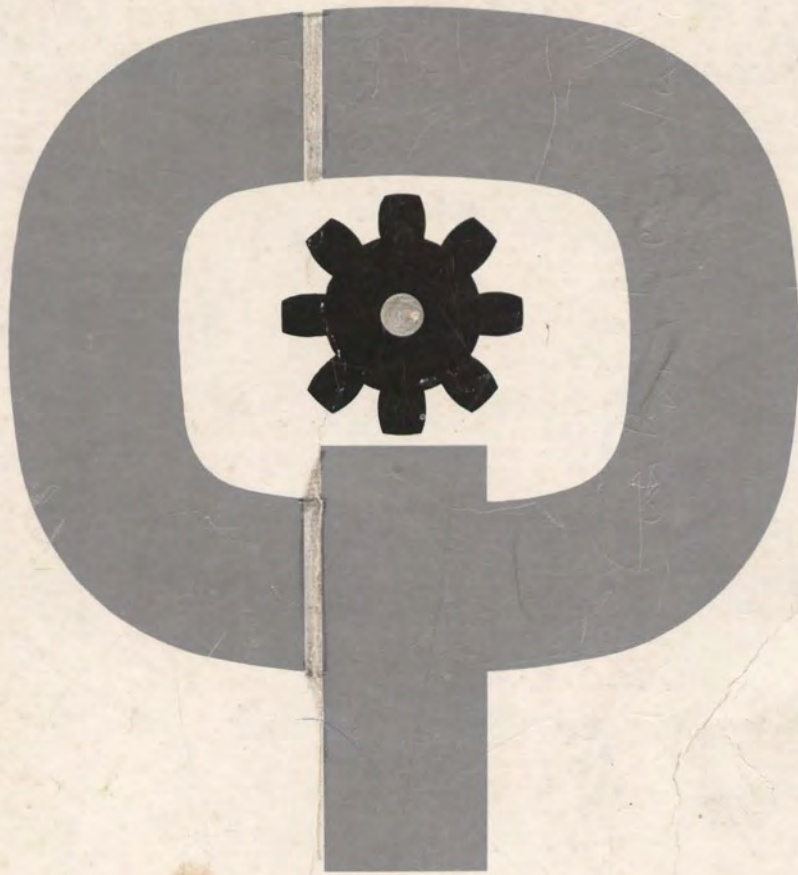


CORDEIRO



T 11109
UNIVERSIDADE DO MINHO
INSTALAÇÕES DEFINITIVAS - BRAGA
ESTUDO PRÉVIO

ESTUDO Nº 6952

(1/2)

Exemplar nº 4

PROFABRIL
Centro de Projectos sarl - Lisboa



T 11109
UNIVERSIDADE DO MINHO
INSTALAÇÕES DEFINITIVAS - BRAGA
ESTUDO PRÉVIO

ESTUDO Nº 6952

(1/2)

Exemplar nº 4



T 11109

UNIVERSIDADE DO MINHO
Instalações Definitivas
BRAGA

ÍNDICE

| VOLUME 1/2 | Folhas |
|---------------------------------------|--------------------|
| - Memória Descritiva e Justificativa | |
| . A - Arquitectura | 1 a 9 |
| . B - Iluminação Natural | 10 a 33 |
| . C - Instalações Técnicas Especiais | |
| C.1 - Instalações Eléctricas | 35 a 88 |
| C.2 - Climatização e Ventilação | 89 a 161 |
| C.3 - Cozinhas | 162 a 167 |
| D - Estimativa de Custo | 168 e 169 |
| Índices de Desenhos | |
| - Arquitectura | Pt 11109/6 1 |
| - Climatização | Pt 11109/5 1 |

.../



PROFABRIL

T 11109

UNIVERSIDADE DO MINHO
Instalações Definitivas
BRAGA

ÍNDICE (Cont.)

VOLUME 2/2

Folhas

Índices de Desenhos

| | | |
|----------------------|------------------|---|
| - Arquitectura | Pt 11109/6 | 1 |
| - Climatização | Pt 11109/5 | 1 |

e Desenhos

Lisboa, 16 de Fevereiro de 1983

Frederico Burnay
Arquitecto

Francisco F. Sardinha
Engº Electrotécnico

VISTOS:

Arq. Joaquim Gil
Chefe Serv. Arquitectura

Engº Téc. Guilherme de Oliveira Martins
Chefe Serv. das Instalações Técnicas

Fernando Rato
Chefe de Projecto



PROFABRIL
PROFABRIL
PROFABRIL

3 - ARQUITECTURA

INTRODUÇÃO

O trabalho de arquitetura para a Profabril foi desenvolvido pelo Departamento de Arquitetura da Universidade de São Paulo, sob a orientação do Prof. Dr. [nome não legível].

Este trabalho de arquitetura foi desenvolvido em caráter preliminar, tendo em vista a necessidade de se estabelecer um plano geral e de se estabelecer as condições de trabalho para os trabalhos de arquitetura.

A - ARQUITECTURA

As propostas contidas neste trabalho são elaboradas e desenvolvidas com base nos dados e informações fornecidas pelo Departamento de Arquitetura da Universidade de São Paulo, sob a orientação do Prof. Dr. [nome não legível].

As propostas contidas neste trabalho são elaboradas e desenvolvidas com base nos dados e informações fornecidas pelo Departamento de Arquitetura da Universidade de São Paulo, sob a orientação do Prof. Dr. [nome não legível].

As propostas contidas neste trabalho são elaboradas e desenvolvidas com base nos dados e informações fornecidas pelo Departamento de Arquitetura da Universidade de São Paulo, sob a orientação do Prof. Dr. [nome não legível].

As propostas contidas neste trabalho são elaboradas e desenvolvidas com base nos dados e informações fornecidas pelo Departamento de Arquitetura da Universidade de São Paulo, sob a orientação do Prof. Dr. [nome não legível].

As propostas contidas neste trabalho são elaboradas e desenvolvidas com base nos dados e informações fornecidas pelo Departamento de Arquitetura da Universidade de São Paulo, sob a orientação do Prof. Dr. [nome não legível].

As propostas contidas neste trabalho são elaboradas e desenvolvidas com base nos dados e informações fornecidas pelo Departamento de Arquitetura da Universidade de São Paulo, sob a orientação do Prof. Dr. [nome não legível].

UNIVERSIDADE DO MINHO
PROJECTO DA 1ª FASE
ESTUDO PRÉVIO

A - ARQUITECTURA

1 - INTRODUÇÃO

O estudo que se apresenta constitui o Estudo Prévio das instalações definitivas da Universidade do Minho a serem localizadas em BRAGA.

Nesta fase do projecto foram tidos em consideração os estudos anteriores referentes aos Planos Gerais e as informações e orientações de base fornecidas pelo GEID.

As propostas contidas neste estudo ao obedecerem à necessária revisão e actualização dos Planos Gerais formam a ferramenta de trabalho para as fases seguintes do Projecto.

Assim as soluções apresentadas surgem como simulações tipo de organização e distribuição de espaços no que se referem às áreas principais ou mais significativas da Universidade.

A sua clarificação e definição finais permitirão um maior aprofundamento do conhecimento dos objectivos e necessidades da Universidade do Minho referentes ao conjunto das instalações definitivas em BRAGA.

Julgamos que neste momento e neste ponto de desenvolvimento da Universidade é efectivamente mais pragmático e realmente mais útil a apresentação de elementos gráficos sugerindo propostas e abrindo temas de discussão do que uma teorização exaustiva justificando soluções base e soluções alternativas, pelo que o descrito neste memorial constitui apenas as notas introdutivas e explicativas das soluções propostas em cada peça desenhada, competindo à Universidade introduzir-lhe rectificações, aprová-las ou rejeitá-las indicando a orientação mais precisa a seguir na fase seguinte.

2 - IMPLANTAÇÃO GERAL

Situa-se o terreno na zona de Gualtar e na franja nascente da malha urbana de BRAGA apresentando uma pendente orientada no sentido Norte-Sul.

Os acessos estabelecem-se potencialmente a partir da E.N. 103.

Para a 1ª fase apresentam-se como verdadeiramente utilizáveis cerca de 16 hectares.

Estabeleceu-se uma malha modulada em que indiscriminadamente se poderão ter instalações sociais e administrativas ou áreas teórico/práticas ou ainda áreas laboratoriais.

Na 1ª fase existe um núcleo central com expansão tridireccional e constituído pelo edifício do Complexo Pedagógico, 1ª fase da Biblioteca, que terá nesta fase uma utilização polivalente, o Restaurante e instalações de Convívio e ainda áreas destinadas aos cursos de Ciências Sociais e Letras, cursos de Ciências Exactas e da Natureza e os de Ciências da Engenharia.

As expansões das unidades Científico/Pedagógicas processam-se independentemente umas das outras, embora se admita a necessária interdependência e coexistência na mesma unidade edifício, ao longo da 1ª fase, de modo a garantir uma maior racionalização da utilização das áreas edificadas e dum menor custo no investimento inicial.

O módulo edifício foi concebido de modo a permitir com facilidade a mutação do seu uso bem como a sua expansão sem prejuízo da sua utilização permanente.

A zona social/comunitária da Universidade encontra-se delimitada pela área entre os dois complexos pedagógicos (1ª fase e 2ª/3ª fases) e é constituída pelos dois restaurantes, convívios, pontos de pequeno comércio e instalações para actividades estudantis.



As instalações para a Reitoria e Administração Central estão, previstas nesta fase, adjacentes à Biblioteca e constituem com a sua área edificada a praça de entrada principal da Universidade.

Toda a zona ou núcleo sócio/comunitário interliga-se por uma sucessão de pequenas praças que se desenvolvem como já foi referido entre os dois complexos pedagógicos.

Os dois Restaurantes pela sua localização permitem uma utilização dos estudantes não só da sua área de influência, mas ainda de estudantes de outras zonas.

No que se refere a arruamentos previu-se um arruamento envolvente a partir do qual se tem acesso aos arruamentos de serviço e diferentes estacionamentos.

A área para estacionamento ou número de veículos previstos é correspondente a valores que poderão ser corrigidos consoante as reais necessidades e orientações da Universidade sobre esta matéria.

Como princípio orientador criaram-se uma série de zonas diferenciadas e ligadas às áreas das unidades Científico/Pedagógicas para além de três parques de estacionamento de acesso imediato e mais próximos das vias de acesso ao Recinto da Universidade.

No que se refere a acessos optou-se por criar duas entradas, uma a partir da estrada de Santa Cruz e uma outra a partir do arruamento existente a Nascente do limite do terreno.

A entrada directamente a partir da E.N. 103 considera-se apenas como solução provisória de curto prazo dadas as limitações das disponibilidades imediatas de terrenos da Universidade.

Este acesso deverá ser eliminado logo que se possa estabelecer a entrada a partir da estrada de Santa Cruz.



Todos os esquemas e propostas referidas podem ser avaliadas no desenho nº 165210.

Os desenhos nºs. 165211, 165212, 165213, reflectem o enquadramento da área edificada na topografia do terreno e o modo do seu desenvolvimento volumétrico.

Toda a área de construção encontra-se distribuída por três pisos, em média, de modo a tornar os acessos verticais mais fáceis e imediatos, resultando uma volumetria que nos parece enquadrar-se na paisagem semi-urbana contígua ao recinto Universitário.

A previsão de áreas de pavimentos distribui-se do seguinte modo :

| | | |
|--|---|------------------------|
| a) - unidades científico/pedagógicos | - | 135 000 m ² |
| b) - complexos pedagógicos | - | 14 200 m ² |
| c) - biblioteca | - | 12 000 m ² |
| d) - reitoria/administração central | - | 6 500 m ² |
| e) - instalações sociais/convívio/actividades académicas | - | 6 300 m ² |
| f) - restaurante/cozinha | - | 4 400 m ² |
| g) - armazéns gerais/manutenção | - | 3 000 m ² |

3 - UNIDADES CIENTÍFICO - PEDAGÓGICAS

3.1 - Módulo Base

O módulo base que constitui a malha da Universidade compõe-se na sua essência por 4 unidades de cerca de 700 m² de área livre cada, tendo apenas como obstáculo os elementos estruturais e as "curettes" ou mangas verticais de serviços.

Esta malha modulada é constituída por uma série de edifícios formando uma quadrícula que se desenvolve multidirecionalmente.

Da análise das informações que constituem os Programas Gerais e orientações estabelecidas pelo GEID optámos por um módulo de 8,40 x 8,40 por julgarmos aquele, que melhor responde às diferentes solicitações de gabinetes, laboratórios de investigação, laboratórios de ensino e salas de aulas teórico-prático, tendo em conta as diferentes necessidades de cada um destes tipos de espaço.

Estudou-se a localização das "curettes" de modo a existirem na mesma situação diferentes tipos de espaços e assim garantir a necessária flexibilidade e possibilidade de mudança de utilização. As duas profundidades básicas parecem-nos cobrir uma gama muito vasta de necessidades de profundidades de compartimentos.

Os elementos verticais da fachada permite diferentes dimensionamentos na largura de compartimentação interior.

Nos desenhos nºs. 165214, 165215, 165216, pode-se analisar o atrás referido assim como a respectiva articulação e acesso com o exterior.

No desenho nº 165217, procurou-se ensaiar ou simular um tipo de ocupação caracterizada pelos diferentes espaços que poderão constituir uma unidade de Ensino e Investigação.

3.2 - Estudo de Alçados

Consideram-se como princípios básicos a obtenção de um tratamento que conferisse aos edifícios uma relativa leveza tendo em consideração processos de construção e acabamentos caracterizadamente económicos e a dignidade intrinsecamente ligada a este tipo de construção.

Assim propõe-se que os elementos verticais de fachada e as palas sejam de betão armado pintado a branco.

O sóco dos edifícios poderá ser constituído por alvenaria de blocos leca pintados e com junta horizontal tratada ou por alvenaria de pedra da região sem reboco e com a pedra à vista.

Toda a restante área de fachada poderá ser revestida a mosaico vitrificado.

A caixilharia de alumínio será anodizada com a coloração a determinar.

No estudo de insolação ensaiámos diferentes tipos de protecção solar quer na sua concepção quer na constituição e características da protecção, e assim optámos pelo tipo de pala de betão armado pré-fabricada e apoiada em consolas ligadas aos pilares.

No desenho nº 165218, pode-se analisar o tipo de pala proposta e o seu grau de eficiência.

Do conjunto de elementos atrás referidos julgamos obter em resultado que consegue conciliar as diferentes permissas em equação : economia e qualidade.

A proposta de alçados-tipo pode ser analisada nos desenhos nºs. 165219, 165220.

4 - COMPLEXO PEDAGÓGICO

Constituído por três pisos eferece 1 260 lugares de anfiteatro, 600 lugares em salas de aula teórico-prática e 120 lugares em salas de desenho.

O 1º piso caracteriza-se por ser constituído integralmente por anfiteatro além da sala de conferências e espaços anexos, contendo ainda o armazém geral da 1ª fase com cerca de 900 m² de área.

O 2º piso além dos anfiteatros de 120 lugares apresenta salas de aula teórico-práticas para 30 e 15 lugares e salas de desenho.

Este piso interliga-se com a grande zona de circulação da Universidade, já que se situam à mesma cota e dado que uma das entradas do Complexo Pedagógico se encontra num dos eixos, da já referida circulação.



Neste piso além das instalações referidas incluiu-se a central telefónica e telefonistas e a central de segurança.

A partir do 2º piso tem-se o acesso aos pisos inferiores e superior.

O 3º piso é constituído por salas de aula teórico-prático de 15 e 30 lugares e salas de desenho.

Todo o esquema referido, tipos e número de salas encontram-se apresentados nos desenhos nºs 165221, 165222, 165223.

5 - BIBLIOTECA

É nossa proposta que este edifício tenha uma utilização polivalente nesta 1ª fase sendo desanexados os serviços ou instalações de acordo com o faseamento e necessidades da Universidade.

Assim além da Biblioteca propriamente dita temos os Serviços Académicos, os Serviços Sociais e os Serviços de Reprografia e Publicações.

Estes últimos serão os únicos Serviços que permanecerão neste edifício.

O Esquema de organização interna apresentado no desenho nº 165224 representa uma proposta preliminar constituindo mais um elemento de análise e discussão do que uma solução de base.

Julgamos de extrema importância a análise e reflexão das vantagens e desvantagens dos tipos de acesso dos utentes às estantes e de eventuais situações de compromisso entre a biblioteca tipo aberta e fechada, assim como da sofisticação dos meios de controlo que poderão incluir sistemas electrónicos de segurança.

A Universidade deverá ainda determinar o volume e tipo de materiais a considerar em depósito assim como os lugares de leitura e outras especificações necessárias à elaboração da fase seguinte do projecto.



6 - RESTAURANTE/CONVÍVIO

O restaurante e área atribuída a bar e convívio constituem nesta fase pontos de encontro e o núcleo das instalações ditas sociais.

A área de convívio atribuída nesta fase é escassa para as necessidades pelo que nas unidades Científico-Pedagógicas deverão ser previstas áreas junto dos núcleos de acesso dotadas com máquinas de bebidas, sandes, etc..

O restaurante permitirá o fornecimento de 1 000/1 200 refeições por turno considerando a situação da coexistência da refeição convencional e da refeição tipo snack. O número máximo de turnos será de três por tipo de refeição. Assinale-se que o sistema de recolha dos tabuleiros se processa através de duas passadeiras rolantes.

O esquema apresentado no desenho nº 165225, constitui uma amostragem do tipo de espaço, organização e serviço proposto.



ILUMINAÇÃO NATURAL

INTRODUÇÃO

Um dos aspectos mais importantes da iluminação natural em um edifício é a sua contribuição para o bem-estar físico e psicológico dos ocupantes. A iluminação natural é aquela que provém diretamente da radiação solar, seja através de aberturas transparentes ou opacas, ou indiretamente, através de superfícies refletoras. A iluminação natural é uma fonte de energia renovável e gratuita, que pode ser aproveitada de forma eficiente em edifícios modernos. A iluminação natural é uma das principais fontes de iluminação em edifícios modernos, sendo que a sua utilização é cada vez mais comum. A iluminação natural é uma fonte de energia renovável e gratuita, que pode ser aproveitada de forma eficiente em edifícios modernos. A iluminação natural é uma das principais fontes de iluminação em edifícios modernos, sendo que a sua utilização é cada vez mais comum.

B - ILUMINAÇÃO NATURAL

A iluminação natural é aquela que provém diretamente da radiação solar, seja através de aberturas transparentes ou opacas, ou indiretamente, através de superfícies refletoras. A iluminação natural é uma fonte de energia renovável e gratuita, que pode ser aproveitada de forma eficiente em edifícios modernos. A iluminação natural é uma das principais fontes de iluminação em edifícios modernos, sendo que a sua utilização é cada vez mais comum. A iluminação natural é uma fonte de energia renovável e gratuita, que pode ser aproveitada de forma eficiente em edifícios modernos. A iluminação natural é uma das principais fontes de iluminação em edifícios modernos, sendo que a sua utilização é cada vez mais comum.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA LUZ SOLAR

A luz solar é uma radiação eletromagnética que se propaga no vácuo com uma velocidade constante de aproximadamente 300.000 km/s. A luz solar é composta por ondas eletromagnéticas de diferentes comprimentos de onda, variando desde o infravermelho até o ultravioleta. A luz solar é uma fonte de energia renovável e gratuita, que pode ser aproveitada de forma eficiente em edifícios modernos. A luz solar é uma das principais fontes de iluminação em edifícios modernos, sendo que a sua utilização é cada vez mais comum.

Para garantir a eficiência da iluminação natural, é necessário considerar a orientação do edifício, a localização das aberturas e a utilização de dispositivos que maximizem a captação da luz solar. A iluminação natural é uma fonte de energia renovável e gratuita, que pode ser aproveitada de forma eficiente em edifícios modernos. A iluminação natural é uma das principais fontes de iluminação em edifícios modernos, sendo que a sua utilização é cada vez mais comum.



