

Victor M.O. Cruz dos Santos
Carlos F.R. Lemos Antunes

Fernando J. Lima
António P.B. Coimbra (*)

Laboratório de CAD/CAE
Depto. Eng^a Electrotécnica
Universidade de Coimbra

LUXCAD

Um Pacote de Software para o Projecto Luminotécnico de Interiores Assistido por Computador

resumo

Assiste-se actualmente a um grande desenvolvimento de programas de projecto assistido por computador C.A.D., em todos os campos de Engenharia. Existem no entanto algumas dificuldades a enfrentar, como por exemplo o elevado custo e difícil acesso a estações de trabalho (workstations). A evolução dos computadores pessoais tornou possível obter uma relação qualidade/preço bastante elevada. Neste artigo apresenta-se o LUXCAD, programa orientado para o projecto luminotécnico de interiores permitindo um cálculo rigoroso bem como uma visualização de superfícies e linhas isolux através de vários planos a 2D e perspectivas tridimensionais.

1 - Introdução

A necessidade de dotar um projectista de instalações luminotécnicas de interiores, com ferramentas de cálculo rigorosas e visualização dos resultados obtidos utilizando uma configuração de hardware acessível levaram ao desenvolvimento do LUXCAD. Utilizando uma concepção modular o LUXCAD permite desta forma e a custo acessível o desenvolvimento de projectos luminotécnicos de interiores com elevada qualidade, podendo ser actualizado, quer ao

nível de programas como também das suas três bases de dados que possui, luminárias, factor de utilização e tabela internacional de iluminação. Um sistema de janelas interactivas conduz o utilizador ao longo do programa, por meio de menus "pop-up".

2- Descrição do Programa

O LUXCAD é constituído por 3 módulos FICHEIRO, CÁLCULO e VISUALIZAR, dando cada um acesso às diferentes fases do projecto luminotécnico. O

módulo FICHEIRO permite a introdução dos dados. O módulo CÁLCULO permite a distribuição de luminárias e cálculo dos valores pontuais. O módulo VISUALIZAR contém as tabelas e gráficos a 2D e 3D. Cada um destes módulos está subdividido em diferentes submódulos, numa estrutura hierárquica conforme se indica na figura 1.

(*) Bolseiro do INIC.

