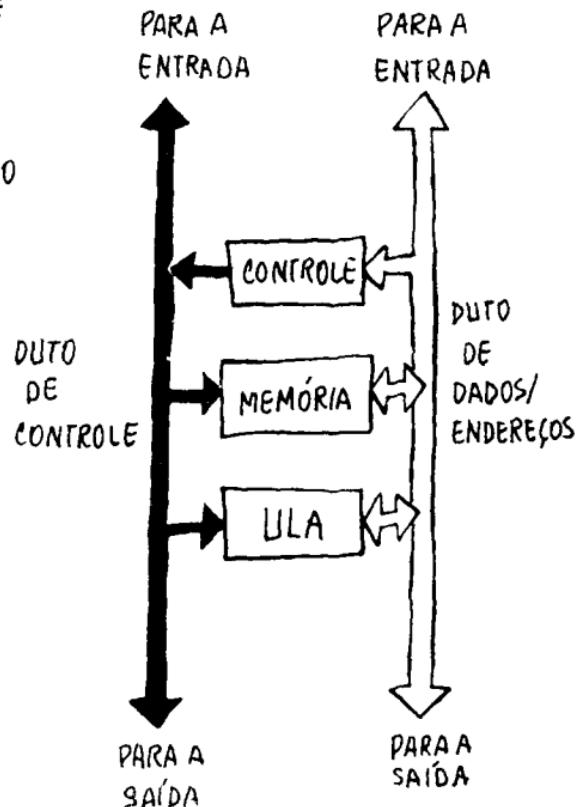
AO LADO DE E/S, MEMÓRIA E UNIDADE LÓGICA E ARITMÉTICA, CONTROLE É O COMPONENTE CRÍTICO FINAL. NOSSO VELHO DIAGRAMA ESQUEMÁTICO MOSTRA O FLUXO DO CONTROLE (→) E DA INFORMAÇÃO (↔).



AJUDA REDESENHARMOS ESTE DIAGRAMA NUMA FORMA QUE REFLETE MELHOR UM PROJETO GENUÍNO DE COMPUTADOR CONHECIDO COMO "ESTRUTURA DE DUTOS".

AS FLECHAS VERTICais, REPRESENTANDO CAMINHOS ELÉTRICOS DE UM BYTE OU MAIS DE LARGURA, SÃO OS DUTOS.

CONTROLADOS PELOS SINAIS NO DUTO DE CONTROLE, ENDEREÇOS E DADOS TRAFEGAM NO DUTO DE DADOS/ENDEREÇOS, COM A RESSALVA DE UM SO' ELEMENTO "VIJAR" POR VEZ NO DUTO.

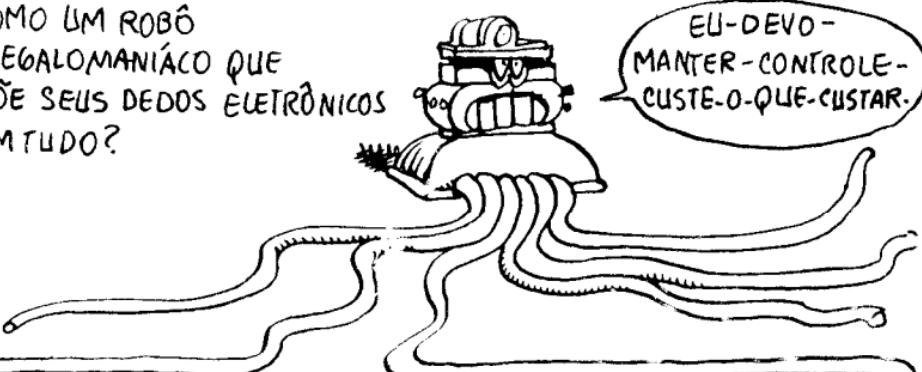


OBSERVE QUE TODAS AS FLECHAS DO DUTO DE CONTROLE **SAEM** DA SEÇÃO DE CONTROLE.

COMO PODERÍAMOS VISUALIZAR ESTE CONTROLE, GERADOR
DE TODAS AS F'ECHAS PRETAS???

COMO UM ROBÔ
MEGALOMANIÁCO QUE
PÔE SEUS DEDOS ELETRÔNICOS
EM TUDO?

UM REI SENSATO
QUE JUDICIOSAMENTE
ESCOLHE O MOMENTO
APROPRIADO PARA
CADA AÇÃO?



EU-DEVO-
MANTER-CONTROLE-
CUSTE-O-QUE-CUSTAR.



IDE... E
MULTIPLICAI-VOS!



UM OPPRESSOR
IMPLACÁVEL QUE
MANEJA UM CHICOTE
SOBRE OS
GLITCHES
INSUBMISSOS?

BUM, QUE AO
MENOS OS DUTOS
FUNCIONEM
DIREITO!

COMO QUALQUER UM, O CONTROLE REVELA SEU CARÁTER PELO SEU COMPORTAMENTO... ENTÃO OBSERVEMOS O QUE ACONTECE NESTE COMPUTADOR SUPERSIMPLIFICADO, QUE ENCARPA O DIAGRAMA DE DUAS PÁGINAS ATRÁS COM ALGUNS REGISTRADORES E CONTADORES INDISPENSÁVEIS.



ESTE É UM CONJUNTO MÍNIMO DE EQUIPAMENTOS. UM COMPUTADOR TÍPICO POSSUI MAIS REGISTROS E CONTADORES MAS TODOS TÊM OS MOSTRADOS ACIMA.

EIS PARA QUE SERVEM:

CONTADOR DE PROGRAMA: DOIS...
ASSINALA AS INSTRUÇÕES,
UMA A UMA...



REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO:
MANTÉM O CÓDIGO DA INSTRUÇÃO QUE ESTÁ SENDO EXECUTADA.

“CORINHE” O ESPAGUETE POR DEZ MINUTOS.

REGISTRADOR DE ENDEREÇO:
MANTÉM O ENDEREÇO DA POSIÇÃO DE MEMÓRIA REFERENCIADA.



DÊ-ME O BYTE DE NÚMERO 0101!

ACUMULADOR:
O REGISTRADOR PRINCIPAL DA ULA, PARTICIPANDO DE TODAS AS OPERAÇÕES DELA.

NÃO PODERIA CALCULAR $1+1$ SEM ELE!



REGISTRADOR B:
REGISTRADOR AUXILIAR QUE ARMAZENA NÚMEROS EM SEU CAMINHO PARA A ULA.



COMO UM MOTEL QUE ALUGUE QUARTOS POR MICROSSEGUNDOS!

REGISTRADOR C:
ARMAZENA DADOS A CAMINHO DA SAÍDA.

HÁ CONTROLE DO LADO DE FORA DO MUNDO?



DE FATO, O CONTROLE GASTA A MAIOR PARTE DO SEU TEMPO TROCANDO OS CONTEÚDOS DESTES REGISTRADORES!



PARA VER COMO O CONTROLE OPERA, SIGAMOS OS PASSOS DO COMPUTADOR
SOMANDO DOIS NÚMEROS -
NOSSO "DÉBUT" EM PROGRAMAÇÃO!



COMO TUDO NOS COMPUTADORES, OS PROGRAMAS PODEM SER DESCritos EM VÁRIOS NÍVEIS. COMECEMOS PELA

LINGUAGEM ASSEMBLER,

QUE ESPECIFICA OS PASSOS REAIS DO COMPUTADOR, MAS OMITE OS DETALHES MAIS SUTIS. NESTE NÍVEL, A SOMA DE DOIS NÚMEROS IMPLICA:

0. CARREGAR O PRIMEIRO NÚMERO NO ACUMULADOR.
1. SOMAR O SEGUNDO NÚMERO (MANTENDO O RESULTADO NO ACUMULADOR).
2. MANDAR PARA A SAÍDA O CONTEÚDO DO ACUMULADOR.
3. MANDAR PARAR.

NÃO
PODE
SER
 OMITIDO!!

NA TRANSIÇÃO PARA LINGUAGEM ASSEMBLER, DEVEMOS DAR A LOCALIZAÇÃO DOS NÚMEROS NA MEMÓRIA, E USAR MNEMÔNICOS PARA AS INSTRUÇÕES. SUPONHAMOS QUE OS NÚMEROS A SOMAR ESTEJAM NOS ENDEREÇOS 1E E 1F (HEXADECIMAL). NOSSO PROGRAMA FICA:



UM VERDADEIRO
PROGRAMA
ASSEMBLER!

0. CRA 1E

("CARREGUE O ACUMULADOR
COM O CONTEÚDO DE 1E")

1. SOM 1F

("SOME O CONTEÚDO DE 1F")

2. SAI

("EXIBA O CONTEÚDO DO
ACUMULADOR").

3. PARE



EM GERAL, INSTRUÇÕES DE ASSEMBLER TÊM 2 PARTES:

O OPERADOR, QUE DESCREVE O PASSO A EXECUTAR

O OPERANDO, QUE DA' O ENDEREÇO SOBRE O QUAL O OPERADOR ATUA

CRA 1E

COMO EM:
OPERE O APÊNDICE
DO MORADOR DA
VOLUNTÁRIOS DA
PÁTRIA, 151!



OBSERVE BEM! ALGUNS OPERADORES DISPENSAM OPERANDO EXPLÍCITO. "SAI", POR EXEMPLO, ESTÁ SUBENTENDIDO APlicar-se ao ACUMULADOR.

ALIMENTE-ME!



AGORA QUE TEMOS UM PROGRAMA ASSEMBLER, COMO FAZEMOS PARA ALIMENTAR A MÁQUINA, QUE SÓ ENTENDE 0's E 1's?



A RESPOSTA É CLARA: DENTRO DA MÁQUINA, CADA **OPERADOR** É **CODIFICADO** COMO UMA CADEIA DE BITS CHAMADA "CÓDIGO DA INSTRUÇÃO". ALGUNS EXEMPLOS SIMPLES:



PARA MIM,
"001" QUER
DIZER
"CRA"!

OPERADOR	CÓDIGO DA INSTRUÇÃO
CRA	001
SOM	010
SAI	110
PARE	111

EU AINDA
QUERO SABER
O QUE "QUER
DIZER" QUER
DIZER!

ASSIM, UMA INSTRUÇÃO DE MÁQUINA CONSISTE DE UM CAMPO COM O "CÓDIGO DA INSTRUÇÃO" SEGUIDO DO CAMPO DE ENDEREÇO QUE DA' O OPERANDO EM BINÁRIO:

CRA 1E =



CAMPO DE
CÓDIGO DA INSTRUÇÃO

CAMPO DE ENDEREÇO

EIS, ENTÃO, O NOSSO PROGRAMA TRADUZIDO EM LINGUAGEM DE MÁQUINA:

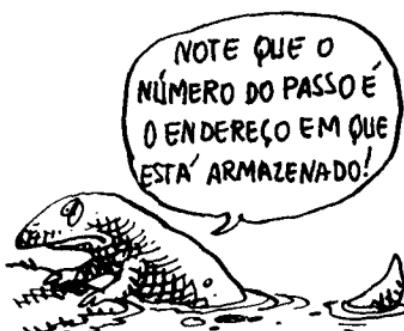
0. CRA 1E	001 11110
1. SOM 1F	010 11111
2. SAI	110 XXXXX
3. PARE	111 XXXXX

NÃO IMPORTA O
CONTEÚDO DESTES
5 BITS DE ENDEREÇO,
POIS SERÃO IGNORADOS!

AGORA

(ADMITINDO UM DISPOSITIVO DE ENTRADA)
OS PASSOS DO PROGRAMA SÃO CARREGADOS EM ENDEREÇOS
CONSECUTIVOS DE MEMÓRIA, PARTINDO DE 0. O CONTEÚDO
DA MEMÓRIA FICA, ENTÃO:

ENDEREÇO	CONTEÚDO
0	001 11110
1	010 11111
2	110 00000
3	111 00000

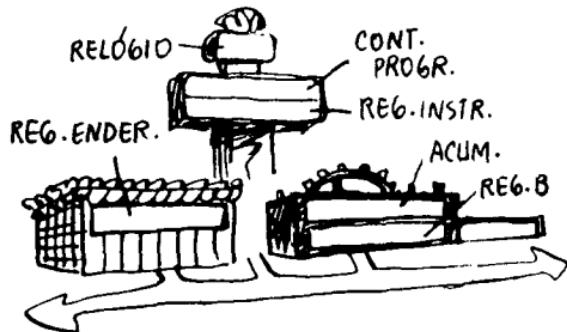


E DEVEMOS ENTRAR TAMBÉM COM OS **DADOS**: OS DOIS NÚMEROS A SER SOMADOS. QUaisquer dois números, digamos, 5 e 121. ELES VÃO NOS ENDEREÇOS 1E E 1F:

1E	00000101
1F	01111001



COMO O COMPUTADOR DISTINGUE OS DADOS DAS INSTRUÇÕES? ADMITINDO QUE TUDO SÃO INSTRUÇÕES ATÉ' ORDEM CONTRÁRIA!!



UMA VEZ ARMAZENADO O PROGRAMA, O CONTROLE PODE INICIAR A EXECUÇÃO. ELE O FAZ NUMA SEQÜÊNCIA DE PASSOS MAIS ELEMENTARES CHAMADO **MICROINSTRUÇÕES**, A RAZÃO DE UMA MICROINSTRUÇÃO POR PULSO DE RELOGIO. VOCÊ ESTÁ PRONTO PARA OS DETALHES SANGRENTOS?