B - ILUMINAÇÃO NATURAL

1 - INTRODUÇÃO

Se bem que seja um assunto quantitativamente não focado vulgarmente nos projectos a nível nacional no tocante à iluminação natural dos edifícios de ensino, a realidade é que a economia de construção e de exploração deste tipo de edifícios com um reduzido pé direito, uma superfície vidrada transparente com uma percentagem de utilização mais reduzida quando comparada com a superfície total exterior e uma maior proximidade destes com edifícios vizinhos, isto por uma maior economia de investimento e exploração das instalações de climatização, conjugado com uma maior profundidade dos locais de trabalho, maiores problemas tem levantado à iluminação natural. Se é certo que a iluminação natural é um assunto à margem das instalações eléctricas dum determinado edifício e unicamente um problema de ordem arquitectural, a certeza porém é que há sempre uma certa dependência perfeitamente correlacionável entre as maiores ou menores facilidades da iluminação natural e o respectivo projecto de iluminação do/s edifício/s por forma a este/s poder/em satisfazer as necessidades ambientais nas condições de maior conforto e economia de energia.

2 - CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA LUZ SOLAR

Tendo em conta as modificações sofridas pela radiação solar ao atravessar o ozono das camadas mais elevadas da atmosfera e da absorção dessa mesma radiação pelos aerossóis em suspensão no ar, pelo vapor de água e pelo oxigénio e azoto da atmosfera, a repartição espectral da radiação solar directa visível recebida sobre a superfície da terra, para uma altura do Sol de 90° , está compreendida entre, aproximadamente, os 30 nm e os 1 600 nm ($5\ 000^{\circ}\text{K}$).

Para alturas diferentes do Sol, a iluminação directa diminuirá e a temperatura da cor baixará para ser da ordem dos $2\ 000^{\circ}\text{K}$ logo que o Sol se aproxima do horizonte.



Cerca de 50% da radiação solar que se difunde no ar, aerossóis e vapor de água retorna à Terra sob a forma de "radiação da esfera celeste".

Os mais reduzidos comprimentos de onda, sendo mais fortemente difundidos na atmosfera que os mais longos, motiva, sem entrarmos em pormenor com a lei de Raleigh, que a radiação emitida pela esfera celeste se encontra deslocada para o azul, o que resultará, como consequência da aplicação da lei de Wien, que a temperatura de ar será elevada ($\sim 100\ 000^{\circ}$ K).

Sem que seja do âmbito e da finalidade deste descritivo, mas para dar somente uma noção muito ligeira ao leigo do que se poderá entender por "temperatura de ar" de uma fonte, poder-se-à dizer que é a temperatura, em graus Kelvin, à qual se deverá elevar um corpo, tal como o carbono, para que ele emita uma radiação de cor comparável. Deve notar-se que, na linguagem corrente, uma luz é designada de quente logo que a temperatura de cor seja baixa (inferior a $3\ 000^{\circ}$ K).

Inversamente, as temperaturas de cor elevadas ($5\ 000^{\circ}$ K e acima) correspondem a radiações de espectro frio, vivas em radiações azuis, enquanto que as luzes quentes são ricas em radiações infra-vermelhas.

É conveniente ter-se também aqui presente que duas fontes luminosas podem ter a mesma temperatura de cor sem que tal implique que elas tenham a mesma composição espectral.

Constata-se que a repartição espectral da radiação global da energia solar é um ponto independente da altura do Sol sobre o horizonte. A energia luminosa produzida por esta radiação global (radiação luminosa directa adicionada da radiação luminosa difusa) é naturalmente tanto mais fortemente reduzida quanto mais o céu é aberto.

A energia luminosa residual pode ser estimada nos valores seguintes:

QUADRO Nº 1

| | | |
|-----------------------|-------|-------|
| Céu limpo | ----- | 100 % |
| 2/10 de cobertura | ----- | 89 % |
| 4/10 " " | ----- | 77 % |
| 6/10 " " | ----- | 64 % |
| 8/10 " " | ----- | 46 % |
| Completamente coberto | ----- | 20 % |

Pode-se resumir que não somente a intensidade luminosa mas também a distribuição espacial da luz natural no respeitante à luz directa e global variam fortemente segundo se considera tempo claro ou tempo coberto. Os efeitos duma boa luminosidade interior podem então variar em fortes proporções, independentemente da orientação das superfícies vidradas.

Ao fim do texto apresentam-se, relativamente ao edifício em estudo, uns cálculos do "Factor Luz do Dia" para salas tipo de orientação indefinida por os efectuarmos para um céu uniforme segundo C.I.E. e para a mesma percentagem da superfície vidrada exterior. Pelos mesmos cálculos pode-se ainda verificar da necessidade de se prever o funcionamento da instalação de iluminação artificial, de reforço à iluminação natural para a grande parte dos períodos do dia, pelo que se considera aconselhável o preverem-se os níveis luminosos indicados no parágrafo referente à iluminação artificial interior incluído no capítulo de "Instalações Eléctricas" e independentemente de eventuais razões que justificassem a redução da potência eléctrica de iluminação a instalar nos edifícios.

3 - CONDIÇÕES DA LUMINOSIDADE LOCAL

A título meramente elucidativo transcrevem-se seguidamente as percentagens de nebulosidade média registadas em Braga durante um período de 30 (trinta)

anos para que assim, mais facilmente, se possa aperceber da importância a esperar da iluminação artificial no interior dos edifícios durante o período de dia, tanto mais forçado pelo facto de se tratar de edifícios de ensino com destinos muito diversos onde a orientação das salas será também muito diversa e submetida a uma relação de proximidade relativamente reduzida em relação aos edifícios vizinhos:

QUADRO Nº 2

| MESES | NEBULOSIDADE (%) |
|-----------|------------------|
| Janeiro | 50 |
| Fevereiro | 60 |
| Março | 60 |
| Abril | 40 |
| Maio | 40 |
| Junho | 40 |
| Julho | 30 |
| Agosto | 30 |
| Setembro | 40 |
| Outubro | 50 |
| Novembro | 50 |
| Dezembro | 60 |

A iluminação natural dos vários gabinetes de trabalho deverá facultar uma combinação de alguma luz direccional (das janelas) com alguma luz difusa (reflexão das paredes e outras superfícies envolventes) para que se ilumi nem as sombras até ao grau necessário.

4 - LUZ NATURAL DIRECTA

A luz do dia no exterior, com uma combinação da luz directa do Sol (sobreposição de duas ondas polarizadas linearmente em quadratura mas não em coerência de fase) e a luz difusa do céu, revela-nos uma forma de modelação que nos é familiar e, conseqüentemente, possibilita o reconhecimento imediato da forma e da textura. Uma boa iluminação em luz natural dos gabinetes de trabalho exige uma combinação da luz directa com a luz difusa.

Num estudo de iluminação natural esta exigência definir-se-á na necessidade de proporcionar, no plano de trabalho, tanta luz directa do céu através de uma janela com uma elevada componente de luz indirecta reflectida pelas superfícies várias envolventes. Esta luz indirecta não só acrescerá a quantidade total de iluminação sobre o trabalho como também produzirá o necessário enchimento de sombras para que se crie uma modulação apropriada a uma boa visão. Por outro lado a delineação da forma sólida dos objectos abrangidos por uma tarefa visual e a discriminação dos detalhes de textura dependem da direcção de onde provém a luz, da dimensão da fonte luminosa e da quantidade de luz difusa que atinge a tarefa visual, vinda de todas as direcções.

Como sucintamente se deixou expresso, os efeitos direccionais da luz não dizem respeito somente aos aspectos quantitativos da visão. Uma iluminação agradável não é só grandemente influenciada pelos efeitos direccionais que resultam da colocação das janelas e pela quantidade de luz difusa inter-reflectida, como ainda pelas intensidades luminosas relativas a estes dois factores e que o projecto architectural deve proporcionar. Para exemplo, uma luz que provenha predominantemente de cima, numa iluminação Zenital, geralmente não é agradável a não ser pelo facto de proporcionar uma iluminação desprovida de sombras e de traços distintos. A predominância da luz vinda de um só lado é frequentemente recomendada em escolas, bibliotecas e escritórios e outros lugares onde o trabalho predominante é a escrita, devendo colocar-se as secretárias de modo a que a luz predominante incida directamente sobre o trabalho sem interferência, por sobre o ombro esquerdo para as pessoas que escrevem com a mão direita e por sobre o ombro direito para as pessoas que escrevem com a mão esquerda. Será no entanto conveniente ter-se sempre presen

te que a iluminação de um só lado não deverá ser levada ao exagero e é sugerida até (Waldram J. M. - Studies in Interior Lighting) que a iluminação numa superfície vertical não deve variar mais do que cerca de 4:1 quando essa superfície vertical girar em redor dum eixo também vertical. Na prátiva isto só será alcançado por meio da combinação apropriada da luz directa do céu e da luz indirecta reflectida.

Estudos efectuados no estrangeiro no referente à relativa importância dos factores de ambiente que esquematizámos na figura 1, leva-nos a concluir que a "boa iluminação" das salas de aula em relação a outros factores entrará com a maior percentagem para o bom ambiente de trabalho, razão mais que suficiente para que já nesta fase inicial dos estudos se dê a importância que julgamos merecer a iluminação e assim fique justificado não só do desenvolvimento dado a este capítulo como do conceito arquitectónico das fachadas ex

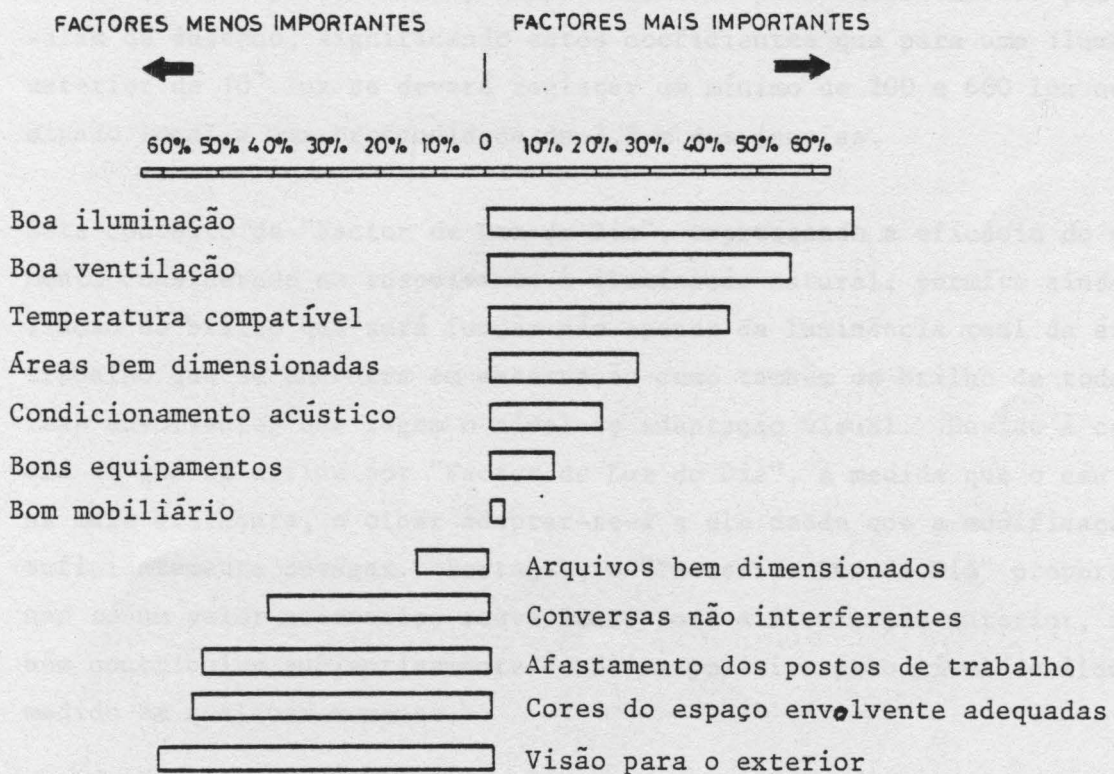


Fig. 1

teriores esboçado neste estudo em fase de "Estudo Prévio".

Uma especificação em termos de iluminação e iluminância da luz do dia em interiores é dificultada pela visibilidade da "luz do dia". Em climas como o de Braga, onde durante o dia são frequentes as variações de nebulosidade, esta variação poderá prever-se somente em bases estatísticas. Com os condicionamentos de espaço, de conforto, da área estabelecida para o edifício e bem ainda outros condicionamentos económicos, implicando numa redução do pé direito útil para um mínimo admissível, para uma economia de construção, levaram à introdução do "Factor de Luz do Dia" como sendo a razão entre a iluminação interior e a iluminação simultaneamente disponível no exterior. Para os gabinetes e muito particularmente para as salas de aula de índole teórico-prática adoptaram-se os índices mínimos e segundo uma média entre os vários recomendados pelo I.E.S. Code 1961 e B.S.T.C.P. 3/1A 1964. Foi estabelecido que estes deveriam situar-se à volta dos 2 e 6 % a 3,5 m de profundidade, respectivamente para salas teórico práticas e salas de desenho, significando estes coeficientes que para uma iluminação exterior de 10^4 lux se deverá registar um mínimo de 200 e 600 lux num determinado local a uma profundidade de 3,5 m das janelas.

Este conceito de "Factor de Luz do Dia", expressando a eficácia do comportamento considerado no respeitante à iluminação natural, permite ainda a avaliação do brilho que será função não apenas da luminância real da área de trabalho que se encontra em observação como também do brilho de todas as áreas envolventes que regem o nível de adaptação visual. Devido à constância do que se define por "Factor de Luz do Dia", à medida que o céu se torna mais brilhante, o olhar adaptar-se-á a ele desde que a modificação se faça suficientemente devagar. Portanto, o "Factor de Luz do Dia" proporcionará não só um valor aritmético conveniente para a iluminação interior, como também contribuirá subjectivamente de forma positiva pelo nível de iluminação medido em qualquer momento.

Atendendo-se presentemente à crise energética com que se debate a humanidade, os projectos de "iluminação natural" estão num rápido desenvolvimento, em que

o emprego da iluminação artificial suplementar durante as horas de luz do dia está a tornar-se cada vez mais uma regra do que uma excepção. Portanto, as normas de luz do dia estão a ser determinadas mais em termos de ambiência do que iluminação para trabalhar. Apesar disso, uma grande quantidade de projectos de iluminação natural de grandes edifícios não habitacionais são ainda empreendidos sob a ingénua suposição de que a luz do dia será a luz empregue para trabalhar durante a maior parte do ano, pelo que seguidamente abordar-se-á, muito pela rama, dois aspectos de iluminação natural que se julga deverem ser necessariamente analisados nesta fase como justificativo dos estudos elaborados.

O emprego do método que relaciona a iluminação pretendida com o "Factor de Luz do Dia" é muito útil para o estudo dos níveis de iluminação no interior dos edifícios a partir dos projectos convencionais das janelas. O desejo de mais luz para trabalhar tornou-se manifesto nos anos de passado recente de incentivo ao consumo de energia eléctrica e a partir da introdução da lâmpada fluorescente. Como consequência, nos grandes edifícios e espaços concebidos com os pés direitos baixos e salas profundas, como estamos habituados nas construções modernas, os níveis de iluminação artificial mais adequados são agora mais difíceis de serem alcançados exclusivamente pela luz do dia (Hopkinson, R.G. - Illumination Levels and Daylight Factors) e de um modo definitivo no que diz respeito à luz lateral.

A conversão do "Factor de Luz do Dia" anteriormente indicado a partir do céu padrão de 5 000 lux pode conduzir a uma quantidade excessiva de brilho que poderá dar origem a sérios problemas de encandeamento se não foram tomadas as devidas precauções. Por exemplo, como resultado do aumento dos níveis de iluminação aconselhados, apresentados na edição de 1961 do "Illuminating Engineering Society's Code of Recommended Lighting, Practice", as tarefas visuais de dificuldade moderada exigem níveis mínimos de iluminação natural de 300 lux no fundo da sala. Assim, em termos de céu padrão isto conduziria a um "Factor de Luz de Dia" de 6 %, factor que está indicado no plano de trabalho (pranchetas) das salas de desenho. Num interior iluminado interiormente e com os pés direitos habituais da arquitectura dos nossos dias ter-se-ia ne

cessidade duma superfície que para corresponder a tais requisitos promoveria condições de encandeamento extremo(!), para além de outros problemas mais graves relacionados com o conforto e com as economias de energia resultantes da existência de superfícies envidraçadas muito grandes que afectariam o consumo de energia com a climatização.

Não dando o "Factor de Luz do Dia", só por si, uma ideia do grau de conforto e de desconforto visual que resultará da visão dum céu brilhante, o encandeamento, causa principal de desconforto visual da luz natural, é uma função directa da luminância do céu e da dimensão do trecho do céu brilhante que se pode ver, apesar de ser esta uma função inversa da luminância nas cercanias; quanto maior a luminância do interior dum compartimento menor será o encandeamento provocado por um determinado trecho do céu.

Não é conhecida ainda uma correlação entre o "Factor de Luz do Dia" dum determinado ponto de referência no interior e o "Índice de Encandeamento", até porque é possível obter-se o mesmo valor para aquele a partir de várias dimensões da sala tipo considerada e das dimensões das janelas, enquanto que este será variável com a disposição das janelas em relação a esse mesmo ponto.

Com isto quiere-se dizer que não existindo um método simples por meio do qual se possam relacionar as exigências de iluminação interior com o encandeamento, se terá que resolver os problemas que se nos deparam procurando-se uma solução de compromisso entre as exigências da arquitectura, no respeitante à compartimentação interior, da área das janelas para a penetração de luz e às restrições em área de céu visível.

Como se sabe, a iluminação do Sol, em qualquer superfície fixa, varia à medida que os ângulos de altura e azimute do Sol forem variando, recebendo uma superfície horizontal exterior uma maior iluminação solar ao meio-dia. Devido à absorção solar atmosférica "Moon P." num estudo empírico (Proposed Standard Solar - Radiation Curves for Engineering Use), sobre a dispersão e a absorção da radiação solar na sua passagem através da atmosfera, demonstrou



que existe uma relação linear entre o logaritmo dos valores por ele determinados para a iluminação solar e as massas de ar correspondentes. Para a atmosfera particularmente limpa e soalheira e para ângulos de altura solar entre os 10 e os 90° obteve "Moon" entre outras a seguinte fórmula empírica:

$$\log_{10} E = 5,1 - 0,1 "m" \quad (1)$$

com:

E - iluminação solar em lux para uma superfície normal dos raios solares

m - massa de ar em função do ângulo de altura solar

O autor destas linhas deduziu no entanto uma outra expressão matemática teórica a partir de sistemas conservativos, válida para ângulos da altura solar dos 0 a 90° e cujos valores confirmam com muita aproximação os obtidos experimentalmente, pela expressão seguinte:

$$E = e^{11,74933192} \cdot e^{-(k_1 + k_2 + k_3)^m} \cdot \left(\frac{1 + 2 \sin \alpha}{3} \right) \quad (2)$$

com:

E - iluminação solar em lux para uma superfície normal aos raios solares;

$m = [1229 + (614 \sin \alpha)^2]^{1/2} - 614 \sin \alpha$, definido como o coeficiente da massa de ar atravessada pelos raios solares para uma determinada posição do Sol quando comparada com aquela atravessada pelos raios solares com uma altura do Sol de 90°;

α - ângulo de altura do Sol;

k_1 - coeficiente de absorção atmosférica com o Sol na posição zenital e de valor 0,227081244 para a atmosfera particularmente limpa.

k_2 - coeficiente de absorção obtido a partir do coeficiente de nebulosidade médio (0 a 10) e obtido a partir da seguinte expressão:

$$K_2 = 0,0300506749 \times \bar{N}$$

k_3 - coeficiente de absorção devido a poeiras em suspensão no ar e de valor igual a zero para a atmosfera particularmente limpa.

\bar{N} - coeficiente de nebulosidade médio (valor indicado no Anuário Climatológico de Portugal para as diversas localidades).

Esta fórmula sendo bastante completa condiz perfeitamente com a expressão trazendo a iluminação do Céu Padrão da C.I.E. dado por:

$$B = B_z \left(\frac{1 + 2 \sin \alpha}{3} \right) \quad (3)$$

designando-se por B_z como luminância do céu num dado ponto A e α um ângulo da altura do Sol acima do horizonte.

A aplicação da expressão (2) permite a obtenção indirecta do valor de B_z da expressão (3) coligida de tabelas e não apresenta ainda os erros da fórmula de Pleijel, não indicada neste descritivo, por apresentar valores errados para alturas solares muito baixas, que será a situação que se verifica quando o sol está a nascer ou a pôr-se.

São consideradas conhecidas da literatura da especialidade as expressões para o cálculo da iluminação natural proveniente de um céu com luminância não uniforme e bem ainda as expressões de "Rivero" e as suas tabelas a servirem

para o cálculo rápido do "factor do céu" devido a uma janela vertical rectangular, pelo que se julga nada interessar estar a acrescentar a este assunto como comentário.