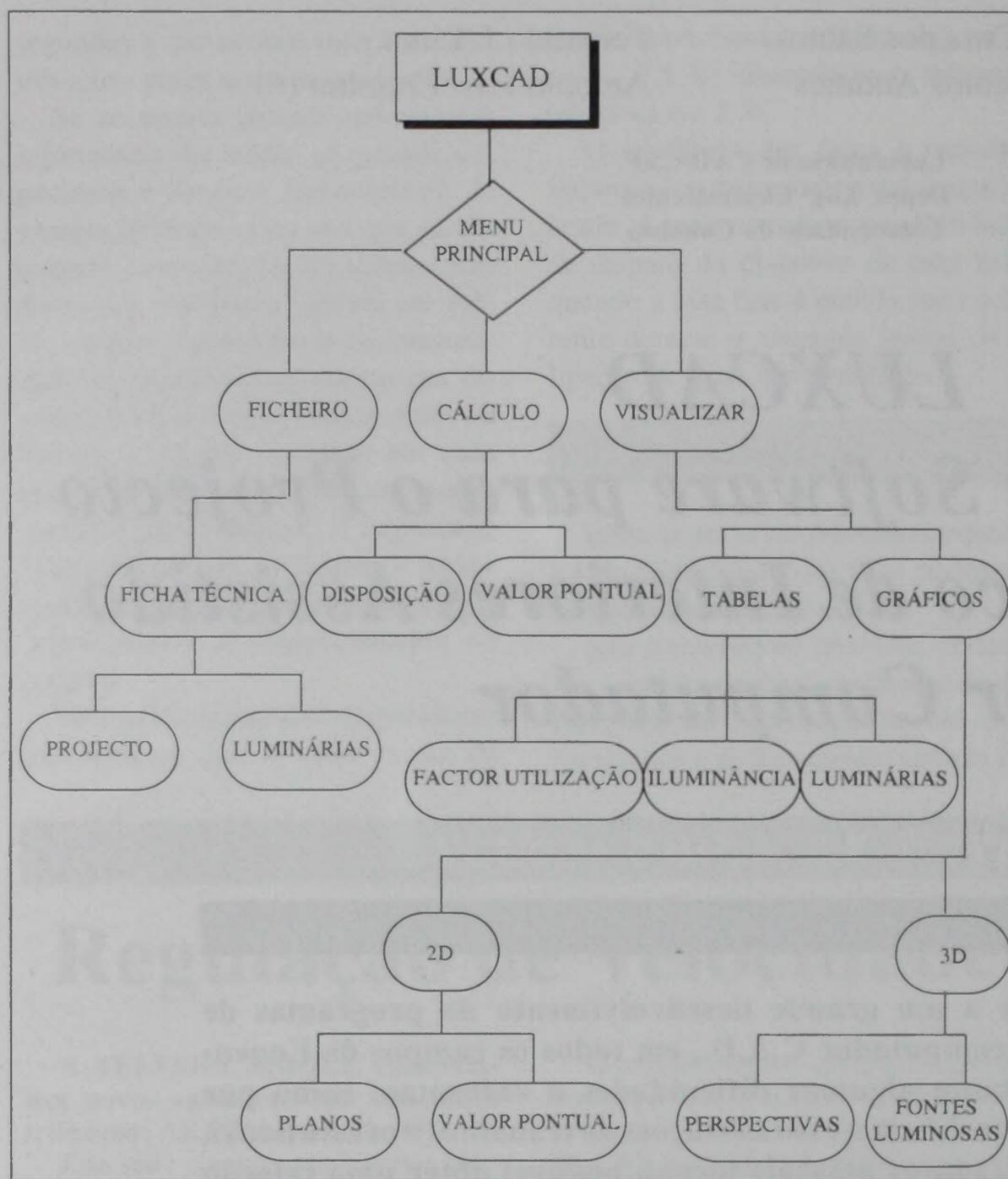


Fig. 1 - Estrutura LUXCAD

Indicam-se a seguir as potencialidades associadas a cada um dos submódulos.

O Módulo FICHEIRO contém as seguintes opções:

PROJECTO - Permite a introdução dos dados para o projecto luminotécnico.

LUMINÁRIAS - Permite a consulta e edição dos ficheiros das luminárias (Base de dados 1).

O módulo CÁLCULO contém as seguintes opções:

DISPOSIÇÃO - Permite a distribuição automática e/ou introdução de luminárias pelo utilizador.

VALOR PONTUAL - Permite o cálculo do valor da iluminação para todos os pontos da malha definida pelo utilizador para uma dada distribuição.

O módulo VISUALIZAR contém as seguintes opções:

TABELAS - Permite a consulta e edição de ficheiros com dados de tabelas internacionais de iluminação bem como do factor de utilização (Bases de Dados 2 e 3).

GRÁFICOS - Esta opção divide-se em duas partes, gráficos a 2D e a 3D. Na primeira, é permitida uma visualização das linhas isolux segundo o comprimento (VERTICAL 1), largura (VERTICAL 2) e altura (HORIZONTAL) (fig. 2 e fig. 3). Salienta-se ainda neste módulo a existência de uma sonda luxmétrica numérica permitindo assim a recolha do valor pontual em qualquer parte do espaço interior a avaliar.

No módulo 3D temos como principais funções a visualização em perspectiva de um valor isolux e as respectivas luminárias (fig. 4).

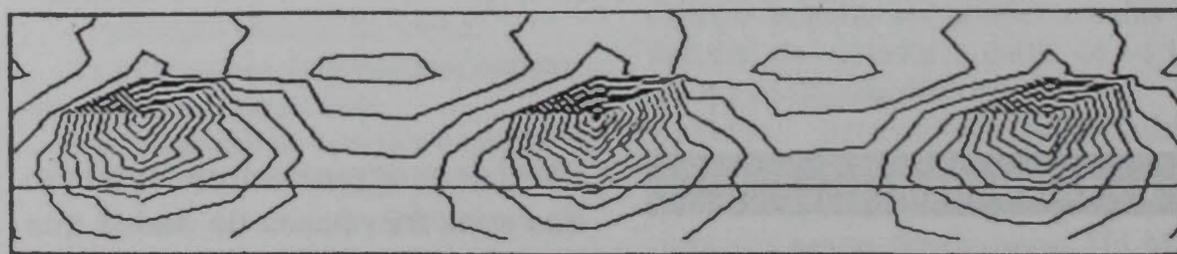


Fig. 2 - Linhas isolux (VERTICAL 1)

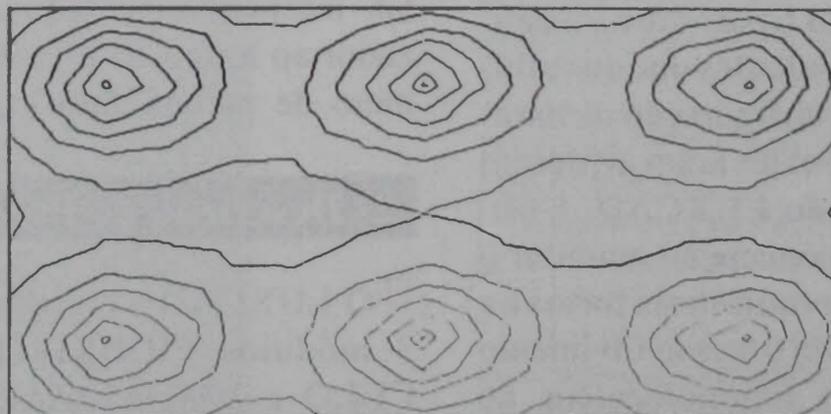


Fig. 3 - Linhas isolux (HORIZONTAL)