O CONTROLE COMEÇA **BUSCANDO** A PRIMEIRA INSTRUÇÃO. ELE —

0.0. TRANSFERE O CONTEÚDO

DO CONTADOR DE
PROGRAMA (0000 0000
PARA INICIAR)

PARA O

REGISTRADOR
DE ENDEREÇO

0000 0000
0011 1110

0.1. TRANSFERE O

CONTEÚDO DESTA
POSIÇÃO DE MEMÓRIA

PARA O

REGISTRADOR
DE INSTRUÇÃO



O REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO AGORA POSSUI A PRIMEIRA INSTRUÇÃO. O CONTROLE A "LÊ" E —

0.2. MOVE O CAMPO DE

ENDEREÇO DO
REGISTRADOR DE
INSTRUÇÃO

REGISTRADOR

DE
ENDEREÇO

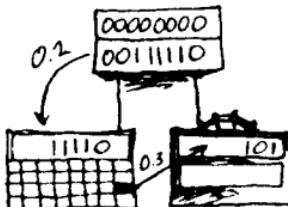
0000 0000
0011 1110

0.3. MOVE O CONTEÚDO

DESTA POSIÇÃO DE
MEMÓRIA

PARA O

ACUMULADOR



O ACUMULADOR RECEBE AGORA O PRIMEIRO DADO. RESTA UMA MICROINSTRUÇÃO:

0.4. INCREMENTAR O

CONTADOR DE PROGRAMA



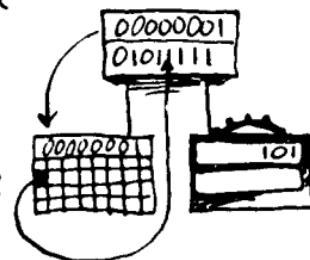
E ISTO
É O
PASSO 0!

UM POUCO ENROLADO? VOLTEMOS À LUTA COM O PRÓXIMO PASSO, **SOM**.

NOVAMENTE, O CONTROLE INICIA COM UMA "FASE DE BUSCA":

1.0 TRANSFERE O CONTEÚDO DO CONTADOR DE PROGRAMA (AGORA 00000001)

PARA O REGISTRADOR DE ENDEREÇO



1.1 TRANSFERE O CONTEÚDO PARA O DESTE ENDEREÇO

REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO

O CONTROLE DEVIDO À INSTRUÇÃO NO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO, 0101111,

1.2 MOVE O CAMPO DE ENDEREÇO DO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO

PARA O REGISTRADOR DE ENDEREÇO



1.3 MOVE O CONTEÚDO DESSE ENDEREÇO DE MEMÓRIA

PARA O REGISTRADOR B



1.4 COMANDA A ULA PARA **SOMAR** E NO PÔR O RESULTADO

ACUMULADOR

NOVAMENTE, RESTA AINDA UM PASSO:

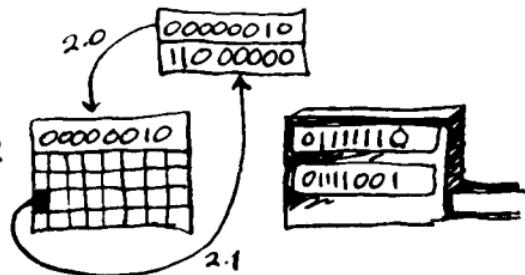
1.5 INCREMENTAR O CONTADOR DE PROGRAMA



E, AFINAL?

BEM, FELIZMENTE AS DUAS ÚLTIMAS INSTRUÇÕES SÃO MAIS FÁCEIS:

2.0. E 2.1 SÃO AS MESMAS OPERAÇÕES DE BUSCA, QUE COLOCAM A INSTRUÇÃO 2 ("SAI") NO REGISTRADOR DE INSTRUÇÃO:



O CONTROLE, DADO ESTE CÓDIGO DE INSTRUÇÃO (110)—

2.2. MOVE O CONTEÚDO DO ACUMULADOR PARA O

REGISTRADOR
C

2.3. INCREMENTA O
CONTADOR DE
PROGRAMA

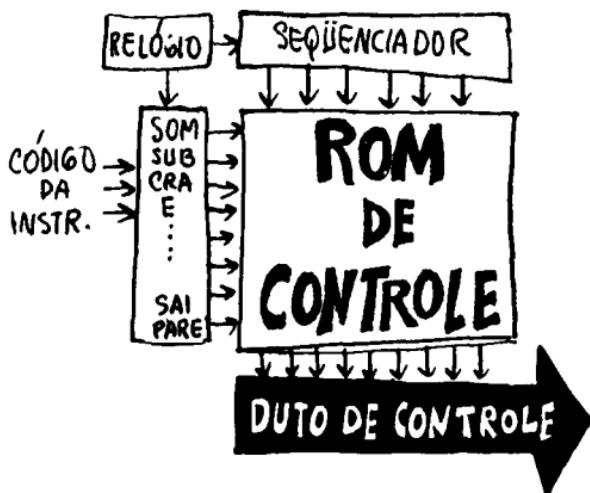
FINALMENTE O CONTROLE BUSCA A INSTRUÇÃO 111 ("PARE"), A PARTIR DA QUAL O CONTROLE —

3.2 PÁRA DE TRABALHAR

VOÇÊ JÁ ESTÁ SACANDO QUE TIPO DE BESTA O CONTROLE REALMENTE É??



SEM ENTRAR EM MUITOS DETALHES, VOCÊ PODE IMAGINAR UM CONTROLE MAIS OU MENOS COMO ESTE:



SUAS ENTRADAS SÃO PULSOS DE RELOGIO E CÓDIGOS DE INSTRUÇÃO. SUAS SAÍDAS SÃO SEQUENCIAIS DE SINAIS PARA OS REGISTRADORES, CONTADORES, LUTA E MEMÓRIA.

O "MICROPROGRAMA", QUE RELACIONA ENTRADAS COM COMBINAÇÕES APROPRIADAS DE SAÍDA, É GRAVADO NUMA ROM DEDICADA UNICAMENTE A ESTE FIM.

O PRIMEIRO GRUPO DE PULSOS FAZ O CONTROLE BUSCAR UMA INSTRUÇÃO...



NO CASO REAL A SOLUÇÃO USA OS MESMOS PRINCÍPIOS, EMBORA SEJA BEM MAIS RICA EM DETALHES. HÁ MAIS REGISTRADORES E OS CÓDIGOS DE INSTRUÇÃO TÊM MAIS QUE TRÊS BITS. ISTO LEVA O CONTROLE A EXECUTAR UM CONJUNTO AMPLO DE INSTRUÇÕES. EIS O CONJUNTO DE INSTRUÇÕES DE UM PROCESSADOR REAL, O 6800 DA MOTOROLA.

ARITMÉTICA

SOME
SOME COM VAI-UM
SUBTRAIA
SUBTRAIA COM VAI-UM
INCREMENTE
DECREMENTE
COMPARE
NEGUE

LÓGICA

E
OU
OU EXCLUSIVO
NÃO
DESLOQUE À DIREITA
DESLOQUE À ESQUERDA
DESLOQUE À DIREITA ARITMÉTICA
RODE À DIREITA
RODE À ESQUERDA
TESTE

TRANSFERÊNCIA DE DADOS

CARREGUE
ARMAZENE
MOVA
LIMPE
LIMPE O VAI-UM
LIMPE O TRANSBORDO
ATIVE O VAI-UM
ATIVE O TRANSBORDO

DESVIO

DESVIE
DESVIE SE ZERO
DESVIE SE NÃO-ZERO
DESVIE SE IGUAL
DESVIE SE DIFERENTE
DESVIE SE VAI-UM
DESVIE SE NÃO VAI-UM
DESVIE SE POSITIVO
DESVIE SE NEGATIVO
DESVIE SE TRANSBORDO
DESVIE SE NÃO TRANSBORDO
DESVIE SE MAIOR DO QUE
DESVIE SE MAIOR OU IGUAL
DESVIE SE MENOR DO QUE
DESVIE SE MENOR OU IGUAL
DESVIE SE ACIMA
DESVIE SE NÃO ACIMA
DESVIE SE ABAIXO
DESVIE SE NÃO ABAIXO

CHAMADA DE SUB-ROTINA

CHAME SUB-ROTINA

RETORNO DE SUB-ROTINA

RETORNE DE SUB-ROTINA
RETORNE DE INTERRUPÇÃO

MISCELÂNIA

NÃO OPERE
EMPILE
DESEMPILE
ESPERE
AJUSTE DECIMAL
HABILITE INTER.
DESABILITE INTER.
QUEBRE

UM GRUPO DESSAS INSTRUÇÕES FAZ JUS A UMA MENCÃO ESPECIAL: AS INSTRUÇÕES DE **SALTO** OU **RAMIFICAÇÃO**.

COMO VEREMOS, ELAS CONTRIBUEM UM BOCADO PARA A "INTELIGÊNCIA" DO COMPUTADOR. O EFEITO É **TRANSFERIR O CONTROLE** PARA OUTRA PARTE DO PROGRAMA. A INSTRUÇÃO DE SALTO SIMPLES É APENAS UM "SALTO" AO PÉ DA LETRA NA FORMA:

⇒ "SALTE PARA 123" FAZ COM QUE O CONTROLE CARREGUE 123 NO CONTADOR DE PROGRAMA... E PROSSIGA COM A EXECUÇÃO A PARTIR DAÍ.

AINDA MAIS "INTELIGENTES" SÃO OS SALTOS CONDICIONAIS. ELES TRANSFEREM O CONTROLE **SE** UMA CERTA CONDIÇÃO FOR SATISFEITA: POR EXEMPLO, "SALTE SE ZERO" QUER DIZER: SE O ACUMULADOR TIVER O.

SLT 123



SZ 321



COMO VOCÊ VÊ, O
CONTROLE NÃO É
TIRANO! ELE
APELAVAS FAZ O
QUE LHE
MANDAM - DE
FORMA
TOTALMENTE
AUTOMÁTICA!



VOCÊ REALMENTE QUER TER UMA IDEIA DO CARÁTER DA
SEÇÃO DE CONTROLE? ENTÃO IMAGINE O **BUROCRATA**
NOTA DEZ OBEDECENDO CEGAMENTE AO CHEFE REAL NO
COMPUTADOR: O **PROGRAMA!**



TAKE IT EASY

SO EASY

"GO TO...
GO TO..."
-SHAKESPEARE



SE REALMENTE SÃO OS PROGRAMAS
QUE CONTROLAM O COMPUTADOR,
ENTÃO MERECEM UM NOME
CIENTÍFICO APROPRIADO. ALGO EM
GRECO OU LATIM, DE PREFERÊNCIA...

TECHNICALCULLUS?
REGULA RATIONOCEROUS?
CEPHALONEURALGIA?

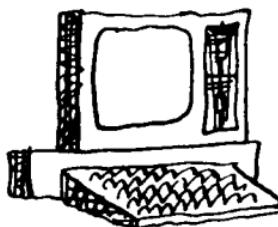


* * * * *

MAS NÃO É BEM ASSIM NA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO...

AO CONTRÁRIO, OS PROGRAMAS EM GERAL SÃO CHAMADOS DE **SOFTWARE**,

PARA DISTINGUÍ-LOS DAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO, MONITORES
DE VÍDEO, UNIDADES DE DISCO, TECLADOS E OUTRAS PARTES
DO **HARDWARE** DO COMPUTADOR.



HARDWARE



SOFTWARE



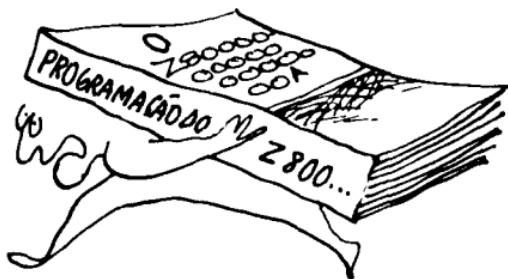
TUPPERWARE

O QUE É REALMENTE
ENGRAÇADO NO NOME
SOFTWARE É QUE ELE
É UMA DAS COISAS
MAIS DURAS NA
COMPUTAÇÃO!



QUANTO MAIS O HARDWARE DIMINUI EM PREÇO E AUMENTA
EM CAPACIDADE, MAIS HORRIVELMENTE COMPLEXO O
SOFTWARE SE TORMA!

ME DÊ UM
CARPINHO DE
MÃO!



⇒ VEMOS PASTILHAS CADA VEZ
MENORES COM MANUAIS
CADA VEZ MAIORES!

NUNCA SE CONSEGUE
ESTIMAR O TEMPO, O
DINHEIRO E A AGONIA
NECESSÁRIOS À SOLUÇÃO
DE UM PROBLEMA DE
SOFTWARE... QUE MODO DE
DIRIGIR UMA EMPRESA!



DA MESMA FORMA, HÁ UMA DIFERENÇA DE IMAGEM ENTRE OS QUE TRABALHAM COM HARDWARE E COM SOFTWARE —



OS TIPOS QUE MEXEM COM HARDWARE SÃO ENGENHEIROS... CHEIOS DE ENGENHOCAS... GERALMENTE HOMENS... ENTRINCHEIRADOS ATRÁS DAS LEIS DA FÍSICA...

OS PROGRAMADORES NÃO USAM FERRAMENTAS, SÓ SEU CÉREBRO... SÃO MAIS FREQUENTEMENTE MULHERES... TIDAS COMO SONHADORAS SOLITÁRIAS CUSAS IDEIAS NADA TÊM A VER COM AS LEIS DA FÍSICA !!

OS PROGRAMAS ANDAM ATUALMENTE TÃO COMPLEXOS QUE NINGUÉM CONSEGUE ENTENDER-LOS - ASSIM, ESSES SOLITÁRIOS ACABAM TENDO DE TRABALHAR EM EQUIPES - UM ESPETÁCULO QUE DEIXO PARA A IMAGINAÇÃO DOS LEITORES...



ENQUANTO ADA LOVELACE
SE TORNOU A PRIMEIRA
PROGRAMADORA, O
PRIMEIRO A DEMONSTRAR
TODO O POTENCIAL
DO SOFTWARE FOI

**ALAN
TURING**
(1912 - 1954)



TURING, QUE SEMPRE ADOROU AS MARATONAS, DESDE QUANDO
ISSO ERA CONSIDERADO EXCÉNTRICO, PROVAVELMENTE
ENTROU NO RAMO DE COMPUTADORES PARA REDUZIR O
TAMANHO DE SEU CRONÔMETRO.