No respeitante às economias de energia pretendidas e conforme focado no capítulo respectivo para a climatização e para a iluminação dos problemas de encandeamento que certamente se deveriam verificar para certas horas do dia e para alguns postos de trabalho a ficarem localizados junto das janelas, previu a arquitectura como generalização para os diversos edifícios em estudo, a aplicação dum vidro colorido absorvente com um coeficiente de transmissão da radiação directa obtido com certa aproximação e a partir ainda de estudos de "Rivero", "Holmes" e "Beckett" pela seguinte expressão:

$$T_D = 0,7253 (\cos \chi + \sin^{-3} \chi \cos \chi) \quad (4)$$

onde χ será o ângulo de incidência dessa radiação sobre a superfície do vidro e dum coeficiente $T_d = 0,673$ para o coeficiente de transmissão da radiação luminosa difusa para um céu de luminância uniforme.

O cálculo da expressão (4) indicada para a determinação do valor de T_D em função do ângulo χ leva-nos a obter os seguintes valores:

QUADRO Nº 3

| Ângulo (o) | T_D |
|---------------|-------|
| 0 | 0,725 |
| 10 | 0,718 |
| 20 | 0,709 |
| 30 | 0,707 |
| 40 | 0,703 |
| 50 | 0,676 |
| 60 | 0,598 |
| 70 | 0,454 |
| 80 | 0,246 |
| 90 | 0,0 |

O valor de T_d indicado para o céu de luminância uniforme foi calculado a partir das constantes aproximadas de vidro a montar-se e da integração das seguintes expressões devidas a Fresnel:

$$(5) \quad T_d = \int_{0+\epsilon}^{\pi/2} \frac{1-1/2 \left[\frac{\sin^2(i-\text{arc sin}(\sin i/n))}{\sin^2(i+\text{arc sin}(\sin i/n))} + \frac{t_g^2(i-\text{arc sin}(\sin i/n))}{t_g^2(i+\text{arc sin}(\sin i/n))} \right]}{\int_{0+\epsilon}^{\pi/2} di} \times \frac{0,005}{x (1 - e^{-a \cos(\text{arcsin}(\sin i/n))})} di$$

com:

$$\epsilon = 10^{-6}$$

$$a = 277,259 \text{ (coeficiente de atenuação)}$$

$$n = 1,52 \text{ (índice de refração do vidro considerado)}$$

No cálculo efectuado para a determinação aproximada do factor de transmissão para a radiação difusa e para o vidro colorido seleccionado, não se entrou nesta fase de estudo prévio em consideração com o sistema de palas exteriores previstas na arquitectura por ainda não possuímos as suas características geométricas. Igualmente não se entrou em consideração com a obstrução parcial dos edifícios fronteiros.

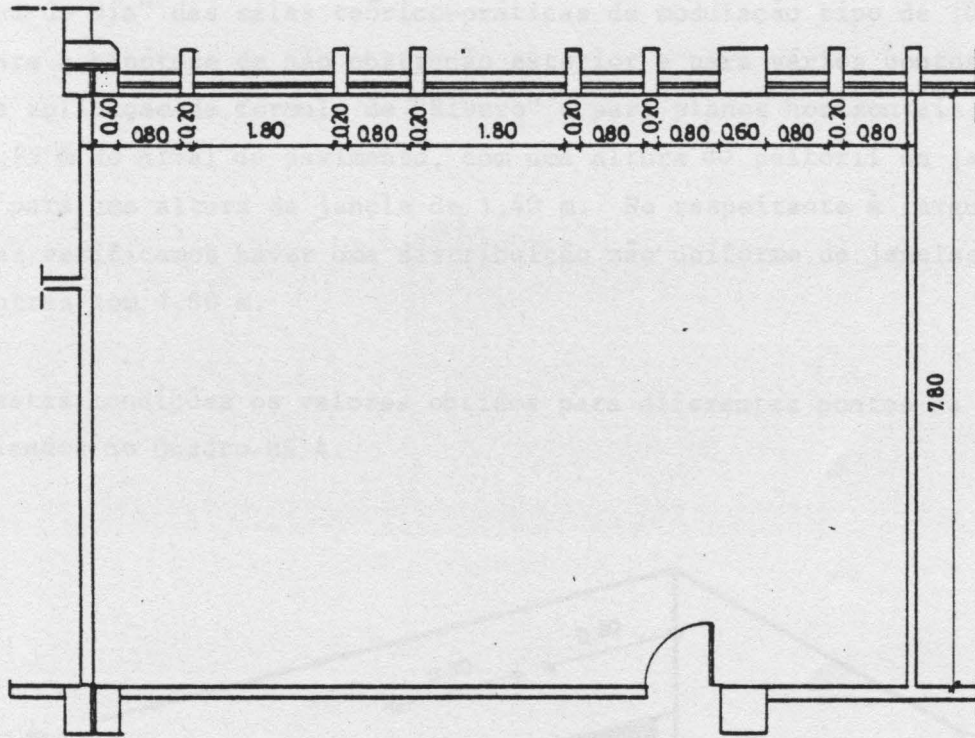


Fig. nº 2

"PLANTA DUMA SALA TEÓRICO-PRÁTICA DE ORIENTAÇÃO INDEFINIDA"

Nestas condições e nesta fase do estudo determinar-se-á então o "Factor Luz do Dia" das salas teórico-práticas de modulação tipo de 10,6 x 7,8 m para a hipótese de não obstrução exterior e para vários pontos da sala pela aplicação da fórmula de "Rivero" e para planos horizontais de trabalho 0,75 m do nível do pavimento, com uma altura do peitoril da janela a 1,00 m e para uma altura da janela de 1,40 m. No respeitante à largura das janelas verificamos haver uma distribuição não uniforme de janelas com 0,8 e outras com 1,80 m.

Nestas condições os valores obtidos para diferentes pontos da sala são indicados no Quadro nº 4.

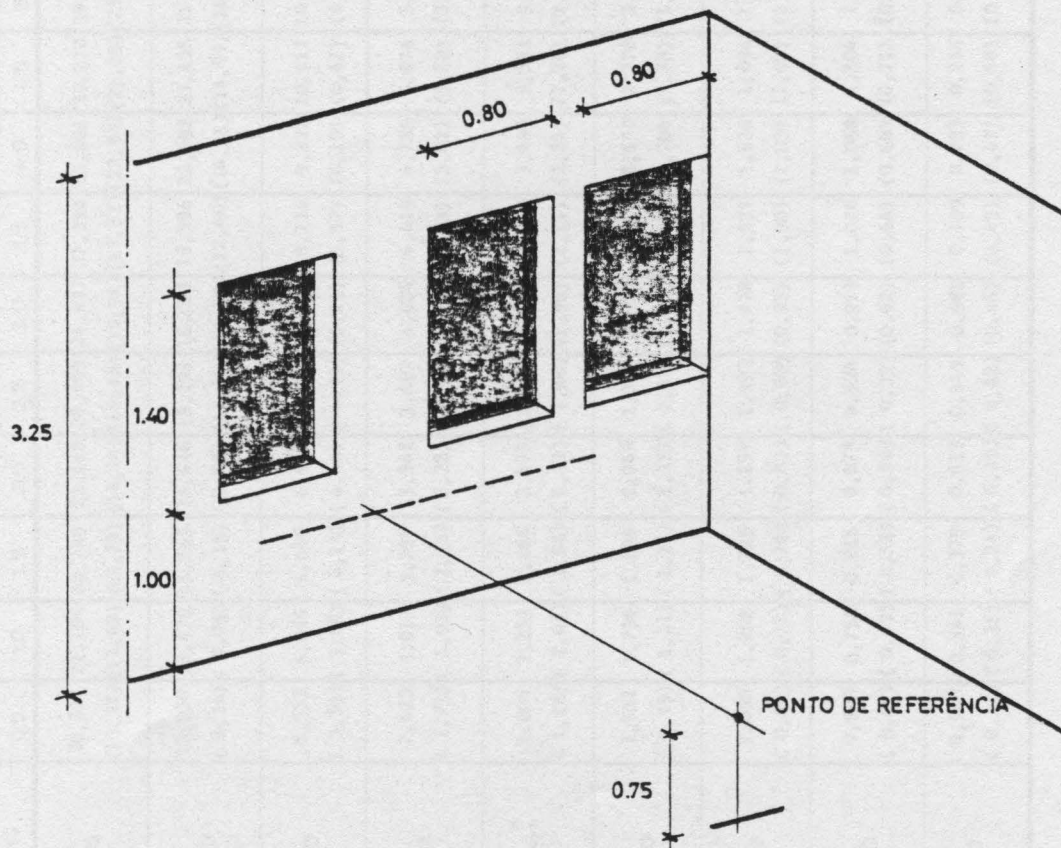


Fig. no. 3

QUADRO Nº 4
Factores Luz do Dia (%)
(Sala Tipo de 10,6 x 7,80 m)

| Profundidade (m) | Distâncias em metros em relação à parede lateral direita | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 | 10,5 |
| 0,5 | 20,827 (13,32) | 21,104 (13,49) | 20,788 (13,29) | 22,119 (14,14) | 28,899 (18,48) | 24,937 (15,94) | 27,396 (17,52) | 35,901 (22,95) | 33,278 (21,28) | 39,919 (25,52) | 35,015 (22,39) | 31,329 (20,03) | 37,410 (23,92) | 46,507 (29,73) | 53,139 (33,97) | 53,521 (34,22) | 32,780 (20,96) | 28,742 (18,38) | 31,740 (20,29) | 38,946 (24,90) | 39,856 (25,48) |
| 1,0 | 13,050 (8,34) | 14,479 (9,26) | 14,365 (9,18) | 15,446 (9,88) | 18,291 (11,69) | 18,021 (11,52) | 19,396 (12,40) | 22,692 (14,51) | 23,438 (14,99) | 25,985 (16,61) | 24,979 (15,97) | 23,405 (14,96) | 25,369 (16,22) | 30,433 (19,46) | 33,434 (21,38) | 33,685 (21,54) | 28,231 (18,05) | 22,267 (14,24) | 21,308 (13,62) | 23,698 (15,15) | 23,576 (15,07) |
| 2,0 | 5,533 (3,54) | 6,066 (3,88) | 6,469 (4,14) | 6,976 (4,46) | 7,714 (4,93) | 8,153 (5,21) | 8,714 (5,57) | 9,537 (6,10) | 10,117 (6,47) | 10,802 (6,91) | 10,973 (7,02) | 10,754 (6,88) | 11,076 (7,08) | 12,151 (7,77) | 12,766 (8,16) | 12,816 (8,19) | 11,821 (7,56) | 10,203 (6,52) | 9,172 (5,86) | 9,024 (5,77) | 8,543 (5,46) |
| 3,0 | 2,673 (1,71) | 3,013 (1,93) | 3,289 (2,10) | 3,567 (2,28) | 3,887 (2,48) | 4,604 (2,94) | 4,419 (2,83) | 4,730 (3,02) | 4,976 (3,18) | 5,295 (3,39) | 5,350 (3,42) | 5,345 (3,42) | 5,431 (3,47) | 5,024 (3,21) | 5,794 (3,70) | 5,754 (3,68) | 5,445 (3,48) | 4,913 (3,14) | 4,420 (2,83) | 4,226 (2,70) | 3,923 (2,51) |
| 3,5 * | 2,004 (1,28) | 2,253 (1,44) | 2,466 (1,58) | 2,679 (1,71) | 2,905 (1,86) | 3,096 (1,98) | 3,292 (2,11) | 3,499 (2,24) | 3,571 (2,28) | 3,910 (2,50) | 3,919 (2,51) | 3,965 (2,54) | 3,975 (2,54) | 4,013 (2,57) | 4,142 (2,68) | 4,093 (2,62) | 3,895 (2,49) | 3,558 (2,28) | 3,267 (2,09) | 3,075 (1,97) | 2,949 (1,89) |
| 4,0 | 1,557 (0,99) | 1,736 (1,11) | 1,899 (1,21) | 2,059 (1,32) | 2,228 (1,42) | 2,374 (1,52) | 2,514 (1,61) | 2,659 (1,70) | 2,778 (1,78) | 2,963 (1,89) | 2,948 (1,89) | 2,865 (1,83) | 2,984 (1,91) | 2,780 (1,78) | 3,057 (1,95) | 3,010 (1,92) | 2,876 (1,84) | 2,659 (1,70) | 2,455 (1,57) | 2,309 (1,48) | 2,142 (1,37) |
| 5,0 | 1,005 (0,64) | 1,208 (0,77) | 1,225 (0,78) | 1,299 (0,83) | 1,393 (0,89) | 1,478 (0,95) | 1,557 (1,00) | 1,634 (1,05) | 1,694 (1,08) | 1,758 (1,12) | 1,789 (1,14) | 1,788 (1,14) | 2,927 (1,87) | 1,808 (1,16) | 1,797 (1,15) | 1,763 (1,13) | 1,458 (0,93) | 1,389 (0,89) | 1,250 (0,80) | 1,201 (0,77) | 1,108 (0,71) |
| 6,0 | 0,693 (0,44) | 0,758 (0,49) | 0,815 (0,52) | 0,873 (0,56) | 0,928 (0,59) | 0,971 (0,62) | 1,026 (0,66) | 1,069 (0,68) | 1,104 (0,71) | 1,141 (0,73) | 1,149 (0,74) | 1,153 (0,74) | 1,152 (0,74) | 1,155 (0,74) | 1,142 (0,73) | 1,119 (0,72) | 1,078 (0,69) | 1,022 (0,66) | 0,965 (0,62) | 0,915 (0,59) | 0,861 (0,55) |
| 7,0 | 0,500 (0,32) | 0,541 (0,35) | 0,378 (0,24) | 0,613 (0,39) | 0,649 (0,42) | 0,681 (0,44) | 0,709 (0,45) | 0,735 (0,47) | 0,755 (0,48) | 0,771 (0,49) | 0,780 (0,50) | 0,783 (0,50) | 0,780 (0,50) | 0,780 (0,50) | 0,770 (0,49) | 0,754 (0,48) | 0,729 (0,47) | 0,697 (0,45) | 0,663 (0,42) | 0,663 (0,42) | 0,599 (0,38) |

Observações:

Os valores entre parêntesis, correspondentes somente à radiação directa, resultam da aplicação dos coeficientes referentes à utilização de vidros ligeiramente escuros e duma caixilharia metálica.



Pela análise dos valores calculados e não entre parêntesis, na hipótese de janelas livres da obstrução de edifícios fronteiros e para vidros claros, conclui-se que estes, para os diferentes tipos de actividades que serão atribuídas a estas salas, estão abaixo dos valores mínimos recomendados pelo I.E.S. Code 1961 e B.S.I.C.P. 3/1A 1964.

Os valores indicados entre parêntesis referem-se àqueles em que se entrou em consideração com vidros ligeiramente escuros e com uma redução de luz ambiente devido ao efeito da caixilharia metálica.

Os valores do "Factor Luz do Dia" à profundidade de 3,5 m são referenciados por a regulamentação anteriormente mencionada fixar, para esta profundidade, os seguintes valores mínimos:

QUADRO Nº 5
FACTOR LUZ DO DIA RECOMENDADOS

| | |
|---|---|
| Salas de desenho | 6 % |
| Salas de dactilografia e cálculos de engenharia | 4 % |
| Salas de aulas teórico-práticas | 2 % |
| Laboratórios | 3 a 6 % (dependendo da predominância de luz natural ou zenital) |



5 - LUZ NATURAL REFLECTIDA

Os valores anteriormente indicados foram calculados na base duma luminância uniforme do céu e janelas das fachadas exteriores sem persianas, nem interiores nem exteriores. Assim, os valores indicados são calculados na base da luz directa do céu penetrada pelas várias janelas e que chega a um ponto de referência da sala tipo sem se ter entrado em consideração com a luz reflectida pelas superfícies tanto exteriores como interiores.

A componente da luz reflectida exterior, que pode representar uma grande percentagem de luz interior total disponível, não foi tomada em consideração pois tal só teria significado depois de conhecida a urbanização envolvente futura dos edifícios em estudo e da sua orientação, pois o seu cálculo seria feito com a utilização dos mesmos métodos usados para a determinação do "Factor do Céu" e da "Componente do Céu".

A luz reflectida para o ponto de referência a partir das superfícies interiores é facilmente calculada com a utilização dos métodos de transferência do fluxo baseado na teoria da esfera integrada.

Baseando-nos, para coeficiente de reflexão do pavimento, num valor de 20 %, no das paredes de 50 %, excluindo a da janela considerada em 15% e no tecto de 70 %, a reflectância média de todas as superfícies da sala tipo será $R = 45,6 \%$.

A fórmula de inter-reflexão da B.R.S. para o gabinete tipo será assim determinada a partir da seguinte expressão:

$$\text{Componente reflectida interior} = \frac{0,673 W}{A (1 - R)} (CR_c + 5Rs) \% \quad (6)$$

em que:



- W - área envidraçada da janela em m^2
- R - reflectância média de todas as superfícies da sala tipo
- C - considerado igual a 39, este coeficiente é uma função da distribuição da luminância do céu e do ângulo de obstrução a qualquer outro edifício (considerou-se aqui um ângulo 0°)
- R_c - reflectância média do pavimento e das paredes abaixo do plano de trabalho, não incluindo a parede das janelas
- R_s - reflectância média do tecto e das paredes acima do plano de trabalho e não incluindo a parede das janelas

O valor da componente de inter-reflexão da B.R.S., calculada pela expressão (6) em 0,688 %, é considerada como a componente reflectida interior distribuída uniformemente numa esfera integrada.

Este valor, calculado em percentagem, deverá ser adicionado aos valores indicados no Quadro nº 4 entre parêntesis. Será no entanto conveniente ter-se presente que o valor calculado neste capítulo para a componente inter-reflectida no interior, corresponde a um valor médio que se verifica no ponto médio da sala.

6 - CONCLUSÕES

A análise dos valores finais indicados no quadro nº 5 com uma certa precisão para "Factor Luz do Dia", onde aqui se entra em consideração com a coloração dos vidros, com a utilização duma caixilharia metálica e com os fenómenos de inter-reflexão, permite concluir-se a evidência, tal como no início do texto o já prevíamos, baseados na experiência alheia, de que o emprego de iluminação artificial durante grande parte das horas de luz do dia e em termos de ambiência deverá ser prevista para este tipo de salas durante a maior parte do período diário de trabalho.

QUADRO Nº 5
 Factores Luz do Dia (%)
 (Sala Tipo de 10,6 x 7,80 m)

| Profundidade (m) | Distâncias em metros em relação à parede lateral direita | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 | 5,5 | 6,0 | 6,5 | 7,0 | 7,5 | 8,0 | 8,5 | 9,0 | 9,5 | 10,0 | 10,5 |
| 0,5 | 13,98 | 14,16 | 13,96 | 14,81 | 19,15 | 16,61 | 18,18 | 23,62 | 21,94 | 26,14 | 23,06 | 20,70 | 24,59 | 30,40 | 34,64 | 34,89 | 21,63 | 19,04 | 20,96 | 25,57 | 26,15 |
| 1,0 | 9,01 | 9,93 | 9,85 | 10,54 | 12,36 | 12,19 | 13,07 | 15,18 | 15,65 | 17,28 | 16,64 | 15,63 | 16,89 | 20,13 | 22,04 | 22,21 | 18,72 | 14,90 | 14,29 | 15,82 | 15,74 |
| 2,0 | 4,21 | 4,55 | 4,80 | 5,13 | 5,60 | 5,88 | 6,24 | 6,77 | 7,14 | 7,57 | 7,68 | 7,54 | 7,75 | 8,44 | 8,83 | 8,86 | 8,23 | 7,19 | 6,53 | 6,44 | 6,13 |
| 3,0 | 2,38 | 2,59 | 2,77 | 2,95 | 3,15 | 3,61 | 3,49 | 3,69 | 3,85 | 4,05 | 4,09 | 4,09 | 4,14 | 3,88 | 4,37 | 4,35 | 4,15 | 3,81 | 3,49 | 3,37 | 3,18 |
| 3,5* | 1,95 | 2,11 | 2,25 | 2,38 | 2,53 | 2,65 | 2,77 | 2,91 | 2,95 | 3,17 | 3,17 | 3,20 | 3,21 | 3,23 | 3,32 | 3,29 | 3,16 | 2,94 | 2,76 | 2,63 | 2,55 |
| 4,0 | 1,66 | 1,78 | 1,88 | 1,98 | 2,09 | 2,19 | 2,28 | 2,37 | 2,44 | 2,56 | 2,55 | 2,50 | 2,58 | 2,45 | 2,62 | 2,59 | 2,51 | 2,37 | 2,24 | 2,14 | 2,04 |
| 5,0 | 1,31 | 1,44 | 1,45 | 1,50 | 1,56 | 1,61 | 1,66 | 1,71 | 1,75 | 1,79 | 1,81 | 1,81 | 2,54 | 1,82 | 1,82 | 1,80 | 1,60 | 1,56 | 1,47 | 1,44 | 1,38 |
| 6,0 | 1,11 | 1,15 | 1,19 | 1,23 | 1,26 | 1,29 | 1,32 | 1,35 | 1,37 | 1,40 | 1,40 | 1,41 | 1,41 | 1,41 | 1,40 | 1,38 | 1,36 | 1,32 | 1,29 | 1,25 | 1,22 |
| 7,0 | 0,99 | 1,01 | 0,91 | 1,06 | 1,08 | 1,10 | 1,12 | 1,14 | 1,15 | 1,16 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 1,16 | 1,15 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,09 | 1,05 |

Observações:

Entrando-se em consideração com a coloração dos vidros, da aplicação de caixilharia metálica e com um factor de inter-reflexão correspondente àquele a verificar-se no ponto médio da sala.

