

Do que *ainda me lembro...*

Maria Madalena Franco Quirino

Professora convidada da Universidade Nova de Lisboa (desde 1973; aposentada desde 1995)

Especialista do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (de 1958 a 1972)

Licenciada em Matemática (1957) pela Universidade de Lisboa

Agradeço o convite para participar neste evento, especialmente porque não sou engenheira e fui parar às engenharias por acidente.

A minha carreira processou-se entre 1958 e 1972 no Laboratório Nacional de Engenharia Civil onde tive contacto com os problemas dessa área e onde vivi os tempos da introdução dos primeiros computadores.

Recém licenciada em Matemáticas, fui convidada em 1958 a integrar-me no LNEC onde a minha entrada, a 1 de Setembro de 1958, se deu por coincidência no mesmo dia em que também entrava para o LNEC uma calculadora electromecânica (a IBM 602-A). Era uma máquina de programação externa, que usava apenas código máquina e cartão perfurado como suporte de dados.

A IBM 602-A era já um progresso, visto ser electromecânica. Funcionava com programação externa e tinha um painel onde se introduziam ligações por fios com cavilhas (análogos aos que se usavam na época nos PBXs telefónicos) e que constituíam o programa. Era preciso um fio para cada algarismo e para estabelecer o transporte dos dados.

O Laboratório de Engenharia Civil tinha iniciado uma fase de automatização de muitos dos seus problemas, e já usava equipamentos de cartão perfurado – tabuladoras, impressoras, perfuradoras e ordenadoras – para resolução de cálculos simples com dados resultantes de observações nas barragens.

Já havia uma equipa chefiada pelo matemático Dr. Gustavo de Castro com alguma experiência na análise e tratamento dos dados resultantes de medidas feitas em aparelhos colocados nas obras (extensómetros) para verificar deslocações sofridas pelas estruturas.

Pretendia o LNEC ampliar essa equipa com mais matemáticos pois reconhecia-se que existia um fosso entre o engenheiro civil e a máquina, e achava-se que os matemáticos poderiam ajudar a transpô-lo.

O primeiro trabalho que realizei consistiu em desenvolver um programa para resolução dum sistema de 3 equações lineares a 3 incógnitas pelo método de eliminação de Gauss, trabalho árduo já que essa tarefa consistia num programa externo, ou seja, na montagem dum painel onde cada fio estabelecia a ligação entre diferentes áreas da máquina: células de memória; registos aritméticos e registos de controlo. Os números eram de 10 algarismos decimais, cada um transportado por um fio. Esse painel era introduzido na máquina e por cada novo problema havia que montar um novo painel que ia substituir o anterior.

Couberam-me os programas ligados à resolução de sistemas de equações lineares, necessários para solucionar muitos dos problemas de engenharia.

Para cada problema havia pois um painel onde estavam montados todos esses fios e que tinha de ser desmontado para resolver o problema seguinte. A máquina à partida dispunha apenas de dois mas posteriormente o laboratório criou uma adaptação desses painéis e passou a constru-los nas suas oficinas, para não ser necessário estar sempre a desmontar os programas, o que representava horas de trabalho e muita possibilidade de introdução de erros.

A nossa primeira programateca era assim um grande armário cheio de painéis como o da fig.1.

Um ano depois, em 1959, essa máquina foi substituída por outra, a IBM 604 que representava uma melhoria pois já se tratava de uma máquina electrónica, em vez de electromecânica, embora tudo o resto fosse semelhante: programação externa; código máquina e recurso a cartões perfurados.

Ainda me lembro da sua chegada ao LNEC transportada numa carroça de tracção animal!

Trabalhei muito pouco com essa máquina porque quase em simultâneo, ainda em 1959, e a propósito duma exposição na FIL, vinha para Portugal o computador electrónico ZEBRA, com tecnologia de válvulas, memória de tambor magnético, fita perfurada, de programação interna usando código máquina, mas já dispondo de um código simples - um código tipo assembler muito simplificado mas que nos dava uma grande ajuda. Era com grande orgulho que falávamos deste nosso “cérebro electrónico”, termo que estava então na moda!

O grande salto qualitativo era de facto a possibilidade de guardar internamente o programa que, tal como os dados, podia ser modificado no decorrer da sua própria execução.

Este computador era produzido pela Standard Telephones and Cables inglesa que era representada em Portugal pela Standard Eléctrica. O projecto original tinha sido tese de doutoramento dum engenheiro dos PTT holandeses - Van der Pool - e a sua patente foi adquirida pela Standard Telephones and Cables, que o passou a produzir e comercializar.

O LNEC foi convidado a visitar a exposição e no final a Standard Eléctrica e o Laboratório Nacional de Engenharia Civil acordaram em manter a máquina no LNEC em vez de a fazer regressar a Inglaterra, mediante um contrato de manutenção.

A memória era de 8192 palavras de 33 bits (o byte ainda não era usado como unidade de medida) em tambor magnético, o que constituía um verdadeiro luxo!