EM 1936 ELE
IMAGINOU
A MÁQUINA
DE
TURING...

AS MÁQUINAS DE TURING
NÃO SÃO REAIS... SÃO
ABSTRATAS, EXISTINDO
APENAS EM TEORIA...



O SONHO
DOS ENGENHEIROS
DE SOFTWARE
— SEM
HARDWARE!

EM TERMOS GERAIS, UMA
MÁQUINA DE TURING É UM
DISPOSITIVO DE ENTRADA E SAÍDA:
UMA CAIXA PRETA QUE LÊ UMA
SEQUÊNCIA DE ZEROS E UNS.

A SAÍDA SÓ
DEPENDE DA
ENTRADA ATUAL (0 OU 1) E DA
SAÍDA ANTERIOR.



A NATUREZA DA
SAÍDA NÃO
IMPORTA.

O PRINCIPAL É QUE AS
MUDANÇAS DE ESTADO
PARA ESTADO SÃO
DEFINIDAS POR
**REGRAS DE
TRANSIÇÃO**.

AS MÁQUINAS DE TURING SÃO
IMPORTANTE PORQUE
PROPICIAM UM MEIO FÍSICO
DE RACIOCINAR SOBRE A
LÓGICA. QUALQUER PROCEDIMENTO
LÓGICO BEM DEFINIDO, PASSO A
PASSO, PODE SER TRANSFORMADO
NUMA MÁQUINA DE TURING.



HÁ UMA MÁQUINA
DE TURING QUE
FAZ ADIÇÕES!

* PARA MAiores DETALHES, VEJA WEIZENBAUM, "COMPUTER POWER
AND HUMAN REASON," CAPÍTULO 2.

O QUE TURING PROVOU:
TEÓRICAMENTE, PODE-SE
CONSTRUIR UMA
MÁQUINA ÚNICA, CAPAZ
DE SUBSTITUIR TODAS
AS DEMAIS MÁQUINAS
DE TURING. E A

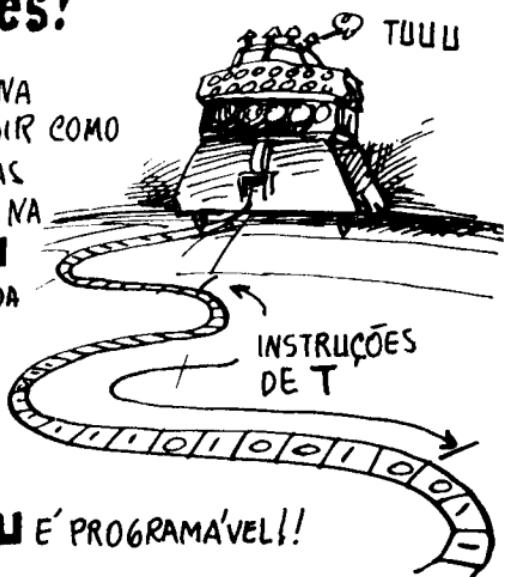
MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING!!!



O TRUQUE É QUE A MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING PODE...

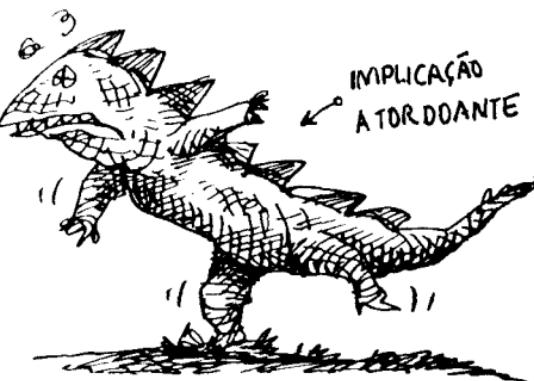
» Ler instruções!

ISTO É, PARA FAZER A MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING (**U**) AGIR COMO A MÁQUINA **T**, CODIFICAM-SE AS REGRAS DE TRANSIÇÃO DE **T** NA FITA DE **U**. A CADA PASSO, **U** OBSERVA SUA PRÓPRIA ENTRADA E AS REGRAS DE TRANSIÇÃO DE **T** PARA SABER O QUE FAZER.



⇒ EM OUTRAS PALAVRAS, **U** É PROGRAMÁVEL!!

AS IMPLICAÇÕES SÃO
ATORDOANTES: UMA
ÚNICA MÁQUINA
PROGRAMÁVEL PODE
EXECUTAR **QUALQUER**
PROCEDIMENTO
LÓGICO BEM DEFINIDO,
PASSO A PASSO.
(LEMRE-SE QUE TURING
OBSERVOU ESTE FATO
DEZ ANOS ANTES QUE
UM COMPUTADOR VERDADEIRO FOSSE CONSTRuíDO)



JOHN VON NEUMANN LEVOU A IDEIA DE TURING UM PASSO À FRENTES.
VON NEUMANN OBSERVOU QUE SE PODERIA:

CONSTRUIR UMA
MÁQUINA X QUE
CONSTRUISSSE
OUTRAS MÁQUINAS
A PARTIR DE
INSTRUÇÕES EM FITA...

ALIMENTAR X COM
SEU **PRÓPRIO**
PROJETO!

PODE ME
CHAMAR DE ROBÔ
DO EXÉRCITO
SUÍÇO!



**MÁQUINAS AUTO-
REPRODUTORAS** SÃO VIÁVEIS!!

O COMPUTADOR DIGITAL É UMA
MÁQUINA UNIVERSAL DE TURING
IMAGINÁRIA A QUE SE DEU VIDA.



SE VOCÊ
CHAMA ISSO DE
"VIDA"...



POR TANTO, COMO TURING MOSTROU, ELA PODE FAZER **QUALQUER COISA** (OU, MAIS PRECISAMENTE, **SIMULAR** QUALQUER COISA). A ÚNICA LIMITAÇÃO É O TEMPO À DISPOSIÇÃO DO USUÁRIO... DIGAMOS, DE AGORA ATÉ A EXTINÇÃO DO SISTEMA SOLAR...

SERÁ QUE
ADQUIRE
PROGRAMA JÁ
ACABOU DE
RODAR?



PARA SER HONESTO, HÁ UMA LISTA DE RESTRIÇÕES 'AQUELA "QUALQUER COISA". QUE GÊNERO DE "QUALQUER COISA" O COMPUTADOR PODE FAZER?

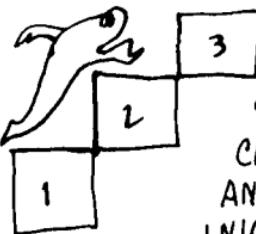


NUMA SÓ PALAVRA,
OS COMPUTADORES RODAM

ALGORITMOS



UM ALGORITMO É
SIMPLESMENTE UM
PROCEDIMENTO BEM
DEFINIDO, PASSO A PASSO:
UMA RECEITA DE
BOLO, SE VOCÊ QUISER!



PASSO A PASSO
SIGNIFICANDO QUE
CADA PASSO É COMPLETADO
ANTES QUE O PRÓXIMO
INICIE.

BEM DEFINIDO SIGNIFICANDO
QUE CADA PASSO É COMPLETAMENTE
DEFINIDO A PARTIR DA ENTRADA
ATUAL E DOS PASSOS ANTERIORES.
NÃO SÃO PERMITIDAS
AMBIIGÜIDADES!



EXEMPLOS DE ALGORITMOS:

"SE AS OGIVAS
NUCLEARES ESTIVEREM
CAINDO COMO CHUVA
DE PEDRA, EU ME
DEITAREI E TENTAREI
CURTIR O ESPETÁCULO.
DO CONTRÁRIO, VOU
TRABALHAR, COMO
DE COSTUME!"



ISTO É UM ALGORITMO PORQUE VOCÊ SEMPRE SABE O QUE FAZER:

1. VERIFIQUE SE AS OGIVAS
ESTÃO CAINDO
2. SE SIM, DEITE-SE E CURTA!
3. SENÃO, VÁ PARA O SERVIÇO.



DA MESMA

FORMA,
EQUAÇÕES
REPRESENTAM
ALGORITMOS.

$y = x^2 + 2x + 10$ QUER DIZER —

SE VOCÊ ENTENDEU,
DEITE-SE E CURTA!



- (1) ENTRE COM O NÚMERO x
- (2) MULTIPLIQUE-O POR ELE MESMO
- (3) MULTIPLIQUE x POR 2
- (4) SOME OS RESULTADOS DE (2) E (3)
- (5) SOME 10 AO RESULTADO DE (4)

EXEMPLOS NÃO-ALGORÍTMICOS

"SE AS OÍVAS
NUCLEARES ESTIVEREM,
CAINDO COMO CHUVA
DE PEDRA, DEITE-SE
E TENTE CURTIR!"

E
ENTRE UMA
BOMBA E
OUTRA?



NÃO HÁ MENCÃO SOBRE O QUE FAZER QUANDO NÃO ESTÃO
CAINDO BOMBAS... PORTANTO, NÃO ESTÁ BEM DEFINIDO.

MAIS UM?

QUE TAL

$$y = x^2 ++ 2x - 10 ?$$

AINDA MAIS
IMPROPRIO!

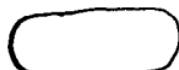
NÃO É UM ALGORITMO
POIS NÃO ESTÁ EXPRESSO
NA NOTAÇÃO ALGÉBRICA
CORRETA. O SÍMBOLO "++"
NÃO FAZ SENTIDO.



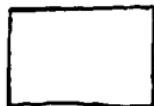
SE VOCÊ PUSER O COMPUTADOR PARA
RODAR ALGO NÃO-ALGORÍTMICO, ELE
APENAS FICARÁ DANDO MENSAGEM DE
ERRO!

PARA SIMPLIFICAR A DESCRIÇÃO DE ALGORITMOS, HÁ SÍMBOLOS PADRÕES COM DESENHOS ESPECIAIS. A FORMA INDICA O TIPO DO PASSO A EXECUTAR:

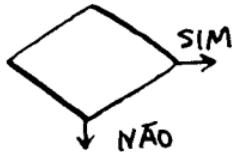
HÁ 4 POSSIBILIDADES:



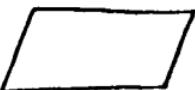
INÍCIO OU FIM



EXECUTE UM PROCEDIMENTO (SOMA, SUBTRAÇÃO ETC...)



SALTO CONDICIONAL



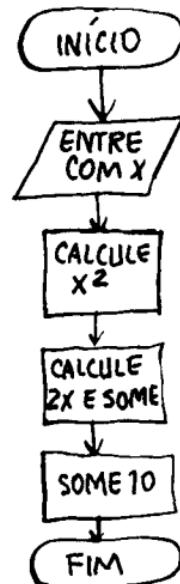
ENTRADA OU SAÍDA

O "FLUXO" DO ALGORITMO É INDICADO POR FLEXAS → E À COMBINAÇÃO DE TODOS OS SÍMBOLOS DAMOS O NOME DE

FLUXOGRAMA

SIGA O FLUXO...

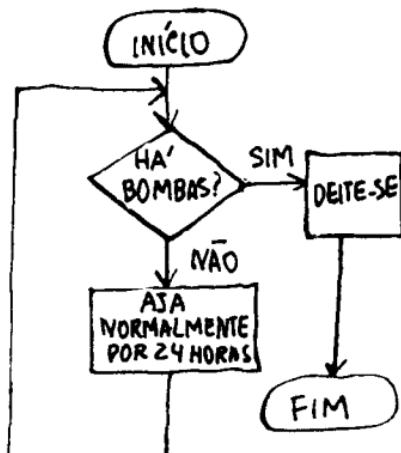
EIS OS FLUXOGRAMAS
DOS ALGORITMOS
DE ALGUMAS PÁGINAS ATRÁS.



EM AMBOS OS ALGORITMOS, O FLUXO SEGUIRÁ UM ÚNICO SENTIDO, DO INÍCIO AO FIM.

TAMBÉM É POSSÍVEL, NO FLUXO DE ALGORITMOS, UM SALTO PARA A FRENTES OU PARA TRÁS. POR EXEMPLO, VAMOS REESCREVER O PRIMEIRO ALGORITMO:

1. SE ESTIVEREM CAINDO BOMBAS, VÁ PARA O PASSO 2. CASO CONTRÁRIO, VÁ PARA O PASSO 4.
2. DEITE-SE E CURTA!
3. VÁ PARA O PASSO 6.
4. LEVE UMA VIDA NORMAL POR 24 HORAS.
5. VÁ PARA O PASSO 1.
6. FIM.



VOCÊ PODERÁ ACHAR O FLUXOGRAMA MAIS FÁCIL DE "PEGAR" DO QUE O "PROGRAMA" ESCRITO. NOTE QUE ELE PODE CONTINUAR INDEFINIDAMENTE!!

OS FLUXOGRAMAS AJUDAM A
DESCREVER ALGORITMOS
SIMPLES E DESCREVER
ALGORITMOS E O OBJETIVO DA
PROGRAMAÇÃO DO COMPUTADOR!!

ME DE
ALGORITMOS!

O PRIMEIRO PASSO PARA SE ESCRIVER QUALQUER
PROGRAMA É A **ANÁLISE** DA TAREFA A SER FEITA
DEVE-SE DESCOBRIR COMO FAZÉ-LA ALGORITMICAMENTE.

O NÃO PENSAR
ALGORITMICAMENTE
CAUSOU MUITOS
PESADELOS
DE SOFTWARE!!
A MAIORIA
DOS PROJETISTAS
DE SOFTWARE
CONTA
HISTÓRIAS
ATERRORIZANTES
SOBRE
USUÁRIOS
QUE NÃO
SABIAM O QUE
QUERIAM
COM
EXATIDÃO!!



MAIS ALGUNS EXEMPLOS... UM POUCO MAIS PRÓXIMOS DE COMO COMANDAR O COMPUTADOR PARA FAZER...