Para uma uniformidade de concepção com as correspondentes economias de construção, o projecto architectural das fachadas exteriores dos diversos edifícios foi concebido independentemente da orientação dessa mesma fachada. Com efeito, por exemplo, as janelas que venham a estar viradas ao Sul não serão por este facto de dimensão mais reduzida do que as viradas a Norte.

Assim, ter-se-á que admitir que, em dias sombrios e completamente enevoados, quando o céu não apresenta qualquer brilho preferencial na direcção Sul, as salas que eventualmente tivessem janelas mais pequenas seriam mais afectadas por uma luz natural ainda mais inadequada.

Em resumo, poder-se-á afirmar que os projectos que se fundamentam nas dimensões mais adequadas de janelas tendo em consideração a distribuição estatística da luminância do céu estão sujeitos à crítica. A prática mais aconselhável para climas temperados como o nosso, e com os valores de nebulosidade mais frequente que se verificam entre nós, consiste pois em não relacionar a orientação com a dimensão das janelas, com a hipótese de que o céu, ou se apresentará com uma luminância uniforme, ou com uma distribuição simétrica da luminância em redor do zénite.

Por outro lado, ter em conta que se as janelas forem projectadas na base duma distribuição simétrica da luminância do céu, haverá longos períodos durante o ano nas quais o ambiente se torna insuportável pelo encandeamento provocado pelo excesso de luz nos diversos planos de trabalho.

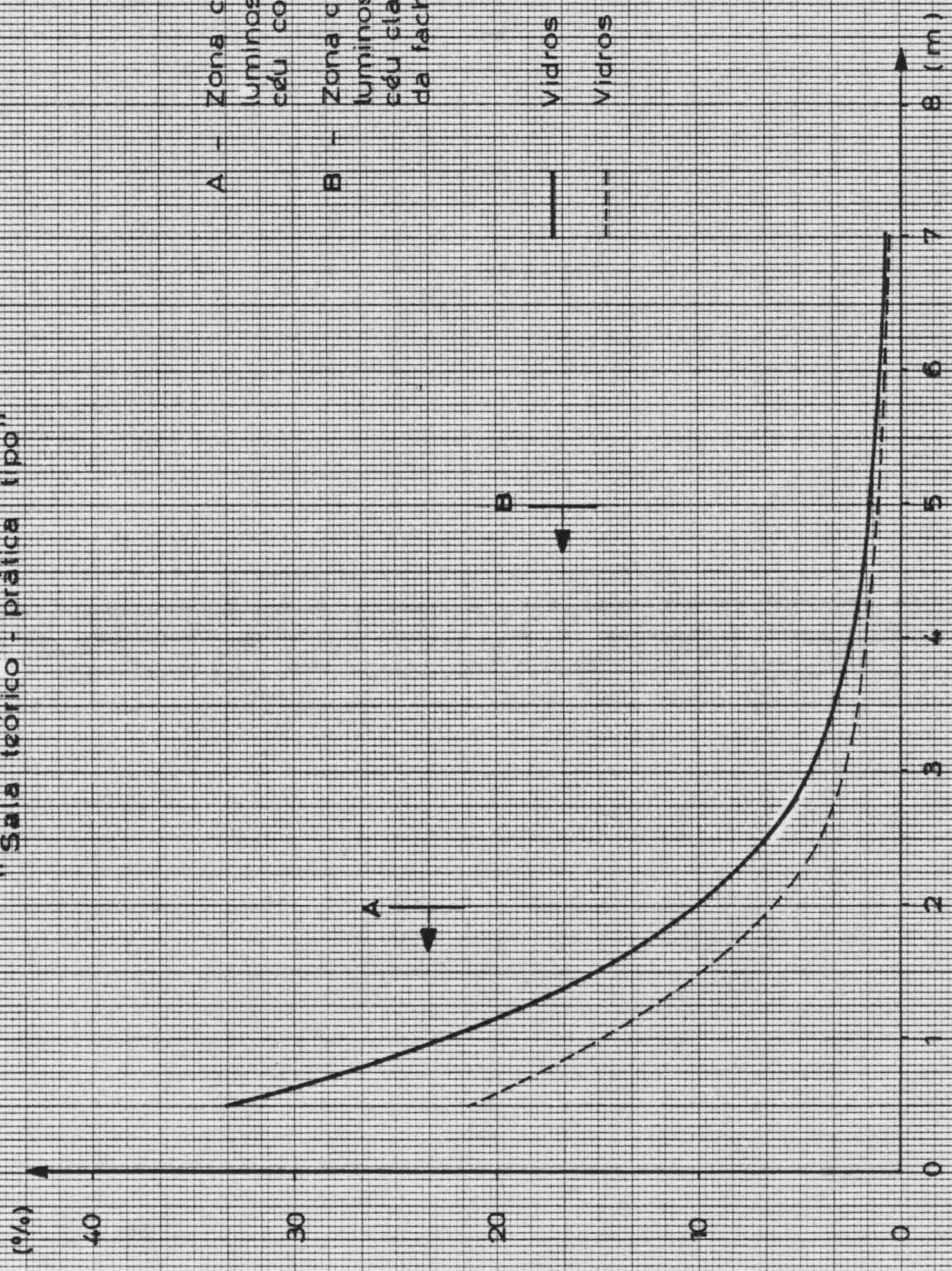
Para resumir-se esta exposição limitar-nos-emos, assim, a chamar à atenção para a prática do passado recente, mais por motivos económicos de construção, exploração e de economia espaço para implantação de determinadas edificações, estar no projectar as dimensões das janelas para uma situação intermédia entre as mais sombrias condições de céu e as do céu descoberto, levando a proporcionar-se uma protecção adequada junto das janelas para ser empregue sempre que se tornasse necessário diminuir o encandeamento do céu.

Contudo, o aparecimento e a generalização da iluminação artificial por lâmpadas fluorescentes levou a rever-se novamente este problema e assim passou

a prever-se o emprego duma iluminação artificial suplementar permanente, o que conduz a projectarem-se as janelas com a finalidade de induzirem um conforto visual durante todo o ano (vidé Figura nº 2) mas criando-se um suplemento permanente mínimo de iluminação artificial adequado de forma a proporcionar uma iluminação de trabalho adequada nas zonas mais profundas da sala. A eventual crítica quanto ao facto de com esta solução se proporcionar um maior dispêndio de energia eléctrica de iluminação não terá sentido se simultaneamente forem quantificadas as economias energéticas não só com o fabrico de determinados materiais (pés direitos mais reduzidos e salas mais profundas) como ainda com aquelas resultantes da exploração das instalações de climatização.

Assim, e agora para finalizar-se, verifica-se pela Figura nº 3, representando a variação exponencial do "Factor Luz do Dia" médio da sala tipo em função da profundidade considerada, que enquanto a luz na proximidade das janelas de altura reduzida (1,4 m) é excessiva e promoveria o encandeamento sem prever-se uma protecção adicional, a luz nas zonas mais profundas da sala é escassa e exigirá a iluminação acesa durante a maior parte do ano. Assim, constatado o exposto e para atenuação dos efeitos desfavoráveis, será prevista a aplicação de caixilharia metálica de abertura por fecho especial (vidé Memória Descritiva das Instalações de Climatização) dotada de vidro colorido e conjugada com a aplicação duma protecção interior da luminosidade por "Louver drap" ou por estores de alumínio", solução a ser optada em definitivo pela arquitectura.

GRÁFICO DOS "FACTORES LUZ DO DIA"
 "Sala teórico - prática tipo"



- A - Zona c/excesso de luminosidade com céu coberto.
- B - Zona c/excesso de luminosidade com céu claro e orientação da fachada Sul.
- Vidros transparentes
- - - Vidros coloridos

Fig. nº 4



C - INSTALAÇÕES TÉCNICAS ESPECIAIS

1.1 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

1.1.1 - CONDIÇÕES GERAIS

1.1.1.1 - Introdução

O processo de desenvolvimento desta obra "Instalações Elétricas" é resultado de uma série de reuniões e estudos realizados com o objetivo de estabelecer os princípios básicos de projeto e execução de alguns tipos de instalações elétricas em ambientes residenciais, comerciais e industriais.

Proceder-se-á a uma análise detalhada das condições particulares de cada caso e a adoção das soluções mais adequadas para cada situação.

C.1 - INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

As instalações elétricas devem ser projetadas e executadas de acordo com as normas técnicas vigentes e de acordo com as condições particulares de cada caso. O projeto deve considerar a segurança, a eficiência e a economia, bem como a facilidade de manutenção e a adaptação às futuras necessidades. A execução deve ser feita com materiais e mão de obra qualificados, seguindo rigorosamente as especificações do projeto.

As instalações elétricas devem ser projetadas e executadas de acordo com as normas técnicas vigentes e de acordo com as condições particulares de cada caso. O projeto deve considerar a segurança, a eficiência e a economia, bem como a facilidade de manutenção e a adaptação às futuras necessidades.

As instalações elétricas devem ser projetadas e executadas de acordo com as normas técnicas vigentes e de acordo com as condições particulares de cada caso. O projeto deve considerar a segurança, a eficiência e a economia, bem como a facilidade de manutenção e a adaptação às futuras necessidades.

C.1 - INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 - Introdução

O processo agora apresentado nesta fase de "Estudo Prévio" é elaborado e desenvolvido de acordo com os princípios e planos do Programa Preliminar e de alguns princípios estabelecidos nos vários volumes do "Guidelines For Planning in Colleges and Universities".

Procurar-se-á assim, nesta fase de projecto, particularizar tendências e soluções e incluir aspectos não explicitamente focados nos elementos fornecidos pela Comissão Instaladora, dado que se torna evidente que para edifícios muito importantes e diversificados na sua finalidade, complexos na sua utilização, muito dispersos pelo terreno e muito valiosos pelo seu recheio e pelas funções a aqui serem desenvolvidas, deverá ser apresentada uma cuidada planificação da metodologia a ser seguida nos estudos a serem elaborados pela diversidade de instalações técnicas que se admite justificam virem a existir, uma vez que implicações de ordem funcional que lhe são inerentes, conjugadas com uma minimização pretendida para os encargos de primeiro investimento, exploração e manutenção dos vários equipamentos técnicos dos edifícios justificam uma profunda ponderação por forma a tardiamente, quando da execução dos estudos em fase posterior do estudo "Ante-Projecto" e "Projecto" não se ter que optar pela escolha de soluções menos adequadas.

É consenso geral que as instalações técnicas especiais em empreendimentos com as características do que agora nos debruçamos merecem uma cuidada planificação e uma cuidada previsão de forma a deixar os vários edifícios preparados para a introdução do ensino de novas técnicas.

Assim, porque o investimento atingirá certamente verbas bastante elevadas cujo financiamento será retirado do erário público, não será, em nosso en-

tender, razoável estar-se a projectar um empreendimento com a natureza específica deste sem nos apoiarmos em bases económicas técnicas bem fundamentadas e prepararmo-nos para um ensino técnico-prático sempre em contínua evolução. É importante reconhecer-se o facto de um projecto com a importância deste dever ser estudado "ab initio" em pormenor, justificando-se a elaboração em paralelo com este, para além das razões técnicas da solução e dimensionamento escolhido, dos estudos estatísticos previsionais da possível evoluçãoda população escolar pelos diversos ramos de ensino e dum estudo económico das soluções técnicas optadas para a concepção do empreendimento.

Haverá, assim, que decidir para uma certa finalidade de empreendimento e para um certo investimento de capital a estabelecer, à priori, um determinado esquema a partir de determinadas hipóteses que venham a definir quais as opções económicas e/ou as de compromisso a serem tomadas no seu devido tempo. A forma mais científica de examinar e formular um certo número de hipóteses a usar justificaria, quanto a nós, a utilização de uma técnica de orçamentação evoluída que visasse informar em tempo real das opções técnico-económicas e das técnico não económicas. As limitações económicas concretas a porem-se, eventualmente no respeitante ao montante do investimento e em função do agravamento de custos dos vários materiais, deveriam, em nosso entender, ser previamente conhecidas e estudadas nesta fase dos estudos, por forma a que assim se conseguisse a melhor rentabilidade de investimento após o estudo das relações entre as várias variáveis económicas (mão-de-obra disponível e necessária, primeiro investimento, em cargos de exploração e manutenção das várias instalações, quadro de pessoal, etc.) e com tal proceder não deixar resolverem-se alguns problemas somente por intuição ou abandoná-los ao acaso.

O estudo deste projecto, devido ao alto investimento preconizado, insiste-se, justifica em fase posterior ao Estudo Prévio um desenvolvimento formal e sistemático do programa que, embora não represente uma condição indispensável, é desejável para o estudo e execução dos projectos parciais. Sabemos por experiência que muitos projectos arrancam com uma simples e su

perifical intuição quanto às reais necessidades e quanto ao funcionamento dos vários serviços. Propõe-se, neste caso e numa fase posterior a este estudo, uma cuidadosa análise das repercussões e das várias interligações dos projectos parciais, obtendo-se desta forma uma noção clara das vantagens e desvantagens em relação ao tipo de opção por determinadas instalações técnicas com princípios económicos que eventualmente justifiquem ser revistos na generalidade. Uma pormenorizada análise das relações entre o projecto, análise dos princípios gerais de economia e a melhor qualidade dos estudos, reduzirão certamente o risco de eventualmente aparecer uma situação de ruptura com compromissos assumidos anteriormente, resultantes de uma deficiente avaliação e dimensionamento do projecto e com o evoluir da técnica.

A necessidade de uma coordenação geral, ao serem tomadas orientações e decisões definitivas somente em fase de estudo de ante-projecto, impõe-se com uma maior acuidade no futuro e no respeitante às eventuais divergências quanto ao programa inicialmente traçado no referente à repartição de salas técnicas e práticas e àquele que novas orientações do Ministério da Educação, ou por uma análise das várias alternativas admissíveis, se vierem a mostrar absolutamente necessárias e aconselháveis.

Quando projectos específicos são estudados no mais ínfimo pormenor e as mais detalhadas informações são disponíveis à equipe no momento próprio, é correcto entrar-se em consideração com esses mesmos elementos e introduzí-los como uma nova informação para o andamento sequencial dos estudos.

Procurou-se nesta fase dos estudos, ainda um tanto incipiente e abarcando um grande número de instalações diversas e de alguma sofisticação, que estes deveriam já envolver uma interligação perfeita de problemas técnicos, económicos e de programação com a particularidade de nestes se ter ainda procurado permitir uma flexibilidade e uma revisão do programa. Estamos neste momento, por exemplo, a lembrarmo-nos dos compromissos a tomar com o tipo de cobertura por forma a que futuramente a adaptemos sem grandes problemas a uma fácil implantação do equipamento do ar de renovação e de

recuperação térmica por edifício ou ainda o de futuramente, a longo prazo, quando tal se justifique económico e paralelamente com o avanço da técnica, se julgue da altura própria da implantação de equipamento de captação de energia solar do tipo "fotovoltaico".

Posto o problema tal como se nos apresentou e exposto sucintamente qual a orientação que pareceu mais aconselhável em face da metodologia seguida, procurar-se-á orientar e apresentar os estudos que se seguem em fase posterior separadamente por edifício, segundo um modelo que pareceu mais apropriado de forma a permitir mais facilmente inclusões, exclusões e alterações de tipo e âmbito das diversas instalações a serem implantadas como ainda o de assim, em nosso entender, permitir que a Comissão Instaladora possa ter em seu poder e no mais curto período o processo actualizado segundo as últimas recomendações e/ou directivas a serem emitidas.

No respeitante ao aspecto muito particular da biblioteca, onde toda a documentação a conservar e a actualizar o justifica plenamente, entende-se que esta deverá ser considerada como um fluído a que todos os docentes em colaboração com o bibliotecário devem procurar reter para o seu tratamento e encaminhamento adequado e tal não suceda como a água dos rios onde se não previram açudes e barragens e que chega ao mar sem qualquer utilização prévia. Pretendendo a equipa projectista colaborar num projecto de uma biblioteca com características muito particulares, procurou documentar-se convenientemente por forma a que os estudos que para aqui venham a ser elaborados em fase de ante-projecto e projecto conduzam a uma instituição evoluída em relação às tidas por clássicas, pela organização mais viva e dinâmica que as próprias instalações e equipamentos que se admite como a integrá-la lhe induzam.

Com a opção tomada surgiria assim, se bem se admite, a utilização dum tipo de Bibliotecário intermédio entre a concepção norte-americana, rasgada e de horizontes amplos, e a concepção anglo-saxónica de horizontes mais modestos em que aquele tipo de funcionário dispondo de uma formação básica aprofundada no/s mesmo/s campo/s dos utilizadores dessa mesma biblioteca

integrar-se-á forçosamente num grupo de trabalho onde serão previamente definidos os campos de actuação e como tratar a documentação, que tal como a Federação Internacional de Documentação a definiu, constará na "reunião, selecção, classificação, distribuição e conservação dos documentos".

1.2 - Instalações técnicas a considerar como virem a existir

Nos vários edifícios em estudo poderão admitir-se como de aplicação técnico-económica, no todo ou em parte, as seguintes instalações directamente relacionadas com as instalações eléctricas, segurança, transporte de pessoas e volumes, tratamentos acústicos e excluindo-se somente as de natureza electro-mecânica relacionadas com o conforto e as de cozinhas que serão desenvolvidas em estudos distintos:

Grupo I - Instalações eléctricas de energia, que poderão sub-dividir-se nos seguintes sub-grupos:

- Subestação
- Posto/s de transformação e grupo de emergência
- Colunas montantes e alimentações várias
- Quadros eléctricos de protecção e comando da distribuição de energia
- Instalações de Iluminação Exterior
- Instalações de iluminação interior e de emergência e de tomadas de corrente
- Instalações de Força Motriz
- Instalações de protecção contra descargas atmosféricas

Grupo II - Instalações de Comunicações, subdividindo-se como segue:

- Instalações de sinalização



- Instalações telefônicas internas e externas e de avisos de mensagem
- Instalações de teleimpressor (Telex)
- Instalações audio-visuais

Grupo III - Instalações electro-acústicas que se podem sub-dividir em:

- De difusão de avisos de chamada e de música;
- De projecção cinematográfica e/ou projecção (slides, epidioscópios, retroprojectores, etc.)
- De tradução simultânea
- Laboratório de línguas

Grupo IV - Instalações de Controlo e Segurança

- Informação horária
- Controlo horário
- Gestão de pessoal
- Avisadores e detectores de incêndio e da presença de gases tóxicos que oportunamente se venham a definir
- Avisadores e detectores de roubos e assaltos
- Controlo de acessos, ronda e alarmes interiores e exteriores
- Protecção contra o fogo e portas corta-fogo
- Casa forte (secretaria)

Grupo V - Instalações de tratamento informático

Assuntos de arquivo

- Classificação de documentação

- Recuperação da informação
- Inventário

Assuntos administrativos

- Gestão de pessoal
- Tratamento de texto
- Elaboração de horários e distribuição de alunos por salas em função da sua capacidade e disponibilidade

Assuntos de segurança

- Roubo
- Incêndio
- Controlo de acessos
- Portas corta-fogo

Assuntos técnicos

- Economia de energia
- Supervisão e controlo da climatização
- Manutenção programada de equipamentos

Grupo VI - Instalações de transporte de pessoal e volumes diversos

- Ascensores de pessoas, monta-livros e monta-cargas

Grupo VII - Instalações de tratamento e conservação da documentação

- Câmara de expurgo
- Fotocópia
- Microfilmagem

- Encadernação

- Offset

Grupo VIII - Instalação de destruição e eliminação de documentos e resíduos

- Eliminação de documentos

- Incinerador

Grupo IX - Isolamentos e tratamentos térmicos e acústicos

- Correção acústica

- Isolamento acústico

- Isolamentos térmicos

2 - DESCRIÇÃO GERAL DAS INSTALAÇÕES

Tal como o explicitado no capítulo anterior, seguidamente, reportar-nos-emos nesta fase de Estudo Prévio, e portanto não antecedido de um diálogo prévio com a Comissão Instaladora, a muito sucintamente mencionar-se o grau de desenvolvimento a dar-se às diversas instalações técnicas anteriormente indicadas como enquadradas pelos diversos grupos.