Ainda me lembro que para iniciarmos o trabalho tínhamos que aguardar cerca de meia hora após a ligação da máquina, para que o tambor adquirisse a velocidade adequada.

A linguagem máquina era bastante arrevesada pois cada instrução era construída bit a bit tendo por base o conhecimento da máquina física. No entanto dispunha de um código simples - antecessor das linguagens de assembler - que permitia uma programação mais cómoda, mas que reduzia para 3000

palavras a memória disponível, ainda com a restrição de ter que usar 1500 palavras para programa e 1500 palavras para dados.

Ainda me lembro do deslumbramento que foi para todos nós assistir à resolução dum sistema de equações lineares algébricas (30 x 30) que a minha colega Dra. Margarida Marnoto tinha vindo a resolver ao longo de um mês com uma calculadora de secretária, bastante rápida na época, e pasme-se, agora apenas em 30 minutos!

Entre 1959 e 1962 foram realizados com esta máquina diversos trabalhos. Cito alguns deles, por áreas:

- Geodesia:
 - resolução sucessiva de triângulos
 - coordenadas geográficas
 - cálculo sucessivo de cotas
 - refração
 - desníveis e refração
 - redução de observações azimutais ao nível do mar
 - cotas
 - equações de lados.

- Estruturas:
 - impressão de matrizes da Ponte sobre o Tejo
 - pórticos rectangulares
 - flexão composta de elementos de betão armado
 - resposta de um oscilador linear para uma solicitação sísmica.

- Barragens:
 - extensómetros
 - cálculo de arcos de barragem
 - consolas.

- Análise Numérica:
 - Normalização de matrizes rectangulares
 - Espectro de potência e auto correlação.

Um dos problemas em que me debrucei particularmente, inclusive como tese de especialista, foi o problema dos sistemas de equações lineares algébricas. Na nossa máquina com um código simples,

8000 palavras ficavam reduzidas a 3000, e dessas 3000 eram obrigatoriamente 1500 para um programa e 1500 para os dados. Uma matriz 30 x 30 ainda era suportável, mas uma matriz maior já não cabia no programa. Surgiu por isso a necessidade de encontrar métodos que pudessem fazer uso de algumas particularidades dos sistemas.

Fizeram-se bastantes aplicações e havia mesmo uma operação conjunta de investigação com o Ministério do Ultramar. Na altura havia daquele Ministério uma missão geográfica em Angola que passava lá uma parte do ano e regressava depois com os dados da observação, para se fazerem os cálculos. Esses cálculos eram feitos habitualmente em máquinas de calcular de secretária, mas passaram a ser feitos através de programas no Laboratório (como, por exemplo, a resolução de triângulos, coordenadas geográficas, cálculo de cotas, entre outros).

O Eng. Ferry Borges foi o nosso primeiro cliente de engenharia civil com a definição de alguns dos problemas de estruturas – os pórticos rectangulares - e ele foi também o responsável pela Divisão de Estruturas, onde nasceu depois o Centro de Cálculo.

O papel do matemático neste ambiente era fazer de interlocutor entre o engenheiro e a máquina. Nessa altura poucos engenheiros possuíam conhecimentos de programação, e tinham uma descrição dos problemas ainda muito próxima dos seus modelos físicos e usando frequentemente métodos gráficos para obter as soluções. Era preciso transpor tudo aquilo para um modelo matemático, o que implicava um diálogo entre o engenheiro e o matemático para se chegar às fórmulas matemáticas que descrevessem o melhor possível o problema. Depois era ainda preciso, dentro das limitações que tínhamos, encontrar métodos numéricos e pô-los a funcionar. Mas assim que dávamos resposta a um problema logo se inventavam outros que excediam a capacidade da máquina.

Foi um período muito importante de aprendizagem e de transformação de mentalidades com a procura de modelos matemáticos para substituir ou complementar os estudos que então se faziam na engenharia com base em modelos físicos. Isso levou a um trabalho conjunto de matemáticos e de engenheiros muito frutuoso para ambos.

Por outro lado nos computadores passava-se já a uma nova geração (a 2ª) e à procura de linguagens de programação que libertassem o Homem da Máquina, o que levou à definição da linguagem ALGOL (ALGOritmic Language), oficialmente definida em 1960.

Em 1962 com o computador ZEBRA já ultrapassado tecnologicamente e com imensos problemas de avarias, o LNEC abre um concurso para um novo computador.

Ainda me lembro como as avarias frequentes motivadas pelas falhas intermitentes de algumas válvulas levavam os engenheiros da manutenção a espancarem a máquina para que as válvulas avariassem definitivamente e fossem substituídas. Como consequência era frequente avariarem outras que ficavam novamente com falhas intermitentes!

Como resultado do concurso é adquirido pelo LNEC o Elliot 803, da Elliott Brothers, empresa que mais tarde passou para a ICL e em Portugal era então representado pela NCR.