“COVETAS DE COLEGAS DE QUARTO”



ELISA E SOFIA, QUE MORAVAM JUNTAS, DIVIDIAM AS DESPESAS. AMBAS COMPRAVAM ALIMENTOS E GUARDAVAM OS RECIBOS. NO FIM DO MÊS, QUERIAM SABER QUEM DEVIA PARA QUEM.

“LOOPS CONTROLADOS”

ESTE EXEMPLO PEDE AO COMPUTADOR QUE CALCULE $x^2 + 2x + 10$, NÃO PARA UM VALOR DE x , MAS PARA MUITOS VALORES, A SABER $x = 0; 0,1; 0,2; 0,3; \dots$ E ASSIM POR DIANTE... ATÉ 2,0.



PARA AS CONTAS DE COLEGAS
DE QUARTO, RACIOCINAMOS
NA FORMA:

SEJA $S =$ DESPESAS DE SOFIA
 $E =$ DESPESAS DE ELISA

ENTÃO A DESPESA TOTAL É
 $S + E$ E CADA UMA DELAS
 DEVERIA PAGAR

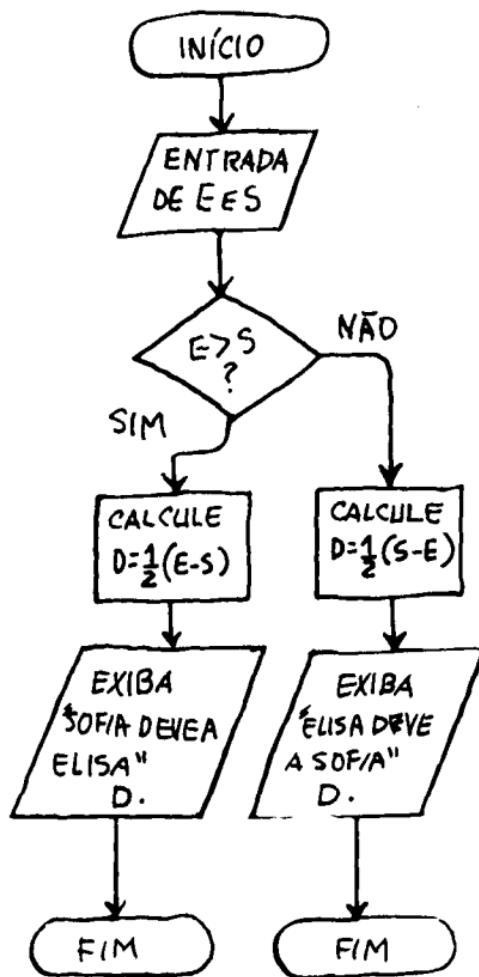
$$\frac{1}{2}(S+E).$$

SE ELISA GASTOU MAIS,
 ENTÃO $E > S$ * E,
 PORTANTO, SOFIA DEVE A
 ELISA $\frac{1}{2}(S+E) - S$, OU

$$\frac{1}{2}(E-S).$$

CASO CONTRÁRIO (QUANDO
 $S \geq E$ **), ELISA DEVE A SOFIA
 $\frac{1}{2}(S-E)$.

A SAÍDA DO ALGORITMO DEVE
 DIZER QUEM DEVE E
 QUANTO DEVE.



* > QUER DIZER "É MAIOR DO QUE"; ≥ QUER DIZER "É MAIOR OU IGUAL";
< QUER DIZER "É MENOR DO QUE"; ≤ QUER DIZER "É MENOR OU IGUAL".

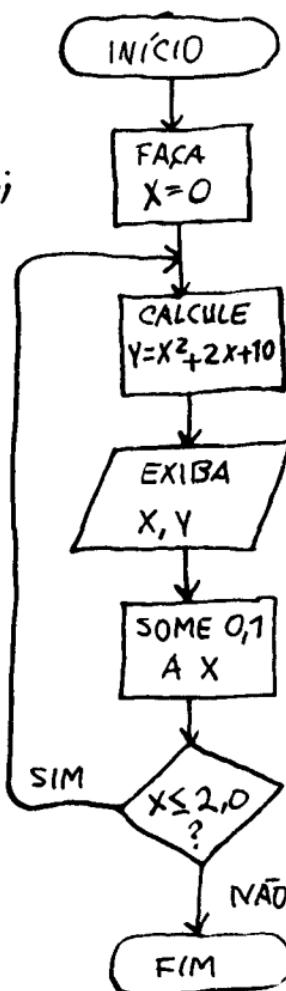
EM "LOOPS CONTROLADOS", QUEREMOS AVALIAR UMA EXPRESSÃO, $x^2 + 2x + 10$, REPETITIVAMENTE, PARA VALORES DIFERENTES DE X (A SABER, 0,0; 0,1; 0,2; ...; 1,9; 2,0).

O NÚCLEO DO ALGORITMO
É O LOOP:

1. CALCULE $x^2 + 2x + 10$ PARA O VALOR CORRENTE DE X;
2. EXIBA O RESULTADO;
3. PEGUE O PRÓXIMO X;
4. VOLTE AO PASSO 1.

TEMOS QUE DAR, TAMBÉM, O VALOR INICIAL PARA X, O VALOR FINAL, O PONTO DE PARADA E A FORMA DE CALCULAR O "PRÓXIMO X".

OBSERVE QUE O FLUXOGRAMA RETORNA, PEGANDO VALORES SUCESSIVOS DE X, ATÉ QUE ESTE EXCEDA 2.



Agora, a pergunta que vale
um milhão de cruzeiros (valia
cem mil cruzeiros o ano passado):

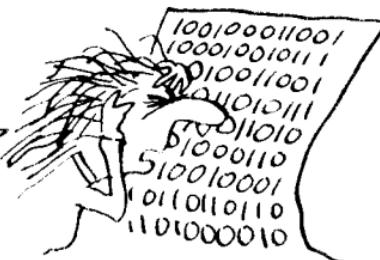
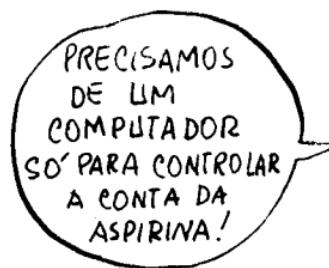


EM OUTRAS PALAVRAS, COMO VOCÊ PROGRAMA O COMPUTADOR?

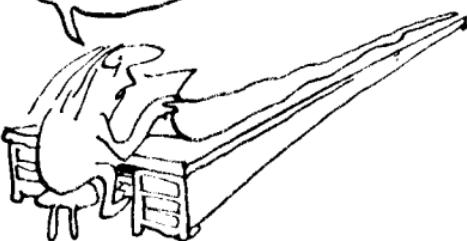
DESGRACADAMENTE,
VOCÊ VAI TER DE
APRENDER A
LINGUAGEM DO
COMPUTADOR —
JÁ QUE ELE
AINDA É MUITO
BURRO PARA
ENTENDER
A SUA!



NOS PRIMÓRIOS DA COMPUTAÇÃO OS PROGRAMADORES ESCRIVIAM DIRETO EM "LÍNGUAGEM DE MÁQUINA" - CÓDIGO BINÁRIO - O QUE DAVA OBVIAMENTE GRANDES DORES DE CABEÇA!



RAPIDAMENTE PASSARAM À LÍNGUAGEM ASSEMBLER (VEJA P.174), COM A AJUDA DE MONTADORES AUTOMÁTICOS (TO ASSEMBLE = MONTAR), QUE CONVERTIAM MNEMONICOS DE ASSEMBLER EM CÓDIGO DE MÁQUINA. MAS AINDA FALTAVA ALGO!



E FINALMENTE,

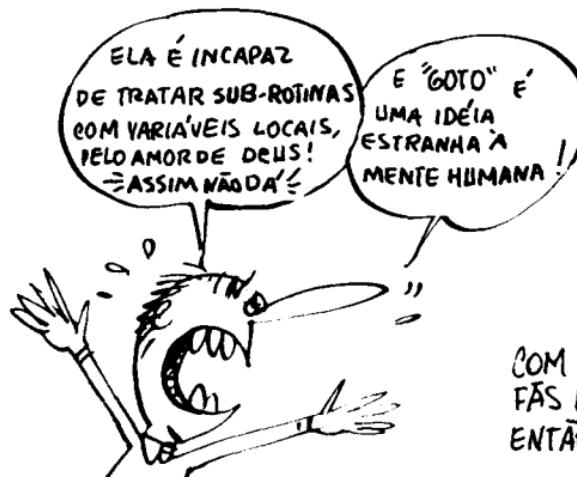


AS LÍNGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO DE **ALTO NÍVEL** FORAM INVENTADAS. USARAM PALAVRAS COMUNS DO INGLÊS, COMO "PRINT", "READ" E "DO". PROGRAMAS COMPLEXOS, CHAMADOS COMPILADORES OU INTERPRETADORES, FAZEM A TRADUÇÃO PARA LÍNGUAGEM DE MÁQUINA. OS PROGRAMAS EM LÍNGUAGEM DE ALTO NÍVEL MUITAS VEZES RECEBEM O NOME DE "PROGRAMAS FONTE" E OS CONVERTIDOS EM LÍNGUAGEM DE MÁQUINA "PROGRAMAS OBJETO".

A PRIMEIRA LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL FOI **FORTRAN** ("FORMULA TRANSLATOR"), QUE ESTREOU AINDA NOS ANOS 50. DEPOIS, SURGIRAM LITERALMENTE CENTENAS DE LINGUAGENS, CADA QUAL COM SEU PRÓPRIO SÉQUITO DE DEVOTOS FANÁTICOS!



VAMOS DAR UMA OLHADA EM **BASIC**—"BEGINNER'S ALL-PURPOSE SYMBOLIC INSTRUCTION CODE". O BASIC É FÁCIL DE APRENDER E MUITO USADO, A DESPEITO DA CRÍTICA (ESPECIALMENTE DOS FÃS DE PASCAL) DE CRIAR "VÍCIOS DE PROGRAMAÇÃO!"



COM MIL DESCULPAS AOS FÃS DE PASCAL, SEGUE, ENTÃO, UM POLÔNIO DE BASIC...

RUDIMENTOS DE BASIC *



HÁ DUAS FORMAS DE
ESCREVER UM PROGRAMA
BASIC: COM LÁPISES E PAPEL,
OU DIRETO NO
COMPUTADOR.

É DE BOA NORMA COMEÇAR PLANEJANDO OS PROGRAMAS NO
PAPEL, PARA DEFINIR AS PRINCIPAIS IDEIAS E A ESTRUTURA,
MAS DEPOIS VOCÊ TERRÁ QUE SENTAR ÀQUELE TECLADO!



ALGUMAS
MÁQUINAS JÁ
ENTRAM EM
BASIC QUANDO
LIGADAS. OUTRAS
DEVEM SER
COMANDADAS
PARA ISSO.
NA DÚVIDA,
PERGUNTE!

QUANDO O COMPUTADOR
ESTÁ APTO A RODAR, ELE LHE
DA UM SINAL DE "PRONTO!"
NO BASIC ITAUTEC O
SINAL É ">".

VAMOS EM FRENTES!



O TECLADO DO COMPUTADOR LEMBRA UMA MÁQUINA DE ESCREVER CONVENCIONAL... SO' QUE OS CARACTERES DIGITADOS APARECEM NO VÍDEO, AO INVE'S DE NO PAPEL. PARA IR PARA A LINHA SEGUINTE PRESSIONA-SE A TECLA **ENTER**. EIS UM PROGRAMA BASIC SIMPLES:

```
10 REM MULTIPLICAÇÃO
20 GET A,B
30 DATA 5.6, 1.1
40 LET C=A*B
50 PRINT "O PRODUTO É"; C
60 END
```

MATEMÁTICA
EM BASIC:

A+B } NORMAL
A-B }

A*B... AVEZES B
A/B... A DIVIDIDO
POR B
A#B... A
ELEVADO
A B

AGORA O PROGRAMA ESTÁ NA MEMÓRIA.
PARA RODA'-LO, DIGITE "RUN" E, A SEGUIR,
PRESSIONE ENTER. O VÍDEO EXIBE:

```
RUN
O PRODUTO É 6.16
```





- > CADA LINHA COMEÇA COM UM **NÚMERO DE LINHA** (10, 20,...). TODA LINHA DE PROGRAMA BASIC DEVE TER NÚMERO! É PRÁTICA NUMERA-LAS DE DEZ EM DEZ, ASSIM PODE-SE INSERIR LINHAS NOVAS MAIS TARDE
- > A PRIMEIRA LINHA (10) É UM **COMENTÁRIO**. SERVE PARA EXPLICAR O PROGRAMA E NÃO É EXECUTADO. O PREFIXO "REM" (DE **REMARK**) O IDENTIFICA. PODEMOS INSERIR UM, AGORA:

```
20 GET A,B  
25 REM ESTES SÃO OS NÚMEROS A  
30 MULTIPLICAR  
30 DATA 5.6, 1.1
```

- > AS **SENTENÇAS** DO PROGRAMA CONSISTEM DE **INSTRUÇÕES** ("LET", "GET" ETC.), **NÚMEROS** (5.6, 1.1), **VARIÁVEIS** (A, B, C), **TEXTO** ("O PRODUTO É") E **PONTUAÇÃO**.

```
50 PRINT "O PRODUTO É"; C
```

ASPAS ESPAÇO PONTO E VÍRGULA

- > CADA UM DELES TEM UM SENTIDO PRECISO!

VARIÁVEIS NUMÉRICAS

IMAGINE UMA VARIÁVEL COMO UMA CAIXA ROTULADA NA MEMÓRIA!



UMA VARIÁVEL NÚMÉRICA DO BASIC PARECE UMA VARIÁVEL DA ÁLGEBRA. ASSOCIA-SE A UM VALOR NÚMÉRICO, QUE PODE VARIAR (MAS QUE É ÚNICO A CADA INSTANTE!). SEU NOME PODE TER DE UM A CINCO CARACTERES, COMEÇANDO POR LETRA:

A, B, C, D...	... Z
A0, B0...	E ... Z0
A1, B1, ... TUDO O	... Z1
QUE VIER NO MEIO	
A9999...	... Z9999

HÁ DIVERSAS MANEIRAS DE SE ASSOCIAR UM VALOR A UMA VARIÁVEL: UMA É A DUPLA DE INSTRUÇÕES **GET - DATA**:

20 GET A,B
30 DATA 5.6, 1.1

VÍRGULAS SÃO ESSENCIAIS!!