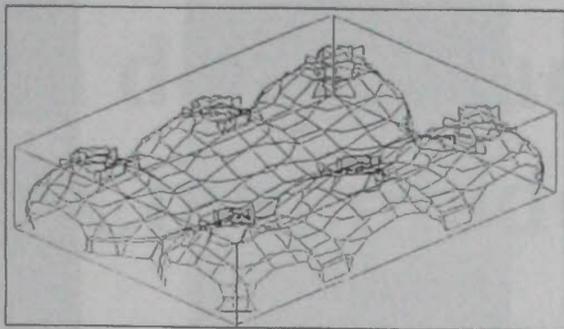


Fig. 4 - Perspectiva de um valor isolux

3. Análise de Algoritmos

Aplicados

No programa foram implementados os algoritmos tradicionais que se utilizam no projecto luminotécnico de interiores indicando-se a seguir, os mais relevantes.

3.1 - Valor pontual da iluminação

No cálculo do valor pontual da iluminação utiliza-se a expressão indicada na equação 1:

$$E_i = \frac{I(\text{fonte luminosa})}{d^2} \cdot \cos\phi_i$$

E_i - Iluminância directa pontual.
 I - Intensidade Luminosa.
 d - Distância do ponto à fonte luminosa.
 ϕ_i - Ângulo formado com a vertical.

Para evitar a "escalada" do valor da iluminação quando o ponto está próximo da luminária considerou-se a distância mínima de 10 cm e o valor máximo de iluminação directa calculado de 200 000 lux.

3.2 - Contribuição indirecta

No cálculo da contribuição indirecta, que se assume constante em todos os pontos, utilizou-se a seguinte expressão (eq. 2):

$$E_{ind} = E_{dir} \cdot K$$

E_{ind} - Iluminância indirecta
 E_{dir} - Iluminância directa média
 K - Editor de utilização

3.3 - Distribuição automática de luminárias

Na distribuição automática de luminárias, que constitui uma das opções do LUXCAD, o algoritmo calcula o número de luminárias utilizando o ratio entre o fluxo necessário e o fluxo da luminária (fluxo das lâmpadas vezes o número de lâmpadas da luminária).

O programa garante uma distribuição uniforme segundo uma fila, tendo em conta a distância máxima possível da largura das luminárias. Caso não se verifique essa distribuição uniforme, o LUXCAD introduz mais lâmpadas até se verificar a relação seguinte (eq. 3):

$$(numY \cdot Shl + Shl) < Y$$

$numY$ - Nº de lâmpadas segundo a largura.

Shl - Relação da luminária que dá a distância máxima segundo a largura.

Y - Largura da sala.

O número de lâmpadas segundo o comprimento é obtido dividindo o número total necessário (já calculado) pelo número de lâmpadas segundo a largura, acabado de calcular. Obtém-se assim o número de filas segundo o comprimento.

Procede-se então à verificação da distância entre lâmpadas segundo o comprimento, acrescentando-se mais filas até se verificar a iluminação pretendida.

3.4 - Linhas e superfícies isolux

Cada linha isolux é obtida unindo pontos com igual valor de iluminação em elementos triangulares adjacentes. Estes elementos são gerados a partir de uma malha reticular pré-definida pelo projectista (fig. 5).

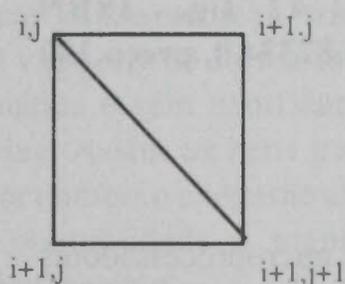


Fig. 5 - Malha de elementos triangulares

Os pontos da isolux em questão são determinados pelo programa fazendo uma interpolação linear nos elementos da malha reticular a partir dos valores da iluminação pontual nos vértices. O incremento entre isolux sucessivas é pré-definido pelo projectista.

Em 3D o programa permite o traçado de cada valor de superfície isolux que o projectista deseje visualizar. Esta superfície é obtida unindo pontos com a mesma iluminação numa malha reticular tridimensional previamente definida pelo projectista, fazendo para o valor pretendido as necessárias interpolações lineares a partir de valores pontuais da iluminação na malha tridimensional. ■

REFERÊNCIAS

- [1] G. J. Hughes, *Electricity & Buildings*
- [2] Electricité de France, *Guide pratique de l' éclairage des bureaux et ateliers.*
- [3] Revista Internacional de Luminotécnica