2.1 - Instalações do Grupo I

2.1.1 - Abastecimento, distribuição de energia e grupo de emergência

Estimou-se nesta fase dos estudos uma potência eléctrica instalada na primeira fase da ordem de 3 MVA e na fase final da ordem dos 8 a 9 MVA.

Segundo directivas da EDP - Braga, foi indicado não se prever desde já, com uma subestação eléctrica no Campo Universtário, mas sim com várias

alimentações a 15 kV a partir da subestação da EDP de S. Martinho de Dume.

A rede de A.T. de distribuição pelos diversos postos de transformação, ligados em anel, será a 15 kV por intermédio de condutores do tipo seco.

Os postos de transformação alimentados pela rede em A.T. de 15 kV, a abastecer um grupo de edifícios em energia de B.T., e segundo o assinalado nos desenhos anexos, será para uma potência nominal e normalizada de 200 kVA, excepções feitas para o destinado a alimentar simultaneamente ao edifício da preparação central de refeições e da central térmica do Grupo Universitário e para o destinado também a alimentar a cozinha de confecção de alimentos que ficará integrada num edifício de ensino.

Os quadros gerais de baixa tensão (Q.G.B.T.) alimentados, quer a partir do P.T quer a partir do Grupo Diesel Eléctrico para o conjunto das necessidades de primeira fase e fases seguintes, localizam-se na mesma sala dos P.T que, para efeitos de segurança e acesso imediato por parte do pessoal de manutenção e/ou do distribuidor de energia eléctrica, terá um acesso directo ao exterior.

Os quadros gerais de baixa tensão serão com barramentos seccionados para efeitos da redução das correntes de curto-circuito, mas com possibilidade de interligação automática por forma a garantirem uma continuidade no fornecimento de energia eléctrica aos circuitos prioritários; independentemente da alimentação via grupo gerador de emergência ou de um corte da alimentação programada ao transformador para redução de perdas.

O quadro eléctrico do gerador de emergência será equipado com os aparelhos de medida e contagem convenientes para um funcionamento inteiramente automático do grupo gerador de emergência para uma potência estimada de 400 kVA por forma a satisfazer as necessidades de iluminação permanente em alguns locais a serem definidos posteriormente conforme o pare-

cer da equipa projectista, de acordo com os regulamentos em vigor, e bem ainda em todas as instalações de sinalização, alarme, segurança, comunicações, informática, elevadores, instalações de conservação frigorífica de géneros alimentícios, etc..

A avaliação da potência de emergência estimada e das áreas mínimas necessárias para a implantação do equipamento basearam-se essencialmente nos elementos fornecidos no programa, com as correspondentes correcções em função das necessidades estimadas, e na integração das instalações de emergência, da instalação da central de climatização e bem ainda das da zona de armazenagem, conservação e de preparação central de alimentos destinados a serem confeccionados nos diversos refeitórios universitários, não só dos distritos de Braga mas bem ainda nos de Guimarães, num edifício único.

2.1.2 - Colunas montantes e alimentações

Junto às principais zonas de acesso foram previstas chaminés para o estabelecimento de instalações que afectam todos os andares.

A localização e ocupação dessas chaminés são indicadas nesta fase em desenhos de arquitectura e destinam-se tanto à passagem de cabos de energia (correntes fortes) como o de correntes fracas (sinalizações, telecomunicações, etc.). A localização dessas chaminés de cabos, que permitirá sectionar cada edifício por piso, tal como o exigem as Normas de Segurança das Instalações Eléctricas, situar-se-á próximo do centro de gravidade de cargas em relação ao P.T. considerado. Em qualquer dos casos, e independentemente de alterações arquitectónicas a procederem-se, essas chaminés ficarão sempre a uma distância muito curta dos acessos a esses mesmos pisos e serão localizadas em zonas onde perfeitamente as poderemos dotar com as respectivas protecções corta-fogo.

A dimensão das chaminés permite a possibilidade de coexistirem colunas montantes de correntes fortes (iluminação e força-motriz) e de correntes

fracas sem interferências de indução das primeiras sobre as segundas, desde que, naturalmente, sejam devidamente posicionadas.

2.1.3 - Quadros eléctricos de distribuição de energia

Salvo os quadros eléctricos destinados a funções muito específicas, tais como da Central de Climatização, dos ascensores, cozinhas, etc., todos eles ficarão, sempre que possível e consoante o tratamento arquitectónico que venha ser posteriormente definido, no interior das próprias chaminés.

Estes quadros protegerão os circuitos estabelecidos nas suas zonas de influência sem que no entanto não se procure posteriormente estudar a forma da solução encontrada de modo a não deixar de respeitar-se o "Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica" no disposto no nº 3 do artigo 421, em conjugação com o artigo 437, e cuja interpretação tanta celeuma tem levantado pela Fiscalização das instalações.

Em princípio, a selectividade de toda a rede de distribuição será assegurada por disjuntores de protecção térmica e electro-magnética adequados, caso por caso, com a potência de corte compatível com as correntes de curto-circuito.

Os standards do nível de iluminação preconizado basearam-se no recomendado no volume 5 do "Guidelines for Planning in Colleges and Universities" de Charles Pinnel e outros.

Estas recomendações são muito gerais e como é óbvio deverão ser aplicadas criteriosamente e ratificadas quando do projecto definitivo, pois haverá ainda que atender às características específicas da actividade destinada a cada local.

A flexibilidade de posicionamento das armaduras de iluminação nas salas, e muito em especial na biblioteca, deverá ter em conta o "factor de encandeamento" e o factor de "luz-do-dia" a serem pormenorizados em fase de

ante-projecto e projecto. Haverá bem ainda que atender-se aos problemas relacionados com a economia de energia.

2.1.4 - Iluminação exterior

No referente à iluminação exterior, zona verde e caminhos de circulação, há que considerar que ela não será só funcional como desempenhará um papel importante pela valorização que promoverá ao empreendimento e ao arranjo urbanístico, como ainda à segurança que induzirá na circulação dos peões e do tráfego rodoviário.

2.1.5 - Iluminação interior e tomadas

Previu-se genericamente, para estimativa das cargas eléctricas a considerar, os seguintes níveis de iluminação:

- Central de aquecimento e refrigeração - 150 lux
- Sala de equipamento de controlo e segurança - 600 lux
- Salas de aula - 500 lux
- Salas de leitura
 - . ambiente ----- 200 lux com 19 para índice de encandeamento
 - . local (mesas com dispositivo para leitura com característica especial) --- 400 lux com 19 (índice de encandeamento)
 - . local ----- 600 lux com 16 (índice de encandeamento)
 - . corredores entre armários de livros -- 100 lux (sobre a superfície vertical)



| | |
|--|---------------------------|
| . catálogos ----- | 400 lux 22 (índice de en- |
| | candeamento) |
| - Instalações sanitárias ----- | 200 lux |
| - Corredores ----- | 150 lux |
| - Central telefônica ----- | 150 lux |
| - Refeitórios ----- | 150 lux |
| - Cozinhas ----- | 500 - 250 lux |
| - Salas de aula teórico-práticas ----- | 250 lux |
| - Anfiteatros ----- | 200 lux |
| - Salas de desenho ----- | 600 lux |
| - Oficinas ----- | 250 lux |
| - Laboratórios (física) ----- | 250 lux |
| - " (química) ----- | 500 lux |

Admitiu-se ainda que ao tipo de iluminação a predominar será a fluorescente e que o tipo de cor a ser utilizada com mais predominância será a correspondente à 32 e 34 da "PHILIPS".

Parte-se ainda do princípio que na maioria das zonas de concentração de público (refeitórios, biblioteca, auditórios e corredores) haverá tecto falso metálico e acústico com modulação adequada à desenvolvida pela arquitectura e tendo por base uma distribuição de armaduras para satisfação dos níveis de iluminação sugeridos anteriormente, com armaduras de

iluminação fluorescente embebida ou à vista e com lâmpadas protegidas por difusores em vidro acrílico prismático ou de grelha aberta.

As características de acessibilidade fácil ao tecto para as normais operações de manutenção das armaduras em edifícios com a finalidade de utilização e os condicionamentos que admitimos vir a ter com o pessoal de manutenção privativo ou a contratar a certa empresa, como pensamos que evoluirá a situação futura, serão tomadas em consideração em fase de projecto.

No respeitante às tomadas de energia, admite-se também nesta fase do estudo que algumas instalações a prever serão lançadas em termos de compartimentação fixa e outras em termos de compartimentação amovível, pelo que será de considerar-se, em fase de ante-projecto, a possibilidade de adoptar qualquer dos tipos a seguir sugeridos:

- Solução 1: Estabelecimento de circuitos de tomadas em toda a periferia das paredes fixas exteriores e interiores e cobrir as necessidades de tomadas que ocorram nos espaços intermediários com o estabelecimento dos circuitos que corram pelos tectos.

Destes circuitos serão derivadas alimentações na direcção das divisórias, no caso das compartimentações, ou as derivações descerão do tecto na direcção das utilizações

As alimentações das mesas dos leitores na biblioteca ou de salas com larga utilização de máquinas de calcular far-se-ão por circuitos embebidos nos pisos

- Solução 2: Estabelecer circuitos nas periferias como indicado no caso anterior e resolver carências de necessidades nos espaços intermédios com a utilização de "single-poles". Inclui-se aqui a possível aplicação desta solução nos laboratórios e algumas aulas práticas, que pela sua especificidade o justifiquem em lu-

gar da solução mais frequente em Portugal, que é a utilização de calhas pré-fabricadas a ficarem embebidas no pavimento e dispostas de modo a cobrirem as necessidades de qualquer tipo de implantação de postos de trabalho.

Estas colunas metálicas, designadas anteriormente por "single-poles", permitirão o estabelecimento de tomadas de energia e de telefones em qualquer ponto e não só no momento do estabelecimento da instalação como ainda posteriormente com pequenos trabalhos de adaptação.

2.1.6 - Força-motriz e aquecimento

Englobará em especial as redes de alimentação dos ascensores, ventiladores, climatizadores, unidades frigoríficas, equipamento de cozinhas, bombas de água, etc..

2.1.7 - Instalação de protecção contra descargas atmosféricas

Prevê-se a protecção dos edifícios contra as descargas atmosféricas pela aplicação de um ou mais "para-raios" do tipo radioactivo convenientemente dimensionados para actuação dentro do raio de protecção pretendido.

2.2 - Instalações do Grupo II

2.2.1 - Instalações de chamada e sinalização

Em princípio, admite-se que não sejam de prever instalações de chamada de contínuo para a generalidade das salas, mesmo dos gabinetes da direcção, zona de secretaria, etc.. Admite-se nesta fase dos estudos que se faça excepção para os anfiteatros, embora se tenha noção da realidade de que, para além da contenção das despesas e do pessoal pretendido nos organismos públicos os vencimentos e os encargos com o funcionalismo público dos organismos oficiais, apresentando na generalidade uma inacreditável



baixa produtividade, são hoje de tal forma elevados quando comparados com a actividade privada, para que no entender do projectista se justificar que se não criem lugares cuja única fundamentação seria a de criar falsos postos de trabalho para redução da taxa de desemprego.

Os circuitos de comunicações telefónicas internas que se prevê instalar no edifício, os de transmissão de documentos e as actividades de secretariado a desenvolver são neste momento mais que suficientes, no entender do projectista. É evidente que esta posição poderá ser alterada em qualquer momento, conforme venha a ser explicitamente definida em fase posterior dos estudos de pormenorização das instalações, até para que se venham a introduzir pequenas alterações na arquitectura com a eventual implantação de postos fixos de contínuos.

2.2.2 - Instalações telefónicas interiores e exteriores e de avisos de chamadas

Conhecedores das exigências habituais de edifícios com as características e as funções do presente no respeitante às necessidades dum serviço de comunicações rápidas, práticas e eficientes, previu-se a aplicação duma central telefónica convenientemente dimensionada por forma a satisfazer todas as necessidades internas e externas com a rede pública dos CTT/TLP e a ficar implantada no edifício do Complexo Pedagógico.

Esta central, segundo solução a acordar futuramente, será de propriedade da Universidade e ficará interligada por "circuitos de troncas" às outras centrais da Universidade, já existentes, na base do aproveitamento de uma regalia prevista na legislação.

Opta a equipa projectista, nesta fase dos estudos, por esta solução e sem qualquer hesitação dado, em nosso entender, dever a central telefónica ser dotada com um sistema generalizado do bloqueio de chamadas para o exterior, por chave ou código especial, limitação permitida pelos CTT/TLP somente para centrais privadas.

A limitação a impôr para a grande maioria dos telefones amortizaria em pouco tempo o investimento de capital que eventualmente se fizesse com a aquisição de equipamento para registo do número do telefone, chamada, número de impulsos, grupo "data-hora" e o montante do preço da chamada.

A presente descrição não incluirá obviamente uma localização, quantificação dos vários tipos de telefones e descrição da aparelhagem telefônica, da alimentação do sistema, das posições manuais, dos painéis de identificação da linha chamadora, dos painéis de serviços de mensagem, dos painéis dos contadores e registadores de chamadas e impulsos.

Limitar-nos-emos a deixar previsto o espaço necessário à implantação de uma central de 600 extensões e 15 linhas de rede na fase final do empreendimento, números que nesta fase já consideramos mais que suficientes, mas será certamente a Comissão Instaladora a pronunciar-se.

Dos telefones com marcador e permitindo uma transferência interna de chamadas serão alguns dotados de uma lâmpada sinalizadora de mensagem e outros do tipo secretariado incorporando assim um sistema de sinalização de "ocupado", "espere" e "entre".

2.2.3 - Instalação de teleimpressor (telex)

No âmbito destas instalações prevê-se um único sistema (unidade) destinado às comunicações com o exterior através de um circuito de ligação à rede de telex dos CTT/TLP.

No referente à eventual necessidade de transmissão do pedido de requisições de literatura vária dos diversos departamentos à Biblioteca Central, com emissão de impressos justificativos dessa requisição e da saída dessa mesma literatura do local de arquivo habitual para um controlo permanente e efectivo da localização e respectiva segurança de toda a literatura pertencente ao património da Universidade, ou ainda para a informação periódica automática a todos os departamentos da literatura recebida

pela Biblioteca, prevê-se que a transmissão de ordens poderá ser feita por intermédio de teleimpressores dotados com um interruptor de chave ou um cartão personalizado por forma a que não possa ser feita qualquer requisição por pessoa não autorizada.

Para o estabelecimento de comunicação entre dois teleimpressores prevê-se a utilização de uma central adequada e a ser localizada no próprio edifício da Biblioteca, dotada duma unidade de memória.

2.2.4 - Instalações audio-visuais

Englobamos neste tipo de instalações as unidades de "video-tape" e "video-disco" com larga aplicação em universidades.

Este tipo de instalações, de funcionamento integrado com um circuito interno de TV e de monitores TV, terá larga aplicação em alguns anfiteatros dimensionados para larga assistência por forma a assim se poderem nestes ministrar determinados ensinamentos e transmitir-se determinadas conferências encomendadas a individualidades de projecção internacional sem necessidade de as fazer deslocar a Portugal.

Pela finalidade e generalidade de aplicações a que se pretende atribuir este tipo de instalações evidentemente que tal implicará que os monitores e demais aparelhagem deverá ser do tipo "colour-video".

2.3 - Instalações do Grupo III

2.3.1 - Instalações de difusão de avisos de chamada e música

Admite-se que em alguns locais, para além das zonas de refeitório, bares e auditórios, seja de prever uma instalação de chamada, de ampliação de sinais sonoros (palavra) e bem ainda de difusão de música com características adequadas ao fim em vista. Verificada a dispersão da implantação dessas mesmas instalações, admite-se nesta fase dos estudos que elas serão inteiramente independentes e serão a particularizar pela Comissão

Instaladora.

2.3.2 - Instalações de projecção cinematográfica ou de projecção de slides

Para estas instalações prevêm-se nesta fase dos estudos somente as alimentações eléctricas aos equipamentos de projecção a serem definidos so mente em fase de ante-projecto, após uma definição por parte da Comissão Instaladora do tipo de equipamento a ser adoptado, não só no respeitante ao foco luminoso - lâmpada de cátodo frio, de eléctrodos, etc. - como bem ainda no respeitante ao tipo de filme - 8,16 e 32 mm.

2.3.3 - Instalações de tradução simultânea

Igualmente, tal como no capítulo anterior, não se prevê qualquer equipamento fixo uma vez que só depois dum conhecimento mais profundo de qual a utilização a esperar para o auditório se poderá técnica e economicamente optar pelo tipo de equipamento adequado.

Nesta fase dos estudos, se a frequência prevista para utilização de tal tipo de equipamento for demasiado reduzida no período de um ano (seis vezes no máximo), entende-se que o equipamento poderá ser alugado bem como os aparelhos receptores transistorizados e do tipo portátil, dotados do respectivo selector de canais.

Caso contrário, em que uma utilização do equipamento de tradução simultânea esteja prevista para um mínimo de uma utilização mensal, entende-se nesta fase dos estudos que os mesmos deverão ser do tipo fixo aos próprios assentos que incorporarão um vibrador de quartzo, ou equivalente, fazendo-se a transmissão do som aos ouvidos através de dois tubos acústicos de fabrico em material plástico. Esta solução de não incorporar no equipamento móvel e amovível qualquer aparelhagem eléctrica permitirá as seguintes facilidades:



- a) permitir uma mais fácil e económica desinfeção do material auditivo;
- b) reduzir as tentações dos colecionadores de material do alheio tanto em voga nos hábitos dos portugueses;
- c) o material de substituição quanto àquele extraviado ou danificado ser de custo muito mais insignificante do que habitualmente era utilizado nas instalações clássicas, onde a transmissão do som até aos auscultadores era por um par de fios eléctricos.

2.3.4 - Laboratório de línguas

É indiscutível que se torna indispensável numa universidade que se preza a existência de equipamento electrónico adequado ao ensino e/ou ao aperfeiçoamento de línguas. Conhecedores da existência desse tipo de equipamento no edifício da Universidade na

Rua D. Pedro V

serve este capítulo, nesta fase de Estudo Prévio, somente a uma chamada de atenção à Comissão Instaladora se deverá prever-se a sua transferência para estes novos edifícios ou não.

2.4 - Instalações do Grupo IV

2.4.1 - Instalações de informação horária

Será prevista uma instalação de informação horária a diversos locais por intermédio de relógios secundários alimentados a partir de uma unidade emissora de impulsos controlada electronicamente por intermédio de cristal de quartzo.

Verificada a necessária disseminação de relógios pelos diversos edifícios, não só nos edifícios da primeira fase como nos restantes, prevê-se a utilização por cada edifício de uma central de relógios de funcionamento electrónico à base de circuitos integrados dispostos num armário metálico mural e cuja sua missão será de ampliar e distribuir o sinal recebido do relógio mãe pelos diversos relógios secundários e de ponto e incorporando, para além de uma unidade programadora de sinais por um mínimo de 7 (sete) dias, de uma unidade rectificadora e uma bateria por forma a fazer face a uma eventual falta de energia parcial ou total na rede eléctrica de B.T., alimentada a partir de vários Postos de Transformação.

Os relógios secundários a serem utilizados serão evidentemente nos tipos mais diversos dando no entanto a equipe projectista preferência por relógios do tipo digital e de funcionamento por LCD (Liquid Crystal Display).