ELA ORDENA AO COMPUTADOR QUE ASSOCIE OS VALORES NÚMÉRICOS DA INSTRUÇÃO **DATA** - NA ORDEM - ÀS VARIÁVEIS DA INSTRUÇÃO **GET**.

20 GET A,B,C.
30 DATA 5.6, 1.1

ISTO É UM BUG!



OUTRA FORMA DE ASSOCIAR VALORES A VARIÁVEIS É COM



```
10 LET Q=6.5  
20 LET R=2*Q  
30 LET S=Q**2+R+10
```

FAZ
 $R = 13$

FAZ $S =$
 $(6.5)^2 + 13 + 10$
 $= 65.25$

A INSTRUÇÃO LET ASSOCIA O RESULTADO DA EXPRESSÃO À DIREITA À VARIÁVEL DA ESQUERDA DO SINAL DE IGUALDADE. A EXPRESSÃO PODE SER UM SIMPLES NÚMERO OU CONTER VARIÁVEIS (DESDE QUE ELAS TENHAM VALORES!!).

```
10 LET Q=6.5  
20 LET Q=0.5*R  
30 LET S=Q**2+R+10
```



NA LINHA 20 R APARECE À DIREITA DO '=' SEM TER ANTES APARECIDO À ESQUERDA. NESTE CASO O BASIC ARBITRA VALOR 0 PARA R, O QUE LEVA A 0 PARA Q TAMBÉM. JÁ —

```
10 LET M=0  
20 LET M=M+1  
30 LET M=M+1
```

FAZ
 $M = 1$

FAZ
 $M = 2$

ESTAS SENTENÇAS, EMBORA ESTRANHAS, SÃO PERFEITAMENTE VÁLIDAS! "LET M=M+1" ASSINALA PARA A VARIÁVEL M O SEU VALOR CORRENTE ACRESCIDO DE 1.

PRINT

É UMA INSTRUÇÃO DE SAÍDA QUE SIGNIFICA: "EXIBA NO VÍDEO," E NÃO "IMPRIMA EM PAPEL".

O QUE PODE SER
EXIBIDO?



VOCÊ PODE EXIBIR QUALQUER TEXTO:

```
10 PRINT "ALGUMA BOMBA HOJE?"  
RUN  
ALGUMA BOMBA HOJE?
```

AS ASPAS SÃO
ESSENCIAIS!

DÊ PRINT DE UMA VARIÁVEL E
TERÁ SEU VALOR:

```
10 LET X=77001  
20 PRINT X  
RUN  
77001
```

AS ASPAS SÃO
REMOVIDAS

MAS—

```
10 LET X=77001  
20 PRINT "X"  
RUN  
X
```

AS ASPAS LEVAM
O COMPUTADOR
A TRATAR X
COMO TEXTO.

DÊ PRINT DE UMA EXPRESSÃO E TERÁ SEU RESULTADO:

```
10 LET Z=1.5  
20 PRINT Z**2+2*Z+10  
RUN  
15.25
```

$$\begin{aligned} \text{POIS} \\ (1.5)^2 + 2 \times 1.5 + 10 \\ = 2.25 + 3.0 + 10 = 15.25 \end{aligned}$$

~~PONTO E VÍRGULA~~ (;)

O PONTO E VÍRGULA APÓS UMA INSTRUÇÃO PRINT FAZ COM QUE O PRINT SEGUINTE EXIBA NA MESMA LINHA:

```
10 LET A=1
20 PRINT "INFINITO VALE MAIS DO QUE";
30 PRINT A
RUN
```

INFINITO VALE MAIS DO QUE?

PARA ABREVIAR PODEMOS FAZER:

```
10 LET A=1
20 PRINT "INFINITO VALE MAIS DO QUE"; A
RUN
```

INFINITO VALE MAIS DO QUE?

POR EXEMPLO, PODEMOS REESCREVER O PROGRAMA DA P. 208.

```
10 REM MULTIPLICAÇÃO
20 GET A,B
30 DATA 5.6, 1.1
40 LET C=A*B
50 PRINT "O PRODUTO DE "; A; " E "; B; " VALE "; C; "."
60 END
RUN
```

O PRODUTO DE 5.6 E 1.1 VALE 6.16.

➤ O PRINT TEM MAIS RECURSOS E ALGUNS TOQUES DE
REQUINTE PODEM VIR DO USO DA VÍRGULA MAS NÃO
ENTRAREMOS NISSO...

INPUT

PERMITE QUE O USUÁRIO ENTRE COM VALORES DE VARIAVEIS DURANTE A EXECUÇÃO DO PROGRAMA.



O FORMATO DESTA INSTRUÇÃO É:

INPUT A

DURANTE A EXECUÇÃO, QUANDO O PROGRAMA ATINGE UM INPUT, O VÍDEO EXIBE:

?

O QUE INDICA QUE O PROGRAMA PAROU, ESPERANDO ENTRADA. VOCÊ DIGITA QUALQUER NÚMERO (SEGUIDO DE "ENTER", COMO SEMPRE!):

5.6

EA EXECUÇÃO DO PROGRAMA CONTINUA
"INPUT" E "PRINT" COMBINADOS PODEM ORIENTAR PARA O TIPO DE DADO A DIGITAR:

```
10 REM DIVISÃO
20 PRINT "DIGITE O NUMERADOR."
30 INPUT N
40 PRINT "DIGITE UM DENOMINADOR NÃO NULO."
50 INPUT D
60 PRINT N; "/"; D; "="; N/D
70 END
```

RUN

DIGITE O NUMERADOR.

? 5

DIGITE UM DENOMINADOR NÃO NULO.

? 8

5/8 = 0.625

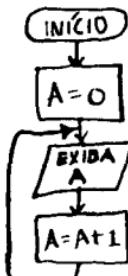
DIGITADOS PELO USUÁRIO.



ESTA É A INSTRUÇÃO DE SALTO INCONDICIONAL.

"GOTO (NÚMERO DE LINHA)" PASSA O CONTROLE A UM NÚMERO DE LINHA DIFERENTE DA PRÓXIMA. O PROGRAMA ENTÃO CONTINUA DALI, COMO NO LAÇO SEM FIM:

```
10 LET A=0
20 PRINT A
30 LET A=A+1
40 GOTO 20
```



RUN

```
1
2
3
4
5
⋮
```

PRA SEMPRE!



É O "BRILHANTE"
SALTO CONDICIONAL.

O FORMATO GERAL É:

IF (CONDICÃO) **THEN** (CLÁUSULA)
A CONDIÇÃO DEVE TER O FORMATO:

{ = } *
 { < }
 { <= }
 { > }
 { >= }
 { <> }

EXPRESSÃO NUMÉRICA

EXPRESSÃO NUMÉRICA

COMO
EM

IF A <= B THEN C=A*B

```
10 LET A=0
20 PRINT A
30 LET A=A+1
40 IF A<=2 THEN 20
50 END
RUN
0
1
2
```

USEMOS,
PRÓXIMA
LINHA!"

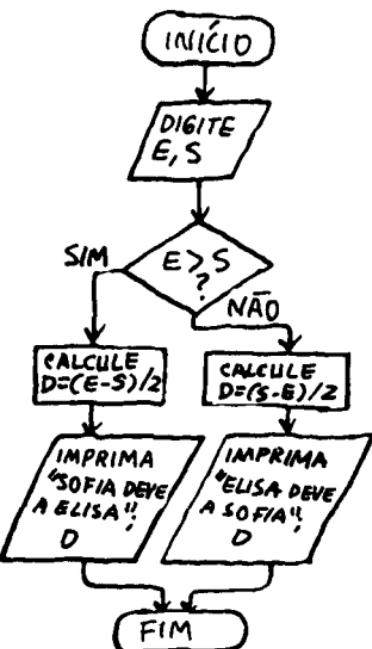
ELE SEMPRE INCLUI A INSTRUÇÃO IMPLÍCITA,
"SENÃO, VAI PARA A LINHA SEGUINTE".

* < MENOR DO QUE, <= MENOR OU IGUAL, > MAIOR DO QUE, >= MAIOR OU IGUAL,
<> DIFERENTE.

O QUE SABEMOS BASTA PARA PROGRAMAR OS ALGORITMOS DA P. 201:

CONTAS DE COLEGAS DE QUARTO

O FLUXOGRAMA:



ESTÁ FALTANDO UM PROGRAMA QUE ARREDONDE O "MEIO PENNY!"



O PROGRAMA:

```
10 PRINT "DESPESAS DE ELISA"
20 INPUT E
30 PRINT "DESPESAS DE SOFIA"
40 INPUT S
50 IF E > S THEN 80
55 D = (S-E)/2
60 PRINT "ELISA DEVE A SOFIA"; D
70 GOTO 100
80 D = (E-S)/2
90 PRINT "SOFIA DEVE A ELISA"; D
100 END
```

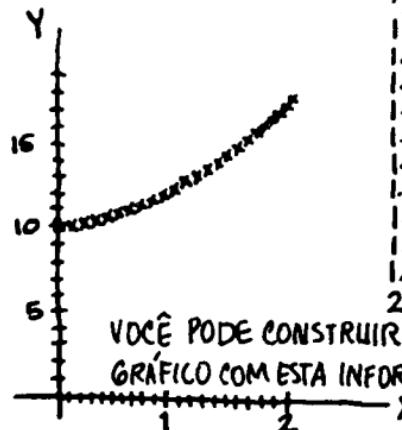
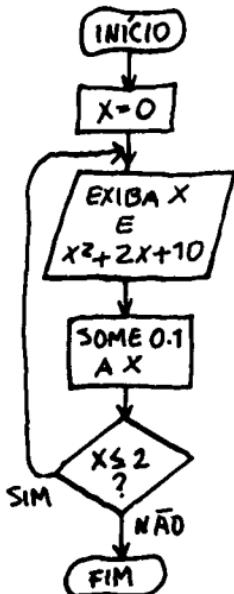
PERCEBEU COMO SE USA "IF-THEN" E "GOTO"? SE $E > S$ ENTÃO O PROGRAMA SALTA AS LINHAS 55, 60 E 70. SENÃO, ESTAS LINHAS SÃO EXECUTADAS E O PROGRAMA GARANTE A NÃO EXECUÇÃO DAS LINHAS 80 E 90.

SE O PROGRAMA É RODADO:

```
RUN
DESPESAS DE ELISA
? 23450.00
DESPESAS DE SOFIA
? 17230.00
SOFIA DEVE A ELISA 6220.00
```

LOOPS CONTROLADOS

O FLUXOGRAMA:



O PROGRAMA:

```

10 REM LINHA 20 EXIBE TÍTULO
20 PRINT "X" Y"
30 LET X=0
40 LET Y=X**2+2*X+10
50 PRINT X; Y
60 LET X=X+0.1
70 IF X<=2 THEN 40
80 END
  
```

5 ESPAÇOS

5 ESPAÇOS

RUN

X
0
.1
.2
.3
.4
.5
.6
.7
.8
.9
1
1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.7
1.8
1.9

Y

10
10.21
10.44
10.69
10.96
11.25
11.56
11.89
12.24
12.61
13
13.41
13.84
14.29
14.76
15.25
15.76
16.29
16.84
17.41
18

FALHAS DEVIDAS AO NÃO USO DOS RECURSOS DE FORMATAÇÃO DO BASIC!

OS "LOOPS CONTROLADOS"
SÃO TÃO COSTUMEIROS QUE
TODAS AS LINGUAGENS TÊM
COMANDOS ESPECIAIS PARA
CONTROLA-LOS. NO
BASIC E' O



ELE SUBSTITUI AS
TRÊS LINHAS:

```
30 LET X=0
...
60 LET X=X+0.1
70 IF X<=2 THEN 30
```

PELAS
DUAS:

```
30 FOR X=0 TO 2 STEP 0.1
...
60 NEXT X
...
LIMITE INFERIOR
LIMITE SUPERIOR
```

A INSTRUÇÃO: INICIALIZA A VARIÁVEL COM O "LIMITE INFERIOR";
EXECUTA AS LINHAS ATÉ O "NEXT"; INCREMENTA A VARIÁVEL COM O
VALOR DO "PASSO" E REPETE O LOOP ATÉ QUE O "LIMITE SUPERIOR"
SEJA EXCEDIDO.

UM EXEMPLO SIMPLES:

```
10 FOR I = 1 TO 4
20 PRINT I*I
30 NEXT I
40 END
RUN
1
4
9
16
```

A OMISSÃO DO
"PASSO" GERA
INCREMENTO
AUTOMÁTICO DE 7.



PRÓXIMA!
PÁGINA!

PROBLEMAS

PROBLEMAS?
QUEM TEM
PROBLEMAS?



1. O QUE FAZ ESTE PROGRAMA?

```
10 INPUT N  
20 FOR I = 1 TO N  
30 PRINT I*I  
40 NEXT I  
50 END
```

2. REESCREVA O PROGRAMA DA P. 217 USANDO O "FOR-NEXT".
3. ESCRIVA UM PROGRAMA QUE SOME OS INTEIROS DE 1 A 1.000.000. REPITA PARA 1 A N, SENDO N UM NÚMERO QUALQUER.
4. NA SEQUÊNCIA DE FIBONACCI 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ... CADA NÚMERO É A SOMA DOS DOIS ANTERIORES. FAÇA UM PROGRAMA QUE GERE ESTA SEQUÊNCIA.
5. LEIA UM LIVRO-TEXTO DE BASIC ATÉ APRENDER O SUFICIENTE PARA ESCRIVER UM PROGRAMA DE "CONTAS DE COLEGAS DE QUARTO" PARA QUALQUER NÚMERO DELAS.