Tratava-se dum computador orientado para cálculo científico, com aritmética de vírgula flutuante, memória de ferrites (8K de 39 bits), entradas e saídas em fita perfurada e que, para além do código máquina, podia trabalhar em Autocódigo, nas linguagens de programação ALGOL60 e FORTRAN IV e dispunha ainda de um interpretador matricial.

Foi de particular importância todo o trabalho feito em ALGOL60, pois o compilador desta máquina foi um dos melhores do seu tempo, superior ao compilador de FORTRAN IV. Isso permitiu não só desenvolver múltiplas aplicações da engenharia como dar os primeiros passos na ciência dos computadores, particularmente na área das linguagens de programação.

A partir dos anos 60 fez-se ainda um trabalho no domínio das barragens, com o Eng. Lobo Fialho, sobre barragens casca cujo modelo matemático constituiu a sua tese de concurso para professor catedrático no IST. A programação deste trabalho envolvia sete programas que encadeavam os resultados uns nos outros.

Os problemas de estruturas continuaram a ser das principais aplicações sendo a análise de estruturas sujeitas a sismos objecto de vários programas com base na definição de um modelo matemático que simulava uma estrutura como um oscilador não linear.

Uma outra vantagem do 803 era dispor do interpretador matricial porque muitas vezes era necessário resolver problemas com matrizes que não cabiam na máquina por serem demasiado grandes e, com recurso a partições, fazíamos os cálculos com as sub-matrizes e assim obtínhamos as soluções. Era uma ferramenta matricial muito flexível.

Ainda me lembro de ter trabalhado com o Prof. Arantes Oliveira nos cálculos para a ponte sobre o Tejo, que estava então em construção. Ele definiu o modelo matemático e eu fiz os cálculos definidos matricialmente.

Este período de 1962 a 1969 foi rico em teses de especialista no LNEC, tendo todas como objectivo final a criação de modelos matemáticos para vários problemas de engenharia e/ou de técnicas e métodos de adequação desses modelos aos condicionamentos impostos pela máquina.

No domínio da Análise Numérica punham-se novos problemas: a resolução de grandes sistemas de equações lineares algébricas (SELA) era a fase terminal de muitos dos modelos que usavam métodos de diferenças finitas ou elementos finitos na análise de estruturas complexas - edifícios, pontes, barragens, etc. Com uma numeração adequada dos nós ou dos elementos finitos obtinham-se grandes sistemas rarefeitos (com muitos coeficientes nulos) organizados em banda (SELAB).

A minha tese tratou especialmente o problema da resolução desses sistemas de dimensão superior à capacidade da máquina, criando algoritmos que aproveitassem da particularidade dos mesmos.

Com este computador resolveram-se muitos outros problemas como:

- Análise Numérica:
 - SELA rarefeitos;

- SELAB;
 - sistemas sobre determinados - soluções e erros;
 - “curve fitting”;
 - funções de Bessel.
-
- Geodesia:
 - ajustamento do cálculo de uma poligonal geodésica.
-
- Barragens:
 - projecto de barragens casca.
-
- Estruturas:
 - diagramas de aço;
 - análise dinâmica de estruturas à acção dum sismo;
 - cálculos vários para a Ponte sobre o Tejo.
-
- Urbanismo:
 - análise sistemática de habitações sociais.
-
- Hidráulica:
 - redes de escoamento malhadas; definição analítica dum descarregador.

Em 1969 este computador é substituído por um outro mais moderno - o NCR 4100 - já com bandas magnéticas e uma maior capacidade de memória totalmente transistorizada. No entanto a vida daquela máquina (NCR – 803) continuou ainda por alguns anos mais na Faculdade de Engenharia do Porto.

Esta nova profissão de matemática num ambiente de engenharia deu-me um contacto com problemas reais e com métodos de trabalho diferentes orientados para uma realidade muito concreta. Na sequência da minha vida profissional, a noção de que estava a nascer um ramo novo da ciência e da tecnologia, que mais tarde se veio a chamar engenharia informática foi bastante decisiva. Naquele tempo havia grande fascínio pelas novas máquinas, e em particular pelas suas linguagens, porque era tudo novidade e isso influenciou naturalmente a minha vida profissional futura.

Comecei por aprender programação para a máquina Zebra em cursos que as empresas fornecedoras - a Standard Telephones and Cables davam na época. Quando apareceu o Algol já tinha uma certa experiência na programação e comecei a sentir a necessidade de linguagens mais independentes da

máquina. Particpei em vários “NATO Advanced Courses” sobre programação que complementaram bastante a minha formação auto-didacta.

Por outro lado à medida que se foram identificando novas áreas não só de linguagens de programação, mas também de outros instrumentos de software (compiladores, sistemas de operação, bases de dados, etc.) novos rumos se foram definindo e assim terminou a minha parte da carreira com alguma intervenção no domínio da engenharia civil.

Termino relembando como este período aqui descrito foi muito importante para mim e para muitos de nós que assistimos ao alvorecer da Informática em Portugal e no mundo.

Obrigada pela atenção

o

Texto original da autora suplementado com excertos da gravação vídeo.