2.4.2 - Instalações de controlo horário

Num edifício onde se prevê instalar serviços de funções muito diversas e onde haverá pessoal que certamente não trabalhará em regime de horário fixo, outro em regime de horário flexível e outro em regime de turnos, admite-se ser prudente, técnico e económico o prever-se desde já uma instalação automática de controlo horário; isto não só

com a finalidade de se evitar a eventual necessidade (já ultrapassada em algumas empresas privadas) de dotar algumas entradas com um ou mais relógios de ponto como ainda o de se eliminar, eventualmente, a necessidade (ainda mais ultrapassada e só verificada a nível de repartições públicas do preenchimento diário do livro de presenças e do cálculo para controlo individual das horas de trabalho preenchidas em regime de horário rígido, horário flexível ou em turnos se faça automaticamente sem necessidade de ocupação de mão de obra adicional para o controlo horário e, por esta via, se dificultar a fraude.

Satisfazendo as condições apontadas, o equipamento a instalar-se, por economia de primeiro investimento, deverá ainda incluir dispositivos do controlo de acessos a determinados locais a partir da leitura de cartões de uso personalizado e devidamente identificados por intermédio de fotografia do próprio portador, conforme se pormenorizará no respectivo capítulo. Estamos a lembrarmo-nos muito particularmente de determinadas zonas de acesso ligadas à informática, aos cofres e a locais destinados à segurança de determinado equipamento que pela sua sofisticação o justifique e bem ainda a quaisquer outros locais a serem definidos oportunamente.

Em dois ou três locais apropriados, e já em fase definitiva e que nesta fase se admite poder ficarem junto às entradas do Campo Universitário, deverá prever-se um terminal que quando da introdução dum cartão personalizado indique num quadro e em numeração digital o período trabalhado em excesso ou em diferença até essa data e desde o início do período de contagem.

2.4.3 - Gestão de pessoal

Poderá ao leigo ou ao não familiarizado com equipamentos electrónicos parecer estar esta equipe projectista não só a agravar o primeiro investimento das instalações técnicas como o de estar-se a inviabilizar uma manutenção e exploração futura das instalações que se preconiza

deverem existir num empreendimento com as dimensões e características específicas do que se pretende. Tal não será correcto porque as probabilidades de avarias fortuitas por uma melhor condução dos equipamentos e operações de manutenção efectuadas a tempo oportuno serem bastante mais reduzidas, por se ter ainda em atenção as novas conquistas da electrónica com equipamentos de muito alta fiabilidade e, finalmente, por entendermos que as instalações que se preconizam como necessárias para o Campo Universitário, se devem adaptar não só às ideias e aos métodos que hoje temos, mas às ideias e métodos de ensino e outros que amanhã possamos vir a ter. As instalações que assim se preconizam devem, portanto, permitir serem evolutivas em edifícios que, apesar de toda a elasticidade e maleabilidade pretendida pela arquitectura, serão sempre pedras fixas.

Nestas circunstâncias, por razões já focadas quando da descrição do que se julga técnico-economicamente aconselhável prever-se nas instalações de controlo horário, admite-se que seria de prever um local para instalar-se um equipamento de gestão de pessoal dotado essencialmente das seguintes unidades principais:

- um mini-ordenador
- uma unidade floppy-disc
- uma unidade de banda magnética
- um impressor de registo rápido
- um impressor de registo diário

Não se ignorando a existência do edifício da Administração Central da Universidade do Minho, no Paço Episcopal, com uma função específica de gestão, entende no entanto a equipe projectista, que nos novos edifícios da Universidade é que deverá ser prevista uma instalação de informática não só associando a sua função formativa mas também por se beneficiar já o projecto não com equipamentos de tratamento de informação de "memória repartida" mas sim com equipamentos de "memória distribuída", uma vez que

a descentralização do tratamento da informação é uma evolução irreversível da informática por permitir perfeitamente o casamento entre os minis, os pequenos e os grande ordenadores.

2.4.4 - Instalações de detecção e aviso de incêndio e de presença de determinados gases que oportunamente se venham a definir

É incontroverso que um empreendimento como o indicado deverá ser dotado, em alguns locais a serem definidos oportunamente, de instalações indicadas em epígrafe, como é ainda indesmentível que em locais onde sofisticados sistemas de protecção existem, muitas vezes se apresentam inoperantes, podendo então apresentar-se ao leigo a dúvida se o investimento com este tipo de instalações é ou não justificável.

Em primeiro lugar entendemos que essas instalações, a existirem, devem já ser consideradas no estágio dos estudos de ante-projecto e, independentemente dos locais onde eles se justifiquem, deverão ser estudados os condicionamentos arquitecturais e estruturais dos diversos edifícios por forma a dificultar, se não mesmo a impedir, a eventual propagação de fogo. Dever-se-á assim, no início do ante-projecto, definir-se características das paredes, das circulações de serviço e de emergência, da localização de portas corta-fogo, dos sistemas de eliminação de fumos, da escolha dos materiais de decoração e de revestimento mais adequados à carga térmica do recheio (biblioteca, para exemplo) e, finalmente, do sistema e equipamentos de protecção, sinalização e alarme mais adequados ao seu local de implantação.

Nestas circunstâncias, nos locais considerados com alguma ou maior vulnerabilidade, será prevista uma ou mais instalações de detecção automática de incêndio sem preocupação de a generalizar por todos os edifícios, como infelizmente é frequente verificar-se não só a nível nacional como estrangeiro. Haverá assim que fazer-se um estudo criterioso e não limitar-se nos estudos a um cumprimento rígido e cego a regulamentos e recomendações que coartam a liberdade do técnico co-

nhecedor dos fenómenos complexos do fogo mas não impedem desagradáveis surpresas em locais que se julgavam invulneráveis a uma propagação do fogo e onde o projectista se havia limitado simplesmente a cumprir regulamentos.

Em fase posterior a este estudo, cumprindo-se as normas DIN 4102, definir-se-ão as classes de resistência à combustão a que as diversas paredes, portas, escadas e coberturas deverão obedecer e bem ainda qual o tipo de detectores aconselhados utilizarem-se pelos diversos locais, tendo-se em atenção não só os riscos de fogo mas bem ainda as probabilidades de falsos alarmes.

Nos pisos das cozinhas, central térmica e de incineração poder-se-á ainda, em função das características dos equipamentos a serem utilizados e das condicionantes arquitectónicas dos locais de implantação das instalações térmicas, ter de prever-se equipamento detector de CO, CO₂, propano e outros gases tóxicos (nas centrais diesel e térmica).

2.4.5 - Avisadores e detectores de roubos e assaltos ou de intrusão indevida

Nas zonas onde se preveja o controlo de acessos e outros locais onde se guardem elevados valores, prevê-se uma instalação de alarme automático junto da central de segurança contra a eventual tentativa de acesso irregular e com possibilidade de ligação directa e automática ao Quartel da Polícia de Segurança Pública mais próximo, através dum circuito telefónico dos CTT.

No respeitante à Sala de Informática, Casa Forte, e outros locais a serem definidos oportunamente, sempre num sistema integrado com o controlo de acessos, deverá prever-se um sistema de alarme a definir oportunamente com uma maior pormenorização do grau de protecção pretendido, utilizando-se aparelhagem aplicando as propriedades das vibrações, ultras-sons, radiações "infra-vermelhos", terminal codificado, etc.

Estas instalações, nesta data e na opinião da equipe projectista, deveriam vir a ser integradas na instalação de controlo horário e nas de controlo de acesso do pessoal.

2.4.6 - Instalações de controlo de acessos, ronda e alarmes interiores e exteriores.

Definidas as funções, localizações e circulações de pessoal adstrito a determinados serviços, admite-se que cada um destes deverá ser limitado em relação aos restantes por uma fronteira física (parede, divisória amovível ou piso individualizado) por forma a que o acesso a cada um destes possa ser limitado e automaticamente controlado no período em que actividades desenvolvidas em regime de horário flexível ou de horas extraordinárias sejam desempenhadas. Nesta hipótese, o acesso a cada um dos serviços distintos deverá ser franco a determinadas cúpulas dos respectivos serviços por intermédio de codificação apropriada introduzida no cartão personalizado, já referido anteriormente, e permanentemente distribuído a cada funcionário docente ou discente ou ainda por intermédio dum cartão não personalizado e distribuído temporariamente somente ao pessoal que chefiar uma equipe a desenvolver uma actividade em regime de horário extraordinário durante um certo período ou, ainda, que tenha por missão uma tarefa de manutenção e reparação de determinado equipamento.

O equipamento assim a propor deverá ser concebido e dimensionado de forma a poder emitir um certo número de alarmes em caso de anomalias, que eventualmente se registem, e bem ainda o de permitir o registo da actuação dos acessos controlados por todo o pessoal que utilize cartões não personalizados ou daquele utilizado por pessoal eventualmente encarregado de operações de ronda.

O equipamento central de controlo de acessos e rondas deverá ser assim concebido e dimensionado de forma a poder emitir um certo número de

alarmes em caso de anomalias que eventualmente se registem. O equipamento central que se preconiza deverá ter assim capacidade de memória e de tratamento de informação conveniente às suas múltiplas funções. Deverá ser assim possível combinar, à vontade, o equipamento de controlo de acessos com o do controlo horário e com o do cálculo dos tempos de presença e da supervisão de alarmes.

Os cartões deverão ser constituídos por material resistente ao seu uso por alguns anos de utilização regular e polimerizados interiormente com uma folha com sais metálicos magnetizáveis ou qualquer outro sistema equivalente, onde seja retida a codificação. Este suporte de informação deveria responder às mais elevadas exigências da técnica:

- capacidade de informação elevada;
- codificação invisível e sem possibilidade de ser transferida para outro qualquer cartão;
- falsificação impossível;
- informação não magnética indelével;
- de confecção e codificação possível pelo almoxarifado do empreendimento.

Em princípio, e ainda na fase em que estes estudos são elaborados, prevê-se que os cartões deveriam permitir as seguintes informações:

- Código do pessoal do edifício e do respectivo serviço - a cada departamento e/ou serviço deverá ser-lhe atribuído o seu código secreto;
- Código pessoal - informação individual permitindo a identificação do portador do cartão;
- Código horário - limitação de acesso durante certos períodos do dia e da semana;
- Código de validade - limitação da duração durante o qual o cartão poderá ser utilizado e isto na eventualidade de utilização por pessoal contratado a prazo ou tarefeiro;

- Código de zona - informações individuais indicando algumas zonas onde o portador do cartão, fora de determinadas horas, pode ou não deslocar-se;
- Código de controlo - código tendo em conta todas as informações enumeradas anteriormente e invalidando automaticamente o cartão em caso de fraude.

Para controlo de acessos admite-se, nesta fase dos estudos, a instalação de dois tipos de terminais:

- Um terminal exigindo somente a introdução de um cartão personalizado, ou não, (zona da biblioteca, por exemplo).
- Um terminal exigindo, para além da introdução dum cartão personalizado, ou não, a composição sobre um teclado de um número composto de 2 a 4 algarismos. Este terminal, em princípio, admitido numa determinada entrada, deverá permitir ainda várias combinações e variações, inclusivê de mudança de código individual, sem necessidade de substituir-se o cartão personalizado distribuído (zona de informática, por exemplo).

Estes terminais de controlo de acessos deverão, segundo o local de aplicação a definir-se em fase posterior a este estudo, desempenhar as seguintes funções:

- controlo automático das informações codificadas nos cartões personalizados;
- ordem de abertura do acesso que tal terminal tem por função;
- controlo de tempo máximo de abertura da porta de acesso limitado durante certos períodos ou durante todo o tempo (regulável de 0 a 60 s), com emissão de alarme;
- contagem das tentativas infrutíferas de abertura e, sempre que um número de tentativas, programável, seja ultrapassado, emissão de um sinal de alarme;



- supervisão da integridade do material e, em caso de arrombamento ou tentativa de arrombamento, emissão de um alarme.

O controlo de abertura de acessos far-se-á em todas as partes que a Comissão Instaladora venha a definir, independentemente da sugestão que a equipe projectista apresentará em fase posterior.

A robustez e a insensibilidade às tentativas de sabotagem do leitor de cartões deverá ser bastante elevada e, em princípio, não deverá dispor de quaisquer órgãos móveis para além daquele a existir nas unidades onde se preveja um dispositivo de destruição do cartão, quando detectada uma tentativa de fraude.

O equipamento da central de controlo de acessos, ronda e alarmes interiores, que nos parece nesta fase do estudo dever ser do tipo centralizado com o da informação horária e o do controlo horário, será essencialmente constituído por um microprocessador. As suas memórias e os seus periféricos deverão funcionar de forma conjugada de modo que sejam realizados a contento todas as tarefas que lhe sejam confiadas.

Os terminais deverão ser ligados radialmente à central por meio de módulos de leitura apropriados (codificadores).

Logo após a introdução de um cartão em qualquer terminal (horário, de controlo de acessos, etc.,) as informações lidas deverão ser transmitidas à central que, após pesquisa dos elementos registados em memória e referente ao ficheiro do pessoal, emite o sinal de permissão ou de recusa (0 ou 1).

No referente ao controlo de acesso, o terminal, para além de enviar todas as informações à central, efectuará os seus próprios controlos e em caso de concordância, a combinação das duas autorizações expede o sinal de abertura do acesso.

O conjunto de todo o equipamento a eventualmente existir, tudo dependente das decisões a serem tomadas pela Comissão Instaladora quando da apreciação deste estudo a nível de "Estudo Prévio", deverá possuir elevada fiabilidade e possuir ainda um dispositivo de perscrutação cíclica em permanência e de preferência, a dois níveis:

- Um controlo de funcionamento efectuado sobre os terminais. Em caso de eventual avaria de um deles um sinal de alarme será emitido e será simultaneamente registado o defeito no teleimpressor respectivo.
- A central controlará o seu próprio funcionamento e assinalará por um alarme todo o defeito material registado ou no desenvolvimento do programa.

Embora se esteja a admitir uma muito alta fiabilidade para o equipamento e a probabilidade de aparecimento de uma eventual avaria nunca seja igual a zero, a central deverá permitir, nestas circunstâncias, a continuação do funcionamento de terminais, passando a fazer-se nestes somente os controlos autónomos. Em casos que futuramente venham a ser considerados de "segurança absoluta" deverá poder-se suprimir esta função, ficando assim o terminal fora de serviço até que o funcionamento da central seja reposto em ordem.

Para efeitos da eventual perda dum determinado cartão ou à demissão de um determinado funcionário, que por quaisquer razões não devolveu o seu cartão, a central deverá permitir o registo dos dados relativos àquele e à proibição de utilização de tal cartão, pelo que este não terá mais qualquer valor.

Admite-se ainda que em fase posterior a estes estudos e para a eventualidade da Comissão Instaladora aderir à ideia de conceber-se uma Universidade não para os dias de hoje, mas sim para os de amanhã, propõe-se que se venha ainda a introduzir este sistema em algumas zonas limitadas do estacionamento de automóveis. Nestas circunstâncias, o estacionamento

privado e reservado autorizado de determinadas viaturas a um número muito limitado de funcionários, o programa a reter na central deverá permitir que seja dificultada a transmissão de um cartão a uma segunda pessoa, não permitindo o acesso de uma segunda viatura desde que um espaço destinado a um determinado beneficiário esteja já ocupado. O terminal a instalar junto a uma cancela ou de uma porta de abertura e fecho automático não actuaria assim na abertura para permissão de acesso a uma viatura se o mesmo não foi utilizado para a saída da mesma.

Por outro lado, admite-se ainda que por certos funcionários da Universidade e determinado pessoal docente, a central deveria permitir que a sua entrada no edifício fosse assinalada em permanência num quadro luminoso junto aos postos das telefonistas e a sua anulação se faça automaticamente quando da saída, sendo assim possível em qualquer instante interrogar-se a central telefónica sobre a permanência ou ausência de determinada pessoa no Campo Universitário.

No respeitante ao funcionamento da ronda e alarmes interiores e exteriores será tal aspecto definido posteriormente em fase de ante-projecto e projecto, após a apreciação da Comissão Instaladora a oportunidade ou não de se prever no Campo Universitário as diversas instalações, no todo ou em parte, que agora se preconizam e, muito especialmente, as referentes ao controlo horário e de acessos.

2.4.7 - Protecção contra o fogo e portas corta-fogo

O princípio base da protecção contra o fogo ou de pânico num conjunto de edifícios com as características dos que se preconizam é que nenhum ocupante do mesmo sofra qualquer dano corporal e que pelos seus próprios meios possa abandonar qualquer dos edifícios num eventual estado de emergência. Além do mais deverá ainda atender-se que uma determinada zona de qualquer edificio não seja afectada pelo deflagrar de um incêndio em zonas vizinhas e da possibilidade de se proteger qualquer edifí-

cio afectado em alto grau, minimizando-se consequentemente todos os prejuizos materiais.

Se bem que estes principios não estejam implícitos quando no capítulo 2.4.4 se tratou das instalações de detecção e alarme de incêndio, estes implicam as consequências seguintes que se encontram detalhadas na regulamentação estrangeira:

- circulações, portas e escadas dispostas e protegidas de forma a permitir uma evacuação rápida da totalidade dos ocupantes ao abrigo de fumos;
- uma construção permitindo reduzir os riscos de ocorrência e propagação rápida do fogo;
- um acesso fácil para os bombeiros e inclusivê para o transporte do respectivo material;
- bocas de incêndio convenientemente localizadas e bem dimensionadas;
- dotação de meios de primeira intervenção e de alarme rápido de ocorrência de qualquer combustão;
- uma iluminação e sinalização conveniente permitindo localizar facilmente os pontos de evacuação do pessoal.

É facto assente e não controverso no estrangeiro que os projectos e processos de construção começam pela protecção do edificio contra o fogo. Os primeiros esboços de construção são logo transmitidos aos "sapadores-bombeiros" que com uma equipa especializada em tais assuntos estudam e apoiam os dispositivos de luta contra o fogo e evacuação rápida dos edifícios, que por quaisquer motivos de pânico eventualmente se venham a verificar. As disposições a aplicar, no estrangeiro, são assim enumeradas por essa equipa profissional dotada de muita experiência e nunca recrutada periodicamente entre os militares do activo, como se verifica em Portugal (!) e que se apoiam numa regulamentação que consideramos semi-oficial, pelas mais variadas razões, ou em principios quase sempre

discutíveis por se não basearem em elementos técnicos que tenham em conta os fenômenos físicos da propagação e das consequências do fogo.

Sendo ainda facto assente que em caso de incêndio a melhor salvaguarda das pessoas é a sua evacuação ordenada para fora do edifício, o que resulta como consequência imediata que elas possam alcançar rapidamente e sem pânico o exterior por circulações bem dimensionadas e não atingidas pelo fumo, torna-se necessário prever nesta fase do projecto as possibilidades de evacuação do pessoal para o exterior, na hipótese de que algumas circulações se tornem impraticáveis, quer por condições excepcionais de propagação não prevista quer por se tratar duma consequência de um fenómeno telúrico ou que a chegada dos socorros seja por razões várias retardada.

Nestas condições, embora nada explícito nos desenhos anexos, já nesta fase do estudo a equipe projectista se debruçou sobre as circulações nos pisos e escadas interiores a serem convenientemente sinalizadas por forma a que o pessoal seja conduzido facilmente para o exterior sem riscos de ser atingido pelo fumo.

Outros dispositivos de eventual evacuação para o exterior terão que necessariamente ser admitidos para a hipótese quase absurda de que todas as escadas se tornem impraticáveis:

- zonas de fácil montagem de escadas de sapadores-bombeiros;
- cobertura onde o pessoal aí pudesse facilmente acorrer para aí ser socorrido;
- escadas exteriores fixas, móveis ou desmontáveis;
- locais de fácil implantação de uma manga elástica de emergência ou de rampas de deslização serão naturalmente imposição pelos bombeiros locais ou de uma equipe especializada que se venha eventualmente a formar, quer por iniciativa do Ministério, quer da Comissão Instaladora.

Na falta, como já aqui se deixou expresso, de uma regulamentação nacional bem definidora das exigências a imporem-se em edifícios com as características dos que nesta fase do estudo e seguintes se admite, partiu a equipe projectista do princípio que estes, e isto pela vária utilização e ocupação prevista para estes, contribuirão em zonas muito particulares um potencial calorífico por unidade de superfície (m^2) de piso superior a 225 megajoules (MJ), potência esta que corresponderá sensivelmente a 15 kg de madeira com um poder calorífico da ordem dos 16,72 MJ/Kg. Para as fachadas e divisórias admitir-se-á, nesta fase do estudo, um potencial de 25 MJ (1,5 kg de madeira) por m^2 .