HÁ UMA MÃO-CHEIA DE OUTROS RECURSOS DO BASIC, SUFICIENTES PARA ENCHER LIVROS INTEIROS — E DE FATO JÁ FORAM PUBLICADAS TONELADAS DE LIVROS SOBRE BASIC.



ASSIM... SE VOCÊ TEM INTERESSE EM APRENDER VARIÁVEIS TIPO CADEIA, SUB-ROTINAS, FUNÇÕES, MATRIZES, NINHOS DE LOOPS, COMO LIDAR COM DISCOS E EVITAR BUGS, ETC. ETC. ETC. ENTÃO **VA' PARA A BIBLIOTECA E 'MANDE BRASA'!!**

E SENÃO?

DESCULPE-ME...
ESTA HIPÓTESE
CONTRARIA A
POLÍTICA
UNIVERSITÁRIA...



SOFTWARE EM REVISTA



SOFTWARE BÁSICO

OS PROGRAMAS SÃO GERALMENTE DIVIDIDOS EM SOFTWARE BÁSICO E SOFTWARE DE APLICAÇÃO.

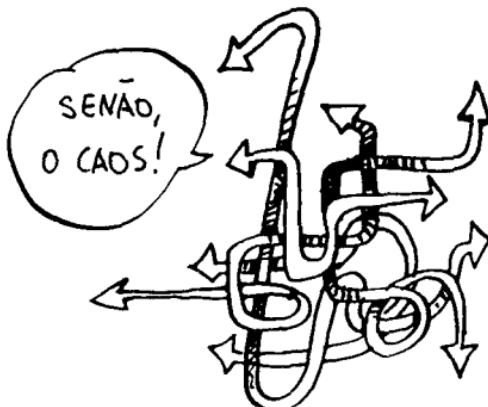


COM UMA ÁREA NEBULOSA DE SUPERPOSIÇÃO!

O SOFTWARE DE APLICAÇÃO EXECUTA TAREFAS DO "MUNDO REAL", ENQUANTO QUE O SOFTWARE BÁSICO EXISTE UNICAMENTE PARA CONTROLAR O PRÓPRIO SISTEMA DO COMPUTADOR



UM SISTEMA CONSTITUI-SE DE UM OU MAIS DISPOSITIVOS DE ENTRADA/SAÍDA (TERMINAIS, IMPRESSORAS, LEITORAS DE CARTÃO, PORTAS DE COMUNICAÇÃO), PROCESSADORES, UNIDADES DE MEMÓRIA (PRINCIPAL E DE MASSA) E SABE LA' DEUS MAIS O QUÊ. TEM DE EXISTIR ALGO QUE CONTROLE ISSO TUDO!



O PROGRAMA QUE
FAZ ISSO É CHAMADO
**SISTEMA
OPERACIONAL.**

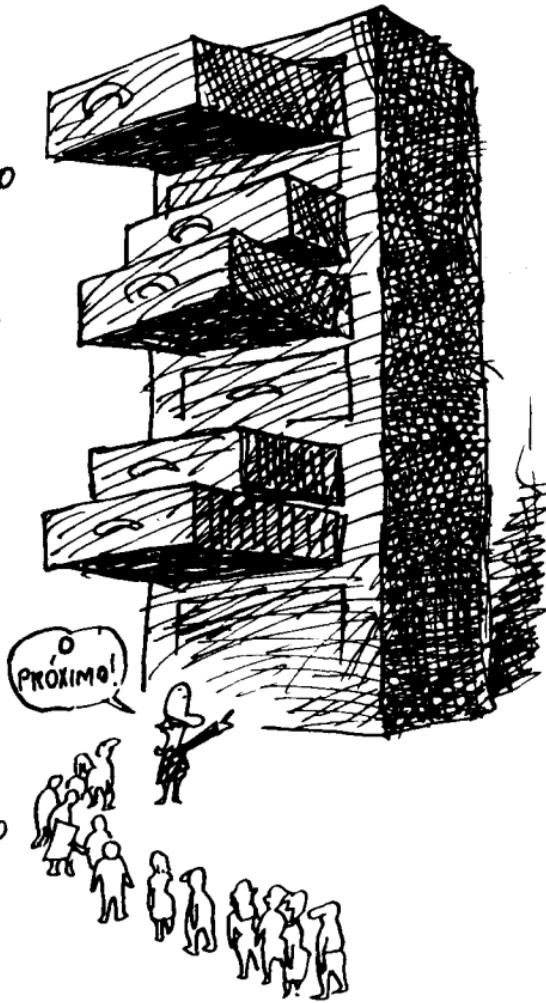
SE VOCÊ IMAGINAR O NÚCLEO
DO COMPUTADOR COMO UM
ARQUIVO ELETRÔNICO OGÂNTESCO
(COM UMA CALCULADORA
ACOPLADA), ENTÃO,
O SISTEMA OPERACIONAL

- ★ CRIA A ESTRUTURA DOS ARQUIVOS
- ★ GERENCIANDO A MEMÓRIA DE MODO QUE UM ARQUIVO NÃO INVADA A ÁREA DE OUTRO
- ★ CONTROLA O ACESSO AOS ARQUIVOS E O FLUXO DE INFORMAÇÃO NAS OUTRAS PARTES DO SISTEMA...

ETC!

ALEM DO SISTEMA OPERACIONAL, O SOFTWARE BÁSICO **INCLUI** OUTROS PROGRAMAS "NO SISTEMA", COMO OS CARREGADORES (QUE CARREGAM PROGRAMAS NA MEMÓRIA) E OS COMPILADORES (QUE TRADUZEM LINGUAGEM DE ALTO NÍVEL EM CÓDIGO DE MÁQUINA).

E TODOS SÃO INVISÍVEIS AO USUÁRIO!!



ADMINISTRAÇÃO DE BANCOS DE DADOS



UM BANCO DE DADOS É SIMPLEMENTE UMA IMENSA PILHA DE INFORMAÇÕES: UM FICHAIRIO DE BIBLIOTECA, REGISTROS DE TRANSAÇÕES BANCÁRIAS E BALANÇOS DE CONTAS, "PROGRAMAÇÕES" DE VÔOS E RESERVAS DE UMA COMPANHIA DE AVIAÇÃO, ARQUIVOS POLICIAIS, DADOS DO MERCADO DE CÂMBIO — TODOS SÃO BANCOS DE DADOS.

►►► UM PROGRAMA DE ADMINISTRAÇÃO DE BANCO DE DADOS ORGANIZA, ATUALIZA E DA' ACESSO AO BANCO DE DADOS.

NO CASO DE UMA COMPANHIA DE AVIAÇÃO, POR EXEMPLO, O COMPUTADOR TEM QUE FAZER RESERVAS, MARCAR LUGARES, CANCELAR RESERVAS SE O CLIENTE NECESSITAR, FAZER NOVAS RESERVAS SE UM VÔO FOR CANCELADO, EMITIR PASSAGENS E FORNECER TODO O TIPO DE INFORMAÇÕES DE VÔO AOS AGENTES DE VIAGEM — NO MUNDO INTEIRO!



PROCESSAMENTO DE TEXTO

UM USO "PESSOAL"
DO COMPUTADOR...

O SOFTWARE DE PROCESSAMENTO
DE TEXTO PERMITE ESCRIVER,
EDITAR E FORMATAR TEXTOS—
TUDO NO MESMO TECLADO.
VOCÊ PODE PASSAR DO
PRIMEIRO RASCRUNHO AO
TEXTO FINAL ELETRONICAMENTE,
SEM IMPRIMIR UMA
ÚNICA PALAVRA.



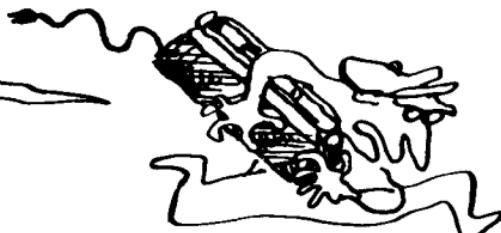
EXISTEM TAMBÉM
PROGRAMAS QUE
CORRIGEM PALAVRAS —
E ATÉ MESMO A SINTAXE
E A GRAMÁTICA.
BREUAMENTE, ATÉ OS
SEMI-ANALFABETOS ESTARÃO
ESCREVENDO OBRAS-PRIMAS!

"OTEMPO E O
VENTO" POR
JUCA VERÍSSIMO...

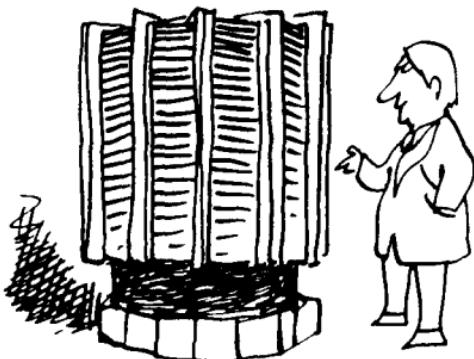


UM PEQUENO COMPUTADOR COM UM PROCESSADOR DE TEXTOS PODE SER
BEM BARATO... O PROBLEMA É QUE UMA IMPRESSORA DE QUALIDADE
PODE CUSTAR ATÉ DEZ VEZES MAIS QUE UMA MÁQUINA DE ESCRIVEL!

UM INCENTIVO AO
CRIME PELO
COMPUTADOR!



CIÊNCIA



O COMPUTADOR CRAY-1, CAPAZ DE 100 MILHÕES DE OPERAÇÕES POR SEGUNDO!!

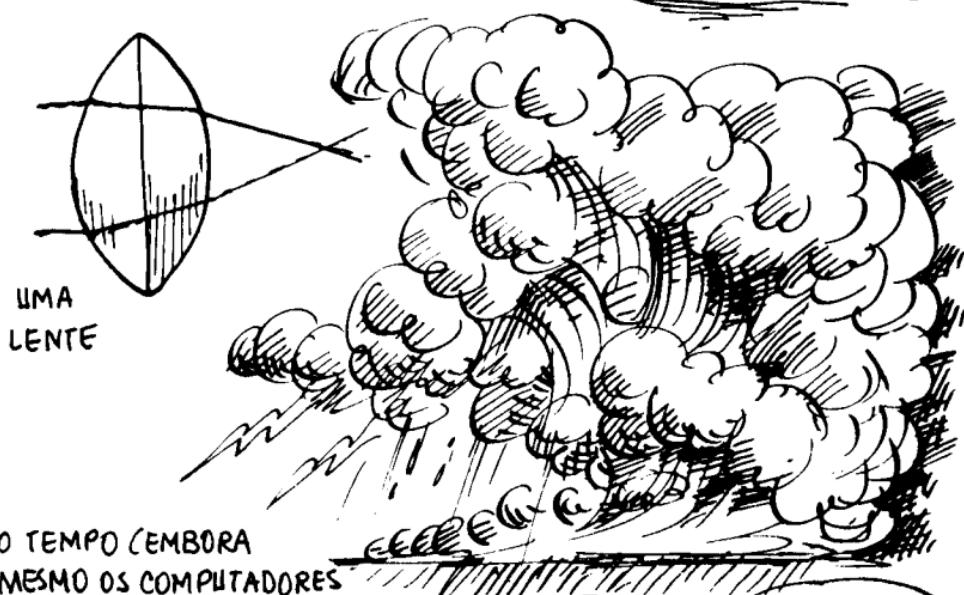
A CIÊNCIA DEPENDE DA MATEMÁTICA E OS COMPUTADORES SÃO SUPERMÁQUINAS MATEMÁTICAS. OS COMPUTADORES MAIS RÁPIDOS E PODEROSOS TÊM SEU USO VOLTADO PRINCIPALMENTE PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS CIENTÍFICOS.

ESTES "SUPERCOMPUTADORES" SE SOBRESSAEM EM SIMULAÇÃO. A IDEIA É AUMENTAR O COMPUTADOR COM EQUAÇÕES QUE GOVERNAM UM SISTEMA FÍSICO E, ENTÃO, "MOVIMENTAR" MATEMATICAMENTE O SISTEMA, DE ACORDO COM ESSAS LEIS.



VEJA, POR EXEMPLO, AS VIAGENS ESPACIAIS: UM COMPUTADOR PODE GUIAR UMA NAVE ATÉ A LUA, PORQUE INTERNAMENTE ELE CONSEGUE SIMULAR O VÔO TODO!!

OS COMPUTADORES PODEM SIMULAR:



O TEMPO (EMBORA MESMO OS COMPUTADORES MAIS RÁPIDOS NÃO SEJAM SUFICIENTEMENTE VELOZES PARA FAZER PREVISÕES METEOROLÓGICAS).

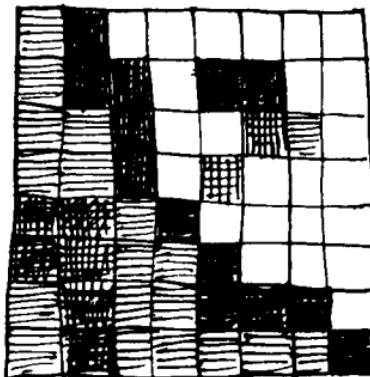
NÓS LHE DAREMOS A PREVISÃO DE AMANHÃ NA PRÓXIMA SEMANA!

GRÁFICOS



DAS TELAS SIMPLES
DE JOGOS AOS MAIS
SOFISTICADOS
SIMULADORES DE
VÔO, A IDEIA É
A MESMA:

DIVIDIR ATÉLA EM
UM GRANDE NÚMERO
DE PEQUENOS
RETÂNGULOS ("PIXELS")
E PINTAR CADA UM
DELES COM
DETERMINADA COR
E INTENSIDADE.



E POR
ISSO QUE AS
FIGURAS DESENHADAS
POR COMPUTADORES
TÊM CANTOS!

MAS, TAMBÉM, HÁ
ALGORITMOS QUE
ARREDONDAM
OS CANTOS!

INFELIZMENTE, SÓ
COMPUTADORES
RAZOÁVEIS FAZEM
BONS GRÁFICOS.
COMPUTADORES
PEQUENOS PRATICAMENTE
SÓ SÃO USADOS PARA
OS GRÁFICOS SIMPLES,
COMO OS FINANCEIROS
(GRÁFICOS SETORIAIS,
HISTOGRAMAS ETC.).



COMUNICAÇÃO

O MAIOR SISTEMA DE COMPUTAÇÃO, AFORA

O DO GOVERNO, PERTENCE À

COMPANHIA

TELEFÔNICA · UMA

VOZ (OU QUALQUER

OUTRO SINAL) PODE

SER CODIFICADA DIGITALMENTE,

TRANSMITIDA E DECODIFICADA.



OS COMPUTADORES TAMBÉM CONTROLAM AS ROTAS E A COMUTAÇÃO
AO LONGO DA REDE TELEFÔNICA,
ASSIM COMO A COBRANÇA
DAS CONTAS!



OS COMPUTADORES
PODEM SER PROGRAMA-
DOS PARA RECONHECER
CERTAS PALAVRAS OU
GRUPOS DE PALAVRAS —
UMA CARACTERÍSTICA NÃO
DESPREZADA PELOS
SERVIÇOS SECRETOS...

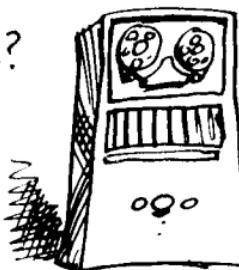
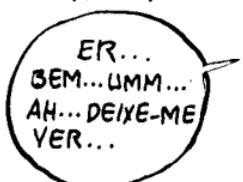


PODEMOS
GRAVAR
AUTOMATICAMENTE
QUALQUER CONVERSA
TELEFÔNICA
QUE CONTENHA
CERTAS PALAVRAS
QUE EU NÃO
POSSO
PRONUNCIAR PORQUE NÃO
QUERO SER GRAVADO...

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A DESPEITO DE SUA INCRÍVEL VELOCIDADE E PRECISÃO, OS COMPUTADORES SÃO POBRES NO RECONHECIMENTO DE PADRÕES, ANÁLISE, PREMONIÇÕES E COMPREENSÃO DA LINGUAGEM HUMANA!

UMA MÁQUINA PODE SER PROGRAMADA PARA PENSAR?



NA VERDADE,
SABEMOS MUITO
POUCO SOBRE COMO
O PENSAMENTO
FUNCIONA...

ASSIM, É MELHOR
PERGUNTAR: COMO DIZER
SE UMA MÁQUINA
ESTÁ PENSANDO?

ALAN TURING SUGERIU O SEGUINTE TESTE:
SUPONHA QUE VOCÊ PUDESSE SE COMUNICAR
COM ALGO, OU ALGUÉM, ESCONDIDO DA SUA
VISTA. SE, COM BASE NA CONVERSAÇÃO, VOCÊ
NÃO PUDESSE DISTINGUIR ENTRE UMA MÁQUINA E UM
SER HUMANO, VOCÊ ACABARIA POR CONCORDAR QUE ERA
UM SER PENSANTE!

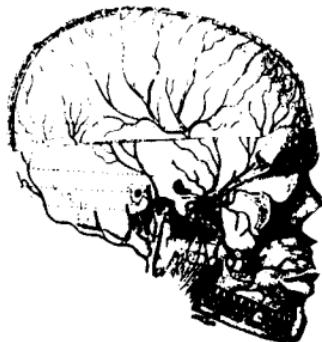


E' UMA
MÁQUINA!



SIM, BEM...
TENHO MINHAS
DÚVIDAS QUANTO
A VOCÊ, JACK!

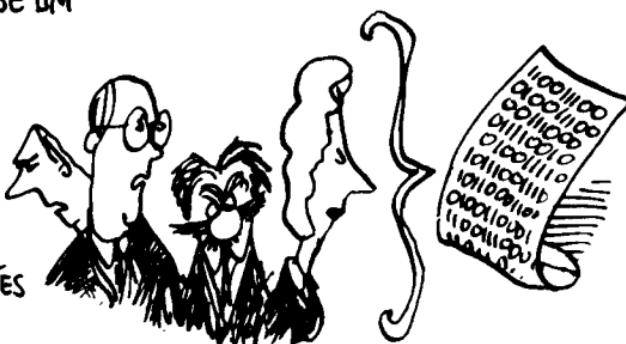
EU, PARTICULARMENTE, NÃO APRECIÓ ESTE CRITÉRIO, POIS A SIMULAÇÃO
REALMENTE "NÃO É O QUE HÁ"!..



ESTA CONFUSÃO FILOSÓFICA NÃO
INTERROMPEU AS PESQUISAS
EM FAZER AS MÁQUINAS
PENSAREM. TEM-SE OBTIDO
SUCESSO COM OS CHAMADOS
SISTEMAS
INTELIGENTES,
OS QUais IMITAM PERITOS
HUMANOS EM VÁRIAS ÁREAS.

COMO SE CRIA UM SISTEMA INTELIGENTE?

PRIMEIRO, ENTREVISTA-SE UM
GRUPO DE PERITOS -
GEOLOGOS, POR
EXEMPLO - E FORÇA-SE
A FALAREM OS
ALGORITMOS POR
TRÁS DE SUAS
HABILIDADES, PREMONIÇÕES
E BRAINSTORMS.



AÍ, CARREGA-SE NA MEMÓRIA DO COMPUTADOR ESSE CABEDAL
DE CONHECIMENTO... E O
RESULTADO É (ALGUMAS
VEZES) UM PROGRAMA
QUE PODE SUPERAR
QUALQUER SER
HUMANO!!



CRÍPTOGRAFIA

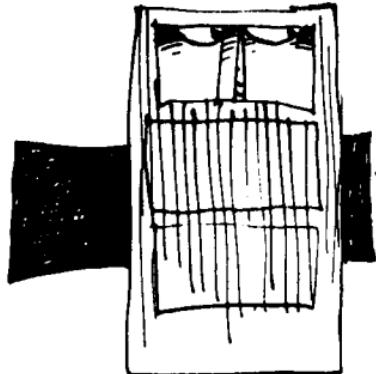
SHHHH!

HÁ CÓDIGOS PADRÓES, COMO
O ASCII (P. 128), PARA
CONVERTER TEXTOS
ESCRITOS EM CÓDIGO
BINÁRIO... MAS, QUE TAL
USAR COMPUTADORES PARA
GERAR CÓDIGOS

SECRETOS??



OS CÓDIGOS SECRETOS ERAVAM ESTRITAMENTE DE USO MILITAR
E TAMBÉM DA ESPIONAGEM, MAS, ATUALMENTE, MAIS E MAIS
INFORMAÇÃO CONFIDENCIAL PASSA A SER ARMAZENADA EM COMPUTADORES:

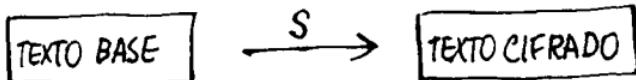


ARQUIVOS
MÉDICOS, ARQUIVOS
BANCÁRIOS, DADOS DO
CENSO, DADOS DE
IMPOSTO DE RENDA,
LISTAS DE PROMOÇÕES,
MEMORANDOS DE
EMPRESAS ETC.
ETC. ETC.



A CAMUFLAGEM DESTES DADOS É UMA FORMA EFICIENTE
DE SE MANTER A PRIVACIDADE DOS MESMOS.

A INFORMAÇÃO É ORIGINALMENTE ARMAZENADA NUMA CADEIA BINÁRIA QUE PODE SER LIDA POR QUALQUER COMPUTADOR: O **TEXTO BASE** NO JARGÃO DA CRIPTOGRAFIA. PARA CRIPTOGRAFÁ-LO, USA-SE UM ALGORITMO **S**, QUE O CONverte EM UMA MENSAGEM CAMUFLADA, CHAMADA **TEXTO CIFRADO**.



TEORICAMENTE É IMPOSSÍVEL RECONSTRUIR O TEXTO BASE A PARTIR DO TEXTO CIFRADO SEM CONHECER ALGO SOBRE S... CONTUDO, ALGUÉM INTERESSADO EM DECIFRAÇÃO PODERIA PÔR UM COMPUTADOR À PROCURA DE S.

POR SEGURANÇA, S TEM DE SER COMPLICADO A PONTO DE DEIXAR O MAIS RÁPIDO COMPUTADOR TRABALHANDO POR, DIGAMOS, ALGUNS MILHÕES DE ANOS ATÉ DECIFRA-LO!



RECENTEMENTE, O NATIONAL BUREAU OF STANDARDS* APROVOU UM GRUPO DE ALGORITMOS COMO PADRÃO CRIPTOGRÁFICO PARA O PAÍS. VÁRIOS CIENTISTAS SUSPEITAM QUE ESTE PADRÃO SEJA SUFICIENTEMENTE COMPLEXO PARA PÔR A MAIORIA DOS COMPUTADORES EM "SINUCA", MAS NÃO TÃO COMPLEXO PARA OS **NOVE ACRES** DE COMPUTADORES DA AGÊNCIA DE SEGURANÇA NACIONAL!

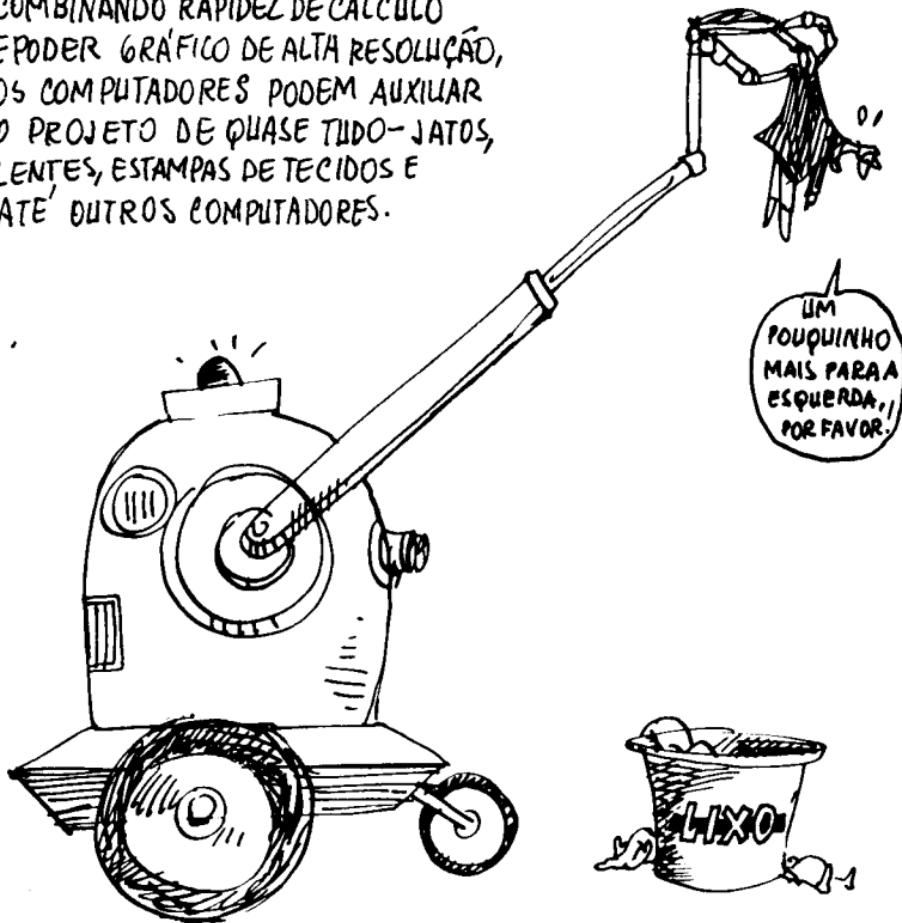


* EQUIVALENTE À ABNT.

CAD/CAM

O COMPUTER-AIDED DESIGN/
O COMPUTER-AIDED MANUFACTURE*

COMBINANDO RAPIDEZ DE CÁLCULO
E PODER GRÁFICO DE ALTA RESOLUÇÃO,
OS COMPUTADORES PODEM AUXILIAR
O PROJETO DE QUASE TUDO-JATOS,
LENTES, ESTAMPAS DE TECIDOS E
ATE' OUTROS COMPUTADORES.



ASSIM, OS COMPUTADORES TAMBÉM APARECEM NOS PROCESSOS DE
CONTROLE AUTOMÁTICO DE FABRICAÇÃO. SIM, JA' CHEGAMOS AOS
ROBÔS!!

GUERRA

AS FORÇAS ARMADAS PODEM FAZER USO DE TODO ESSE SOFTWARE - VEJAMOS!!

O ENIAC FOI CONSTRUÍDO PARA USO EM BALÍSTICA... AGORA TEMOS MÍSSEIS BALÍSTICOS!



OS SUPERCOMPUTADORES AJUDAM A PROJETAR BOMBAS ATÔMICAS...



... SEM MENCIONAR O PROCESSAMENTO DE DADOS EA CRIPTOGRAFIA...

O DEPARTAMENTO DE DEFESA NECESSITA DE TAL MODO DE SOFTWARE, QUE DISPÕE DE UMA LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO PRÓPRIA: ADA, EM HOMENAGEM À DESAFORTUNADA LADY LOVELACE.

SIMULADORES DE VÔO PODEM TREINAR PILOTOS EM TERRA FIRME...



BELA IMAGEM GRÁFICA!

TAMBÉM HÁ OS FAMOSOS MÍSSEIS "INTELIGENTES" QUE PODEM SEGUIR UM ALVO EM MOVIMENTO...