Para o caso particular da biblioteca, e esquecendo-nos por agora dos anfiteatros com a sua elevada carga térmica e toxidade potencial devida ao mobiliário que admitimos vir a incorporar uma elevada percentagem de artigos plásticos, admitir-se-á, na falta de elementos mais concretos, uma carga calorífica superior ao equivalente a 25 Kg/ m^2 de madeira, o que corresponderia a uma temperatura da construção de 900°C ao fim do período limite de 20 minutos. Não se deixando assim de ter presente os estudos do "American Institute of Steel Construction" e do "Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics", dos quais se destacam essencialmente os referentes a: "Fire Safety of External Building Elements", "Comportement des Structures de Batiments sous l'Effet des Incendies" e "Temperatures dans un solide hétérogène au cours d'un incendie", limitaram-se as áreas eventualmente a virem a ser destinadas para depósito de livros a uma área máxima de 200 m^2 por intermédio de uma compartimentação adequada, embora que com tal actuação possa eventualmente alguém não integrado no espírito das regulamentações europeias e americana acusar de estar a equipe projectista de onerar o investimento.

Ainda segundo a regulamentação francesa, para se não mencionarem outras, admitir-se-á o edifício em estudo para a Biblioteca como de 3a categoria (301 a 700 pessoas). Para a carga calorífica do edifício esperada e o material constituinte dessa mesma carga não há indicação regulamentar

para que se utilize qualquer sistema de extinção automática em qualquer piso a servir de depósito de livros. No respeitante ao primeiro pavimento destinado à instalação de vários serviços relacionados com reproduções, encadernações, classificações, etc., será de ponderar-se em fase de ante-projecto, função das características dos equipamentos a serem definitivamente seleccionados, se se justificará uma instalação de ataque de incêndios.

Nas condições, ou melhor, nos regulamentos estrangeiros em que nos apoiámos para estudar as condições de segurança quanto à propagação de fumos e chamas, dever-se-á atender em fase de projecto aos seguintes isolamentos corta-fogo:

- Isolamento entre zonas de depósitos de pisos diferentes ----- 4 horas
- Isolamento entre paredes da zona de depósito de livros ----- 4 horas
- Isolamento entre serviços distintos ----- 2 horas
- Isolamento das paredes da caixa de escadas ----- 2 horas
- Isolamento entre paredes resistentes entre serviços instalados no 1º pavimento ----- 2 horas
- Isolamento de "courettes" de cabos e tubagens ----- 2 horas
- Portas corta-fogo ----- 2 horas

Em fase posterior a este estudo, e porque nessa altura haverá já da arquitectura uma melhor definição, será já apresentada uma lista dos materiais usuais com a sua resistência ao fogo, quer segundo elementos indicados em tabelas da especialidade ou, na sua falta, por cálculos que se apresentarão e os quais serão elaborados pela aplicação da expressão matemática da função complementar de erro ou do cálculo em computador da equação de calor à base da teoria das diferenças finitas.

Admite-se ainda nesta fase dos estudos que em alguns locais, e isto com a finalidade de se não agravarem os encargos construtivos com um aumento



de espessuras de paredes, lajes e vigas, se venham a aplicar pinturas ignífugas e/ou intumescentes com a finalidade exclusiva de impedir que o calor e as chamas deteriorem determinados elementos resistentes antes de um certo período e sem libertação de quaisquer gases tóxicos.

2.4.8 - Casa/s Forte

Para além dos dispositivos implicitamente já focados no respeitante às protecções " corta-fogo" e aos "controles de acesso", será de prever-se ainda neste local uma detecção automática contra a intrusão de estranhos por elementos a funcionarem por infra-vermelhos, micro-ondas ou até por elementos detectores de vibrações devidas unicamente a fenómenos de percussão em paredes.

2.5 - Instalações do Grupo V

Instalações de tratamento informático

2.5.1 - Assuntos de Arquivo e Biblioteca

Admite-se, se bem que de uma forma não ainda explícita porque nada se sabe sobre as condições em que funcionará a biblioteca no respeitante ao controlo de entradas, da satisfação de requisições a nível local e departamental nem de consulta a catálogos, que uma melhor organização da biblioteca e que uma mais eficaz relação entre esta e os meios de investigação obrigam à racionalização de tarefas e circuitos e a um mais completo e sistemático tratamento informático da documentação.

Sabe-se, por experiência de quem frequenta bibliotecas especializadas, e do tipo aberto, o elevado número de livros e revistas desaparecidas anualmente, para já não mencionaram-se as danificações constantes do arranque de uma folha referente a tabelas, quadros, diagramas, etc.. Nestas condições, a equipe projectista admite que não só por estas razões não seria de prever-se o sistema de biblioteca aberta, onde os

utentes teriam certamente a liberdade de fumar, mas bem ainda pelas condições de segurança já expostas anteriormente. Nestas circunstâncias, preconiza-se que nesta fase a consulta de literatura por autor, artigo, assunto, especialidade, etc., se faça automaticamente por computador dotado de memória principal, memória de disco, ecrã alfa-numérico e impressora, mantendo-se o ficheiro clássico única e exclusivamente como função de segurança.

2.5.2 - Gestão de pessoal

Este capítulo será unicamente um complemento ao descrito em 2.4.3 e destina-se somente a reforçar o parecer da equipe projectista da justificação da existência de uma instalação de informática para tratamento e consulta da literatura em arquivo e sua recuperação com menores tempos de ocupação de pesquisa. Esta unidade poderia ainda ser apropriada e dimensionada para promover simultaneamente uma gestão automática do pessoal.

2.5.3 - Tratamento informático de texto, transmissão de mensagens e distribuição de alunos por salas e horários

O sistema preconizado terá como reflexo imediato o de reduzir-se substancialmente o quadro administrativo da Universidade sujeito a um regime sazonal de tarefas repetitivas e que se julga estar perfeitamente dentro dos desejos do Governo.

Nestas condições, o computador referido na posição anterior acumularia outras funções como as de tratamento do texto, de transmissão de mensagens (aqui mais propriamente a designação de tarefas e em função dum calendário previamente estabelecido para os tempos efectivos) e bem ainda o de elaborar a distribuição de alunos por grupos em função das disciplinas em que esses mesmos alunos estão matriculados e pelo dimensionamento e número de salas disponíveis em determinado instante.

Com esta facilidade prevista a instalação permitirá reduzir-se as tarefas administrativas e ainda as repetitivas como as referentes à elaboração de mapas com a distribuição de alunos, mapas para o lançamento do aproveitamento desses mesmos alunos, etc., etc..

2.5.4 - Tratamento informático das instalações de roubo, incêndio, controlo de acessos e portas corta-fogo. 7

Creemos não serem contestadas as vantagens indiscutíveis duma instalação de comando, controlo e segurança centralizados, as quais já foram mencionadas anteriormente em relação às que apresentam relativamente à solução clássica, não só sob o aspecto de apresentação de uma maior fiabilidade mas bem ainda as que se oferecem no referente às melhores condições apresentadas sob o aspecto financeiro de primeiro investimento e de exploração.

A complexidade do conjunto de todas as instalações técnicas previstas, associado ao elevado montante a investir, justifica plenamente, e segundo opinião da equipe projectista, a necessidade de se centralizarem todas as informações a um posto central de segurança. Por outro lado, será conveniente ter-se presente que o sistema tradicional que anteriormente se verificava na prática do "fio a fio" com quadros sinópticos se caracteriza na fase actual da técnica por uma grande rigidez.

Tendo-se em vista uma eventual ampliação bastante dispersa de edifícios e/ou modificação das instalações, o problema da cablagem representa um factor de muito peso, não só em investimento como ainda na possibilidade de avarias acrescidas e de sabotagem.

A técnica e a segurança dos computadores conduziram assim a uma nova concepção da centralização de informações graças à nova técnica na transmissão e aquisição de dados, principio que deverá ser procurado seguir no projecto a elaborar. Um computador substituirá no Campo Universitário variados armários de relés, e um impressor e uma

consola de visualização substituirão com vantagem algumas milhares de lâmpadas de sinalização e de aparelhos de medida.

Graças à nova técnica de transmissão de dados, que se entende dever dar prioridade de implantação no Campo Universitário, sob a forma de mensagem codificada, é possível substituir-se a cablagem tradicional de "fio a fio" por um só cabo, também identificado em alguma literatura anglo-saxônica por "bus", o qual servirá para a transmissão de todas as informações necessárias entre os diversos edifícios. É evidente que para uma implantação muito dispersa de muitos edifícios e de construção prevista por várias fases, o sistema preconizado é o que melhor satisfará nas melhores condições futuras de preço, de técnica, de segurança e de maior facilidade de ampliações sucessivas e sem qualquer limite no respeitante às previsões iniciais.

Para opção pelo sistema preconizado, e independentemente dos pontos de vista já emitidos, tem-se presente os modos de transmissão de dados disponíveis desde o clássico sistema de "fio a fio" ao sistema com utilização de "subestações" para uma centralização de dados e para uma redução do número de condutores de ligação a uma unidade central, fazendo-se assim apelo dos sistemas mais sofisticados e dos sistemas endereçáveis:

- sistema matricial ou paralelo
- sistema série

Comparando estes dois sistemas endereçáveis e à distância, constata-se que em qualquer dos casos se assiste a um "endereço" codificado que faz apelo à técnica digital.

No caso do sistema matricial a informação é representada pelo estado dos vários "bits" e é transmitido em paralelo, desde a necessidade de um fio por "bit" de informação.

Pelo contrário, no sistema de informação série, a informação será transmitida segundo um trém de impulsos serializados sobre um só par de fios ou de um cabo coaxial, donde uma economia de cablagem e, conseqüentemente, de primeiro investimento, de exploração e manutenção das instalações.

Numa cablagem matricial existem dois tipos de condutores: as linhas de funções, também utilizadas para os vários equipamentos a serem incluídos numa instalação centralizada, e as linhas de selecção que são também denominadas por "linhas personalizadas". Nesta solução, e para a hipótese de se terem 1 000 "subestações", seria necessário estabelecer um circuito com 30 (trinta) fios.

Numa "cablagem série" permite-se uma redução do número de condutores por sinais enviados em série num só circuito, em número variável com o número de informações ou de ordens a transmitir e/ou a receber, dependendo a significação dos sinais da ordem em que eles são transmitidos. Este sistema - sistema baudócrono de transmissão - é realizável ligando as extremidades dos cabos a serem utilizados a comutadores electrónicos funcionando em perfeito sincronismo.

A cada instante o comutador emissor porá a linha interligando o circuito ao aparelho de medida e/ou de comando determinado, enquanto que aquele colocado à chegada ligará a linha do aparelho ao qual é destinada a informação transmitida.

O segredo deste sistema, se segredo for uma palavra adequada, está em manter de uma forma perfeita a concordância entre os dois comutadores. O processo simples para efectuar este controlo é o de introduzir na sequência alguns sinais não correspondendo a alguma informação, colocadas sempre à direita ou sempre à esquerda na série de sinais. Se à recepção o lugar destas informações for correcto, o que se reconhece facilmente uma vez que os sinais se devem apresentar sempre no mesmo lugar, pode-se dizer que o sincronismo entre emissão e recepção foi

mantido e que os sinais recebidos têm um valor exacto. No caso contrário, as mensagens transmitidas serão consideradas inutilizáveis. Esta astúcia permite assegurar-se o sincronismo entre o "interface" respectivo e o computador mas não permite, em caso de discordância, restabelecer automaticamente uma marcha correcta sem intervenção do supervisor da instalação.

A codificação, segundo o princípio descrito, põe fundamentalmente em relevo a amostragem temporal, isto é: uma representação contínua de sinal não será possível. As principais etapas da transmissão de dados por codificação de impulsos serão os seguintes:

- Conversão de uma grandeza física em sinal eléctrico;
- forma de sinal fornecido pelo captor; amplificação, limitação da banda passante, conversão de nível, etc.;
- amostragem sequencial de sinais provindo de várias fontes;
- conversão de uma amostragem analógica dos níveis digitais binários paralelos;
- inserção da parte de sincronização no conjunto do sinal;
- conversão paralelo - série;
- conversão de código;
- transmissão do trém de impulsos serializados;
- eliminação do ruído de fundo e regeneração do sinal horário;
- descodificação do trém de sincronização;
- sincronização dos contadores correspondendo aos diferentes formatos;
- conversão "série - paralelo"
- conversão para a apresentação ou para a armazenagem de dados.

A técnica de codificação, independentemente de se vir a tratar de uma modulação no período de impulso, modulação em frequência ou modulação



em amplitude, possibilitará a transmissão de um valor proporcional ao valor da grandeza medida e será representado segundo um código binário sob a forma de sinais do tipo "tudo ou nada", o que permitirá assegurar uma maior precisão na transmissão de informação.

O sistema hierarquizado de supervisão e de controlo preconizado, nos estudos elaborados, estará assim bem adaptado ao que de mais moderno existe; os acontecimentos anormais serão registados com arquivo da hora da sua aparição e com uma actuação simultânea do respectivo alarme e os de rotina serão simplesmente impressos.

A utilização preconizada e defendida, por motivos técnicos e económicos, por utilização de um computador neste tipo de instalação conferirá uma maior fiabilidade que qualquer dos sistemas que utilize o sistema de relés electro-mecânicos. Realça-se, por outro lado, que o mais importante para certo tipo de instalação é a escolha do modo de transmissão de dados, a garantia do bom funcionamento das instalações e a velocidade de resposta a um determinado acontecimento. O emprego deste tipo de instalações permitirá assim uma utilização fácil, assim como uma standardização de partes do conjunto da instalação, o que permitirá fornecer certas facilidades desde o estágio da concepção da assistência à da manutenção de tais instalações. A clareza e transparência da estrutura da instalação revestem-se assim de uma grande importância. A este efeito e por razões de concepção, este sistema permite recorrer-se a uma organização hierárquica de toda a instalação. Uma tal estrutura dividida verticalmente em vários níveis, na qual cada nível assume funções determinadas, permite que se efectue a níveis superiores a condução e a manutenção centralizada das informações, cálculos e comandos, enquanto que as actuações automáticas de partes da instalação aos níveis médios e inferiores serão munidos de funções de regulação e comandos próprios.

A orientação vertical, permitida por este tipo de equipamento, faculta ainda uma divisão em níveis neutros e níveis dependentes da actuação do conjunto e não dependendo de forma alguma do arranque do empreendimento. Não im-

porta então que os diferentes níveis sejam equipados de componentes clássicos, tais como relés electro-mecânicos e/ou electrónicos, ou de sistemas programáveis tais como os dispositivos de comando programáveis ou calculadores.

Uma outra vantagem do sistema que preconizamos nos estudos desta organização hierárquica, para além da faculdade de num monitor se visualizar o local de qualquer edifício onde se verifica um alarme, reside na possibilidade de se realizar uma standardização cuidada a todos os níveis. A possibilidade da standardização com o sistema escolhido é particularmente importante.

Resumindo-se o exposto, poder-se-á afirmar que as grandes vantagens das soluções preconizadas reside essencialmente na fácil e perfeita interligação entre aquilo que está a equipe projectista convicta de estar nas pretensões da Comissão Instaladora, e as solicitações que futuramente serão apresentadas pelos futuros responsáveis dos destinos do empreendimento. Por outro lado, reduzir-se-á com o sistema que se preconiza, contrariamente ao que os leigos poderão admitir, as despesas não só da manutenção e exploração das instalações como ainda as exigências de armazenagem de grande número de peças de "stock" (lâmpadas, disjuntores, etc.,).

No respeitante à economia de investimento e de exploração com os tipos de equipamento que aconselhamos poder-se-á indicar, para concretização e segundo dados coligidos de literatura da especialidade, quais os principais benefícios:

- 25% da área necessária para implantação do equipamento de centralização em relação às soluções clássicas;
- economia realizada com a cablagem de interligação que não será nunca inferior (em Portugal) entre os 25 e 30% da solução clássica contra 20 a 25% no estrangeiro;

- economia com o investimento da aparelhagem de medida que anda à volta dos 60% do necessário com a solução clássica;
- economia com despesas de pessoal que anda à volta dos 20%, embora o salário a admitir-se para os condutores deste tipo de equipamento, e segundo se verifica no estrangeiro, seja 30% mais elevado;
- economias com as despesas de energia que será sempre superior a 20% do total dos consumos;
- economias com encargos de manutenção e de revisões de rotina;
- economias com o bom funcionamento do equipamento, se se tiver em atenção que segundo estatísticas dos acidentes verificados em instalações electro-mecânicas são distribuídas da seguinte forma:
 - 25% devidos a fadiga, monotonia de trabalho, ritmo uniforme, etc.;
 - 12,5% devidos a descuidos;
 - 12,5% devidos à falta de instrução e formação adequada do pessoal;
 - 50% devidos a "pannes" do material.

Segundo estudos estatísticos minuciosamente elaborados no estrangeiro, poder-se-á ainda afirmar que em relação ao investimento necessário com uma centralização dos equipamentos as economias anuais permitidas em relação a esta verba estão compreendidas entre os 30 e os 40%, pelo que a amortização do mesmo se fará num período inferior a 5 (cinco) anos.

Admite-se, por leitura deste descritivo, ser clara a defesa dos projectistas por um sistema de informações, comando, controlo das instalações electro-mecânicas e dos acessos por um equipamento centralizado de funcionamento electrónico, embora caiba sempre a última palavra aos técnicos integrados na Comissão Instaladora para apreciação destes estudos, no qual ainda se integraria o equipamento de controlo e gestão

do horário flexível e dos elementos calculadores para efeitos de possibilidade de uma economia de energia.

Ao optar-se por uma instalação de detecção e alarme automático de incêndios teve-se sempre assente a teoria para a quantificação dos fenómenos e as leis da propagação de incêndios a partir da difusão de determinadas partículas materiais; embora publicação técnica restrita, se baseia fundamentalmente no trabalho dos seguintes físicos:

- Fuchs (U.R.S.S.)
- Davies (G.B.)
- Kangro (R.F.A.)
- Friedlander (U.S.A.)

Considerou-se que a fórmula mais representativa e que melhor parece explicitar o fenómeno é aquela de Friedlander que liga a eficiência da detecção à soma de dois termos: o primeiro correspondente à energia de difusão da partícula e o segundo à sua energia cinética. Assim, todo o estudo de detecção e alarme de incêndio em fase posterior a este descritivo atenderia aos fenómenos da condutividade calorífica nos gases que, tal como a viscosidade, é um fenómeno de transporte em que a grandeza transportada é a energia cinética média das moléculas, função de cada temperatura. A instalação de detecção de incêndios a projectar em fase posterior atenderia assim à teoria da difusão segundo a 1ª e 2ª lei de "Fick" e ao regulamentado pela legislação estrangeira e para o normalizado pelo "Fire Research Station".

No respeitante aos controlos de acesso, verificado o alto valor monetário do património a por à guarda de equipamento sofisticado, e ao reconhecimento do clima de insegurança que se instala a nível nacional, somos de opinião que na instalação de informática a considerar se deveria prever um equipamento com esta função, uma vez conhecidas com maior pormenor as características, funções e barreiras distintas de cada ser-

viço e/ou departamento, apesar de já na concepção arquitectónica se ter considerado tal pormenor.

Por outro lado não deveremos esquecer, e deverá haver coragem para o afirmá-lo, que presentemente a disciplina no trabalho que se verifica presentemente em PORTUGAL é quase nula. Admite-se assim que, também em fase posterior e após a elaboração do relatório crítico a este estudo por parte da Comissão Instaladora, deverão ser estudadas e definidas com maior rigor as fronteiras físicas por forma a que o acesso a cada um dos locais de trabalho específico possa ser limitado e automaticamente controlado. Nesta hipótese terá lugar com maior ou menor desenvolvimento o descrito anteriormente em 2.4.6.

2.5.5 - Economia de energia, Comando de instalações e Manutenção programada

A aplicação da tecnologia do microprocessador permite economizar - sem diminuição do conforto - uma parte importante da energia consumida. Para além do investimento do computador, a sua utilização permitirá economias com a climatização, pois para um clima como o de Braga e com um índice de utilização de algumas instalações muito baixo que rondará por um valor compreendido entre os 25 a 35%, não inferiores a 40% e permitirá uma redução da energia de ponta não inferior a 70% ! Por outro lado, e sem grandes encargos de investimentos marginais, permitirá ainda comandar a iluminação de diversos locais, o ligar e o desligar de certos transformadores, em paralelo ou não, e ainda o de controlar a ponta de energia por efeitos da redução do encargo contratual com o distribuidor de energia (E.D.P.). O sistema que se preconiza ficará assim amortizado (por se tratar dum custo marginal) num período inferior a dois anos!!