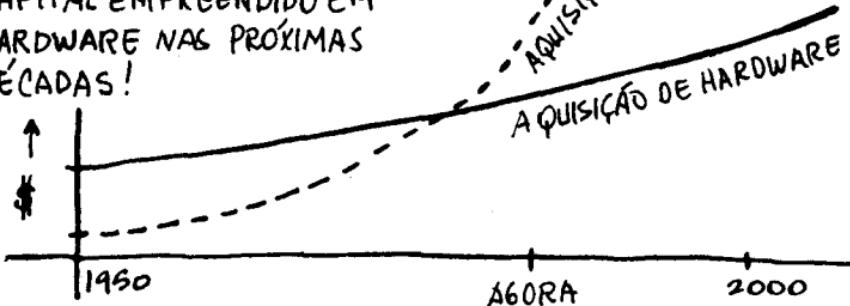


ESTE PEQUENO LEVANTAMENTO APENAS COMEÇA A INSINUAR O QUANTO DE SOFTWARE EXISTE ATUALMENTE À DISPOSIÇÃO. E CADA DIA HÁ MAIS... ALGUNS PROGRAMAS TRATAM DE NOVOS ASSUNTOS, ENQUANTO QUE OUTROS INTEGRAM ROTINAS JÁ EXISTENTES PARA CRIAR NOVOS PACOTES AINDA MAIS PODEROSOS...



ESTA "CRIANÇA" FAZ PROCESSAMENTO DE TEXTOS, DIRIGE UMA CRIAÇÃO DE ROEDORES E PROJETA BOMBASH! CADA RATO TEM OGATO QUE MERECE!

SE VOCÊ ESTIVER PROCURANDO UMA COLOCAÇÃO NA INDÚSTRIA DA COMPUTAÇÃO, CONSIDERE O SEGUINTE: O CONSUMO TOTAL DE SOFTWARE, QUE INICIOU COMO UMA PEQUENA PORCENTAGEM DO CUSTO TOTAL DOS COMPUTADORES, TENDE A ATINGIR UM NÍVEL MUITAS VEZES SUPERIOR AO CAPITAL EMPREENDIDO EM HARDWARE NAS PRÓXIMAS DÉCADAS!



ESCREVAM SOFTWARE!

CONCLUSÃO,

ALGUMAS PALAVRAS
SOBRE ESTA
CONHECIDA FRASE:

O COMPUTADOR
CUMPRE
ESTRITAMENTE
AS ORDENS
RECEBIDAS!



(O QUE OS CIENTISTAS
DA COMPUTAÇÃO
SEMPRE DIZEM
PARA TRANQUILIZAR
A TODOS...)

TECNICAMENTE, A FRASE É VERDADEIRA POIS
O SOFTWARE CONTROLA OS COMPUTADORES
E AS PESSOAS ESCRIVEM O SOFTWARE...

MAS QUEM
CONTROLA
AS
PESSOAS?!!



POR EXEMPLO, SUPONHA QUE OS
PROGRAMADORES DE SITUAÇÕES
ESTRATÉGICAS DECIDAM
PROGRAMAR SEUS COMPUTADORES
PARA DISPARAR UM MÍSSIL,
AUTOMATICAMENTE
QUANDO DADO UM
"ALARME". CONSIDERANDO
QUE OS COMPUTADORES
DOS SISTEMAS DE DEFESA
DÃO VÁRIOS ALARMES FALSOS
POR ANO, ISSO SERIA
TRANQUILIZANTE??

EU
APENAS
CUMPRIA
ORDENS...

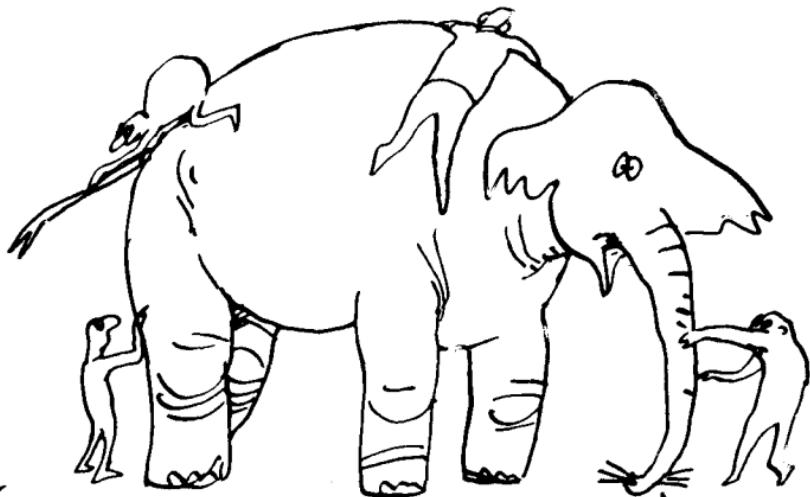


MINHA CALCULADORA
MOSTRA QUE
 $2^{16} = 65.536,001$
(FRANCAMENTE!)



UM OUTRO PROBLEMA É QUE
OS ALGORITMOS NEM SEMPRE
FAZEM EXATAMENTE O
QUE DEVERIAM...

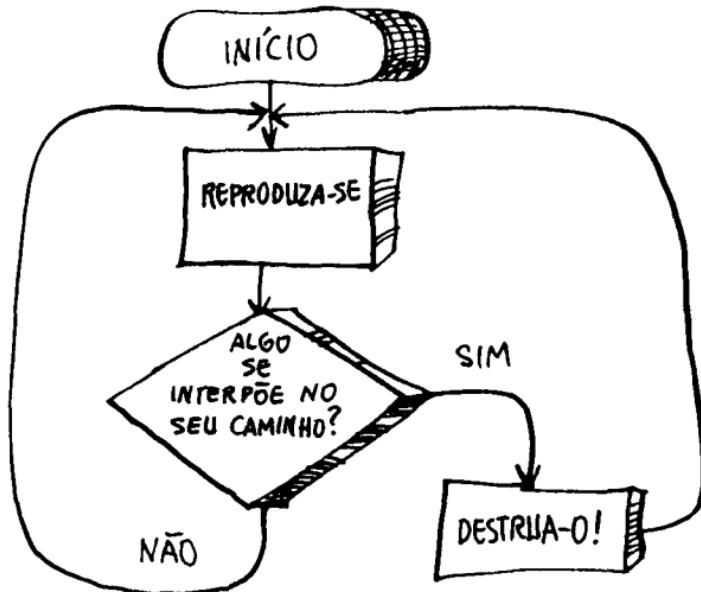
EQUIPES DE PROGRAMADORES PASSAM SEU TEMPO DESENVOLVENDO
DIGANTESCOS SISTEMAS DE SOFTWARE. COMO NO CASO DO
ELEFANTE, NINGUÉM CONSEGUE ENTENDER A COISA TODA!



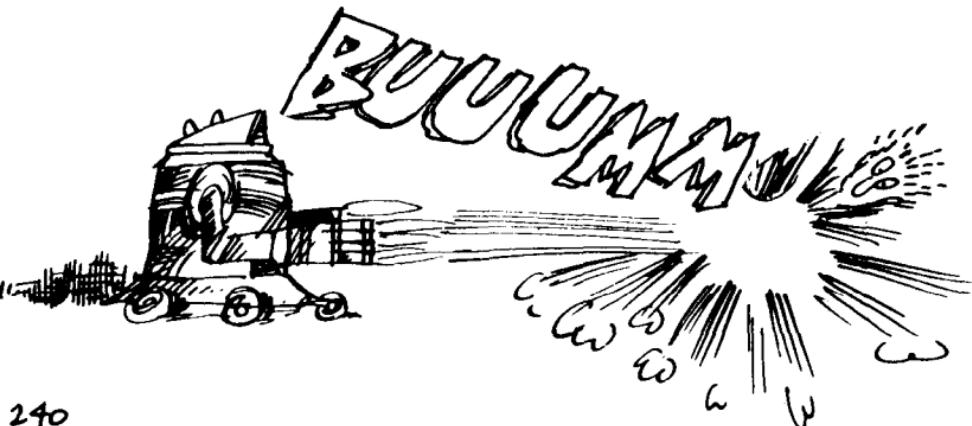
É COMUM VER-SE COMPUTADORES FAZENDO
COISAS INESPERADAS E BIZARRAS,
PRINCIPALMENTE NAS PRIMEIRAS "PASSADAS" DE UM
SOFTWARE AINDA NÃO TESTADO!

VOU ACABAR
VIRANDO CARNE
DE VACA!

FINALMENTE, CONSIDERE ESTE ALGORITMO SINISTRO:



ENQUANTO NENHUM COMPUTADOR FOR SUFICIENTEMENTE INTELIGENTE, MÓVEL OU BEM EQUIPADO PARA EXECUTAR ESTAS INSTRUÇÕES, FICAREMOS SÓ NUMA POSSIBILIDADE TEÓRICA. TAL ALGORITMO PROVAVELMENTE TRANSFORMARIA UMA MÁQUINA NUM PREDADOR CIBERNÉTICO!



SE VOCÊ PENSA QUE POR SER "APENAS UMA MÁQUINA" SEMPRE PODE SER DESLIGADA, LEMBRE-SE DAS PALAVRAS DE NORBERT WIENER, UM CIENTISTA QUE PENSOU PROFUNDAMENTE SOBRE ISSO:



"PARA SE DESLIGAR REALMENTE UMA MÁQUINA, DEVEMOS POSSUIR A INFORMAÇÃO DE O NÍVEL DE PERIGO TER SIDO ATINGIDO. O SIMPLES FATO DE TERMOS CONSTRuíDO A MÁQUINA NÃO IMPLICA POSSUÍRMOS TAL INFORMAÇÃO... A PRÓPRIA VELOCIDADE DAS... MÁQUINAS DIGITAIS MODERNAS SE INTERPOE À NOSSA HABILIDADE DE PERCEBER E PENSAR SOBRE AS INDICAÇÕES DE PERIGO!" *

*CYBERNETICS
SEGUNDA EDIÇÃO,
P. 175.

ASSIM, BEM-VINDO À ERA DA INFORMAÇÃO E...
BONS PROGRAMAS!!



LEITURAS SUPLEMENTARES:

MEDIEVAL AND EARLY MODERN SCIENCE, POR A.C. CROMBIE. MOSTRA COMO A CIÉNCIA ISLAMICA CHEGOU À EUROPA.



THE MAKING OF THE MICRO, POR C. EVANS. BONS ESQUEMAS DAS MÁQUINAS DE SOMAR ANTIGAS.

HISTORY OF MATHEMATICS, POR A. GITTLEMAN. NÃO PERCA A HISTÓRIA DA GALINHA "PSIQUICA" DE NAPIER!

THE COMPUTER FROM PASCAL TO VON NEUMANN, POR H. GOLDSTINE. O BALANÇO FINAL DO ENIAC.

CHARLES BABBAGE, FATHER OF THE COMPUTER, POR D. HALACY. LEITURA FÁCIL.

CHARLES BABBAGE AND HIS CALCULATING ENGINES, ED. POR P. E. MORRISON. DO PRÓPRIO PUNHO!

SYMBOLIC LOGIC AND THE GAME OF LOGIC, POR LEWIS CARROLL. MILHÕES DE SILOGISMOS IDIOTAS!!!



THE MATHEMATICAL THEORY OF COMMUNICATION, POR C. SHANNON. TEM DUAS PARTES: UMA COM E OUTRA SEM CÁLCULOS MATEMÁTICOS.

Cybernetics, 2ª EDIÇÃO, POR N. WEINER. TEORIA DO CONTROLE AUTOMÁTICO.

UNDERSTANDING DIGITAL ELECTRONICS, POR D. McWHORTER. CIRCUITOS BOOLEANOS.

UNDERSTANDING DIGITAL COMPUTERS, POR P. MIMS. MEU LIVRO FAVORITO, MAS TOME CUIDADO COM OS ERROS DE IMPRESSÃO!

INTRODUCTION TO MICROCOMPUTERS, POR A. OSBORNE (4 VOLUMES). MUITO DETALHADO!

UNDERSTANDING COMPUTER SCIENCE, POR R. S. WALKER. TÓPICOS MAIS AVANÇADOS.



ILLUSTRATING BASIC, POR D. ALCOCK. UM CURSO RÁPIDO, USANDO QUASE-CARTUNS.

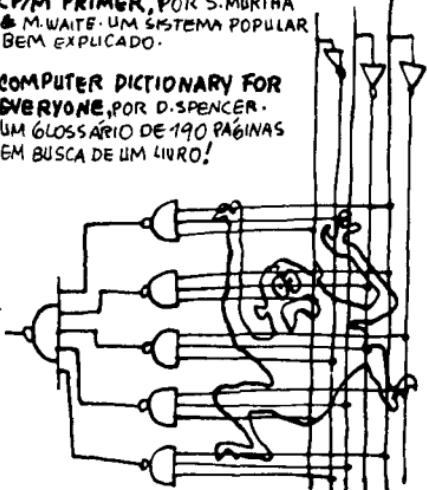
USING BASIC, POR R. DIDDAY & R. PAGE. UMA ABORDAGEM SUAVE MAS PROLÍXA.

PASCAL PRIMER, POR D. FOX & M. WAITE. AJUDA MUITO CONHECER BASIC ANTES DE LER ESTE LIVRO.

FORTRAN COLORING BOOK, POR R. KAUFMAN. ESPIRITUOSO MAS TENDENDO PARA O VULGAR.

CP/M PRIMER, POR S. MURTHA & M. WAITE. UM SISTEMA POPULAR BEM EXPLICADO.

COMPUTER DICTIONARY FOR EVERYONE, POR D. SPENCER. UM GLOSSÁRIO DE 190 PÁGINAS EM BUSCA DE UM LIVRO!



A RESPEITO DO AUTOR:

LARRY GONICK, O CARTUNISTA-GÊNIO, DETÉM DOIS TÍTULOS DE MATEMÁTICA POR HARVARD. TRABALHOU COMO PROGRAMADOR DE **FORTRAN** E SEUS MELHORES AMIGOS TRABALHAM NO RAMO DA COMPUTAÇÃO. MORA EM SÃO FRANCISCO COM SUA MULHER E SUA FILHA, E GOSTARIA DE DESENVOLVER ALGUM SOFTWARE DE PROCESSAMENTO DE CARTUM PARA MELHORAR SUA PRODUTIVIDADE.