No respeitante ao restante equipamento electro-mecânico, a instalação que se preconiza programará automaticamente as operações de revisão e manutenção do diverso equipamento

2.6 - Instalações do Grupo VI

2.6.1 - Ascensores de pessoal

2.6.1.1 - Para um dimensionamento preliminar do número de ascensores e respectivo dimensionamento da capacidade unitária de cada elevador, partir-se-á em fase posterior a este estudo, e com a aquisição de elementos mais pormenorizados quanto à filosofia de utilização dos mesmos (utilização generalizada pela totalidade dos alunos ou reservada a diminuídos físicos, docentes, etc), com a efectivação dos estudos de tráfego com base em dados coligidos em literatura da especialidade:

- . H.M.Wagner, Principles of Operations Research with Applications to Managerial Decisions, Prentice-Hall, 1969;
- . Games Martin, Systems Analysis for Data Transmission, Prentice-Hall, 1972;
- . Hiller and Leberman, Introduction to Operations Research, Holden-Day, 1970

e adoptando alguns valores coligidos pela prática para "Single and multi-server queues (infinite costumers)".

Foram previstos pela arquitectura os elevadores indicados nos desenhos anexos e com um dimensionamento adequado ao transporte de alunos em cadeira de rodas. Da definição, pela Comissão Instaladora, da filosofia de utilização dos elevadores, monta-livros e elevadores de serviço, atender-se-á não só ao estudo de tráfego mas bem ainda ao tipo de tracção dos elevadores e ao tipo de portas. Um outro factor que estará relacionado com a conservação e aspecto é o referente aos materiais de revestimento das portas e cabines, isto é, o que do conjunto do ascensor fica à vista do público.

Entre os diferentes materiais de revestimento: pintura, skinplate, mapa, couro, termolaminado, madeira ou aço inoxidável propõem-se:

- . superfícies forradas parcialmente a chapa de aço inoxidável e a termo-laminado por serem os materiais de mais fácil recuperação e melhor resistindo a actos de vandalismo.

As cabines, uma vez lotadas, deverão deixar de atender chamadas de patamar embora fiquem memorizados os registos não satisfeitos para ulterior atendimento.

Neste momento, e será certamente em fase posterior a este estudo depois da tomada de decisões da Comissão Instaladora, não está definido se os elevadores deverão ser previstos para funcionarem também de monta-cargas.

2.7 - Instalações do Grupo VII

2.7.1 - Câmara de expurgo

Pomos em dúvida se será rentável prever-se na arquitectura a implantação futura duma Câmara de Expurgo como enquadrada nas instalações de apoio da Biblioteca. É um assunto que caberá novamente à Comissão Instaladora o pronunciar-se depois de ouvido certamente o respectivo Bibliotecário destinado à conservação deste edifício.

2.7.2 - Fotocópia

A movimentação de literatura a fotocopiar será certamente muito volumosa, por não sermos alheios ao movimento que se verifica no exterior dos estabelecimentos de ensino. Por outro lado, sabe-se da ilegalidade que se comete a nível nacional e aos olhos das autoridades onde estabelecimentos de abertura ao público se não coíbem de fotocopiar integralmente diversa literatura especializada, não respeitando portanto a legislação referente aos mais elementares direi-

tos de autor que, segundo nos tem sido dado observar, é no estrangeiro rigorosamente cumprida.

Dependentemente da solução e orientação a ser tomada, admite-se que será de prever que o equipamento de fotocópia seja de características muito especiais, quer para uma não afectação dos originais tradicionalmente difíceis, quer na sua versatilidade de poder avivar ou compensar originais tradicionalmente difíceis. O equipamento, além de possuir as características apontadas, deverá possibilitar ainda obter conjuntos de cópias ou colecções separadas, escolher variados formatos de cópia até um máximo de 457x356mm, mudar automaticamente de tabuleiro de alimentação, possuir um sofisticado sistema de revelação de imagem proporcionando cópias de excelente qualidade, um controlo automático de densidade assegurando uma permanente qualidade da cópia em papel branco vulgar, papel de cor, pré-impresso (notícias de arquivo), perfurado, etiquetas auto-colantes, sobre acetatos translúcidos para retro-projectão e de um separador integrado possibilitando a separação automática e em grandes formatos ou com redução que serão entregues numa bandeja especial de recepção.

Deverá ainda a unidade possuir uma memória que detecte automaticamente o cacifo exacto do separador que recebeu a última cópia, se uma distribuição for interrompida e, tratando-se dum equipamento a funcionar num edifício público com características muito especiais, quer na operacionalidade do equipamento quer na dificuldade de haver pessoal de manutenção permanente, a possuir um mostrador electrónico que graças a um micro-computador integre sistemas de auto-diagnóstico para poder o seu equipamento ser diagnosticado em menos de 10 (dez) minutos.

Evidentemente que antes de uma definição exacta das características da/s unidades/s de fotocópia há ainda que a Comissão Instaladora definir:

- . Uma máquina para a zona da "reprografia e reproduções" e uma outra para a zona de "reprografia" assinaladas respectivamente com as posições 12 da planta do 1º piso e a posição 10 da planta do 2º piso do edifício da "Biblioteca/Serviços Académicos/Serviços Sociais" ou uma só máquina comum a todas as zonas e portanto justificando-se a necessidade de reformular o estudo arquitectónico?
- . Como se fará a requisição rápida e não por processos burocráticos de fotocópias de qualquer literatura posta na sala de leitura à disposição de qualquer leitor?

2.7.3 - Microfilmagem

No respeitante à microfilmagem tem a equipa projectista uma série de esquemas possíveis, de técnica e preços o mais diverso possível, que julga não ter interesse desenvolver nesta fase do estudo sem se saber previamente a filosofia a desenvolver para o funcionamento global do edifício da Biblioteca e qual o sistema de comunicações a adoptar entre os vários tipos de edifícios de modo a prescindir-se a deslocação dos livros entre a biblioteca e respectivos departamentos quando tal fosse necessário. Será assim um assunto a ser retomado somente em fase de ante-projecto.

2.7.4 - Encadernação, offset

No respeitante a esta actividade e pelas mesmas razões evocadas no capítulo anterior julga-se também só justificar-se a sua abordagem em fase do estudo de ante-projecto.

2.8 - Instalações do Grupo VIII

2.8.1 - Eliminação de documentos

Creemos que de encontro com os movimentos ecológicos ("Aborder les problèmes d'un point de vue négatif, comme le font la plupart des mouvements écologistes ne sert à rien et lasse le public...)

La Nature a besoin des hommes dans d'innombrables cas, elle n'est acceptable que grâce à l'intervention humaine..." - René Dubois - Courtisons la Terre) uma incineração estaria completamente recomendada apesar de constituir uma maior poluição química ambiente e um maior desperdício de recursos naturais. Nestas circunstâncias, admite-se a existência de algumas máquinas de corte de papel às tiras localizadas nos pontos julgados mais aconselháveis donde este seria por sua vez enviado para um incinerador onde com outros produtos seriam reduzidos a cinzas, em lugar de tudo o que constituísse papel às tiras fosse enfardado e destinado à recuperação de pasta celulósica.

Torna-se, mais uma vez, um problema a ser definido pela Comissão Instaladora na base do conhecimento prévio dos quantitativos médios de papel consumidos em Universidades Portuguesas, com possibilidade de recuperação, uma vez que os únicos números que conhecemos são de proveniência estrangeira (Suíça).

2.8.2 - Incinerador

Esta unidade a ser implantada no bloco do edifício da Central Térmica destinar-se-ia à eliminação, por combustão, da maioria dos lixos da Universidade. Uma vez que os quantitativos rejeitados pelos refeitórios serão certamente bastante elevados e o seu poder calorífico médio andar pelo valor das 2 800 kcal/kg, admite-se ser de toda a vantagem económica, e para a hipótese do problema de recolha local dos lixos não estar resolvido, a adopção pela implantação de uma unidade de incineração dotada de queima pirolítica e com sistema de recuperação térmica.

2.9 - Instalações do Grupo IX

Se bem que possa parecer deslocado este grupo de instalações, que mais propriamente se deveria integrar num capítulo com a designação de "Processos Construtivos" e não no capítulo das "Instalações Eléctricas", não o fizemos pelas seguintes principais razões:

- a) O desenvolvimento dado às instalações deste grupo, nesta fase de ESTUDO PRÉVIO, ser demasiado limitado, não se justificando portanto a inclusão dum capítulo distinto para se mencionarem apenas preocupações futuras;
- b) Porque o tratamento quantitativo que está nas nossas intenções dar aos assuntos a seguir focados, quando da fase de projecto, se fundamentará nas analogias entre os fenómenos acústicos com os de natureza electro-magnética e onde naqueles se farão intervir os conceitos de impedância acústica, sistemas de onda plana, funções de transferência, propagação de ondas longitudinais, excitação por choque nos sistemas vibrantes, filtros, etc.
- c) No respeitante ao parágrafo referente a isolamentos térmicos, porque este também será estudado na base das analogias entre os fenómenos que ocorrem na transmissão térmica com os que ocorrem nas redes eléctricas das transmissões e de cuja teoria, publicada em revistas da especialidade, se deve ao signatário.

2.9.1 - Correcção acústica

A correcção acústica refere-se aos procedimentos a adoptar para obter em espaços fechados de grande volume determinadas condições de audição mediante a redução dos sons reflectidos.

Para se conseguirem os valores recomendados pelas curvas ISO (International Organisation for Standardisation) necessário se tornará atender em fase de ante-projecto a numerosos pormenores de ordem arquitectónica e funcional (tipo de revestimento de tectos, paredes, tectos e mobiliário).

2.9.2 - Isolamento acústico

Terá de atender-se igualmente, quando da elaboração dos projectos definitivos das diversas instalações, ao grau de isolamento sonoro dos elementos de construção, em função das condições de utilização a prever para os locais. Em primeira aproximação atender-se-á, para definição de isolamento sonoro, à resistência à transmissão dos sons "transportados pelo ar" e vindos do exterior ou interior (conversação, tráfego, etc) - caso interessando especialmente as paredes, janelas e portas - a resistência à transmissão de sons "devidos à percussão" (passos, arrastamento de cadeiras, pancadas, etc) - caso interessando especialmente aos pavimentos - e ainda a resistência à transmissão dos ruídos devidos a vibrações que se propaguem pela estrutura e provenientes da circulação de veículos, pessoas, funcionamento de máquinas não equilibradas convenientemente, circulação de água nas canalizações, etc.

Os níveis de ruído a aceitar, em condições médias, serão os estabelecidos em tabelas internacionais.

2.9.3 - Isolamentos térmicos

O coeficiente de transmissibilidade térmica económica das paredes será calculado em fase de ante-projecto e projecto para regimes de temperatura exterior variável.



2.2 - CLIMATIZAÇÃO E VENTILAÇÃO

1 - OBJETIVO

Prezando-se no presente projeto sempre por soluções tecnicamente justificadas e economicamente viáveis, foram adotadas as seguintes soluções de climatização e ventilação para os novos edifícios da UNIVERSIDADE DO NINHO, tal como se ilustra nos referidos projetos integrados com o Plano Urbanístico, segundo o apresentado nas partes seguintes e descritas:

2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

C.2 - CLIMATIZAÇÃO E VENTILAÇÃO

As instalações de climatização e ventilação para o conjunto dos edifícios integrados neste projeto foram concebidas de modo a proporcionar o melhor aproveitamento de energia que se possa obter e a exploração das mesmas a 100% da capacidade de produção de energia elétrica prevista para os edifícios em função das diversas orientações previstas para as fachadas. As principais características de implantação no terreno e, finalmente, dos equipamentos mecânicos apresentados e dos quais se destaca o pé direito estabelecido no projeto executivo para cada piso, com as seguintes características de implantação de equipamentos de climatização e ventilação:

Encarrega-se já desde a fase de "Projeto Básico" a tarefa de garantir a eficaz proteção solar das superfícies vitradas por meio de dispositivos para a adoção de sistemas de climatização e ventilação para o conjunto dos edifícios. Para a proteção solar das fachadas foi prevista a utilização de uma pala exterior dimensionada em função dos elementos parâmetros de climatização e ventilação estabelecidos no computador e cuja cópia se anexa.

Para as superfícies vitradas, em especial as fachadas, foram previstas a utilização de vidros ligamentares coloridos de fabricação nacional e de características muito próximas das do tipo "tinted glass" de fabricação alemã, ainda pela utilização de vidros simples de espessura de 6 mm e 8 mm.



C.2 - CLIMATIZAÇÃO E VENTILAÇÃO

1 - OBJECTIVO

Pretende-se no presente escrito apresentar perfeitamente documentadas e justificadas as razões técnico-económicas que levaram a projectarem-se as instalações de ventilação e climatização para os novos edifícios da UNIVERSIDADE DO MINHO tal como adiante nos referiremos, estas a serem integradas num Campo Universitário, segundo o apresentado nas partes escritas e desenhadas.

2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

As instalações de ventilação e climatização que se previram para o conjunto dos edifícios integrados numa primeira fase de construção foram adaptadas às condições de economia de energia que se pretende com a exploração das mesmas e à concepção arquitectónica e construção faseada prevista para os edifícios, função das diversas orientações previstas para as fachadas, das suas características de implantação no terreno e, finalmente, dos condicionamentos urbanísticos apresentados e dos quais se destaca o pé direito estabelecido como económico para cada piso, com as correspondentes economias de construção civil e de cargas térmicas de transmissão nas instalações de climatização.

Encararam-se já nesta fase de "Estudo Prévio" os meios ao dispôr para uma eficaz protecção solar das superfícies vidradas com diferente orientação. Para adoptar-se arquitectonicamente uma solução semelhante para o conjunto das fachadas foi prevista a utilização duma pala exterior dimensionada em função dos elementos coligidos do diagrama estereográfico solar elaborado em computador e cuja cópia se anexa.

Para as superfícies vidradas, por razões do "Factor luz do dia", previu-se a utilização de vidros ligeiramente coloridos de fabrico nacional e de características muito próximas aos do tipo "Stop Ray" de importação. Optou-se ainda pela utilização de vidros simples de espessura não inferior a 5 mm.

A percentagem média de superfície vidrada sujeita à insolação (directa e/ou difusa) em relação à superfície total das fachadas será de, aproximadamente, 33 %, percentagem que para os efeitos técnico-económicos a ter em consideração se aceita como muito boa em relação às condições médias locais de luminosidade e dentro dos princípios de economia de energia conforme já anteriormente se focou.

Ao serem estudadas na fase actual de "Estudo Prévio" quais as condições a que deviam satisfazer as instalações de ventilação e climatização dos vários edifícios, assentou-se que estas não deviam basear-se somente nas recomendações da Comissão Instaladora da Universidade do Minho, ao solicitar somente uma instalação de aquecimento generalizado e com eventual aproveitamento da energia solar, nem na satisfação de opiniões subjectivas. Lutou-se com uma falta de elementos coligidos no país de todo o crédito para fazer-se uma análise de custo-benefício das alternativas possíveis, de modo à solução de climatização conduzir a uma solução económica de primeiro investimento, exploração e manutenção dos equipamentos e não dar lugar a opiniões contraditórias.

O pé direito bruto económico de 3,25 m fixado pela arquitectura em função dos custos de construção, factores de luz do dia recomendados e da densidade de ocupação prevista, levou a optar-se definitivamente como necessária e imprescindível a existência duma instalação de climatização generalizada que apresentasse características económicas de exploração e de manutenção. Houve assim que seleccionar-se o tipo de equipamento com possibilidade de utilização indistinta nos períodos de aquecimento, arrefecimento e/ou só para ventilação de investimento mais económico.

A conclusão pela necessidade e imprescindibilidade de uma instalação de climatização generalizada para o conjunto dos edifícios e própria para funcionamento durante todo o ano foi motivada, para além da experiência da equipa projectista, numa auscultação às necessidades dos professores e alunos. De facto as melhores condições ambientais são importantes para um melhor aproveitamento dos tempos de aprendizagem, ensino e investigação, como resulta-

do de melhor se satisfazerem as necessidades de todos os frequentadores da Universidade, factor bastante importante para contribuir com uma melhor organização e actividade cooperativa entre todos os escalões de pessoal. Não há lugar a dúvida que um "bom ambiente" é um estímulo para o êxito comum e que pelos princípios dos novos conhecimentos psico-fisiológicos já não se considera como um estímulo primário mas sim como um estímulo fundamental para que se possam desenvolver outros mais importantes.

A produtividade necessária à competitividade é um problema recentemente bem conhecido e tratado ao nível dos meios de produção. Este fenómeno é tanto ou mais sensível que a própria intervenção humana. Ele é bem conhecido como as condições ambientes inconfortáveis induzem baixas de produtividade importantes. Um estudo de "National Aeronautical and Space Administration" elaborou um relatório (CR-1205.1) com os números seguintes :

| Temperatura efectiva | Perda de produtividade |
|----------------------|------------------------|
| 26,7°C | 8 % |
| 29,5°C | 18 % |
| 32,2°C | 29 % |
| 35° C | 45 % |
| 37,8°C | 62 % |

A perda de produtividade aqui referida é relacionada com aquela que se verificaria para uma temperatura efectiva de 22,2°C.

Tendo-se ainda em atenção as diferentes condições termo-higrométricas do ar exterior verificadas anualmente durante as épocas fria e quente, conclui-se facilmente por intuição, e sem quaisquer necessidades de cálculos adicionais referentes a ganhos internos e a taxas de ocupação, que uma instalação de climatização generalizada pelos diversos edifícios da Universidade se justifica e não representará um gastar de dinheiro em excesso com comodidades supérfluas mas sim representar um investimento rentável por contribuir pela redução duma insatisfação do pessoal durante os períodos de ocupação e de outros factores que contribuem para um maior interesse pessoal e uma maior produtividade, para além de permitir numa redução do primei-

ro investimento com a engenharia civil. Esta instalação oferecerá assim as seguintes vantagens adicionais :

- aproveitamento económico da superfície do solo disponível para postos de trabalho ;
- possibilidade da obtenção de óptimas condições de comodidade, com o resultado dum a mais elevada qualidade da actividade e redução de ausências por absentismo ou por enfermidade ;
- melhores condições de conservação dos materiais e equipamentos ;
- possibilidade de se obterem melhores condições acústicas nas diversas salas por estas poderem funcionar com as janelas fechadas, reduzindo-se assim nestes locais todos os ruídos provenientes do exterior.

A redução do pé direito bruto para um mínimo admissível, por forma a reduzir-se os primeiros custos de investimento com as consequentes reduções das cargas térmicas de aquecimento e/ou arrefecimento, e com a arquitectura interior projectada conduziram a que o ar novo de renovação forçada de cada sala venha a fazer-se num quantitativo mínimo, função da ocupação máxima prevista para cada sala, e ficando a cargo de unidades de ventilo-convecção e em função das cargas térmicas que momentaneamente ocorram a obtenção das condições termo-higrométricas interiores mais indicadas para cada local. A aplicação deste sistema, conjugado com uma instalação eléctrica de detecção e alarme automática de incêndio, não incluída no âmbito deste estudo, será a que se oferece à equipa projectista como de primeiro investimento mais económico e de actuação eficaz.

Os caudais de ar de renovação forçada serão em fase de projecto determinados com rigor e em função dos números recomendados pelo VDI e segundo as normas DIN 1946.

Os circuitos dos caudais de ar de renovação (de insuflação e de extracção) por edifício serão dotados de um sistema de recuperação térmica a funciona-

rem segundo princípio pormenorizado nos desenhos, esquemas e documentos escritos anexos a esta memória por forma a que a economia obtida com este processo venha economicamente a justificar-se, e sem quaisquer margens para dúvidas, a uma climatização generalizada de todos os edifícios. Será aqui conveniente chamar-se à atenção para o facto de com a solução adoptada não se ter aumentado o investimento (!) de forma significativa com o facto de prever-se em cada edifício uma climatização generalizada, apresentando assim a possibilidade de arrefecer-se e desumidificar-se o ar ambiente durante a época quente. Os únicos investimentos marginais com a solução optada verificam-se na rede da tubagem a servir para o transporte do fluído térmico, por as respectivas secções serem mais elevadas devido ao diferencial de temperatura entre o fluído primário do circuito de alimentação e o de retorno ser inferior no caso da água refrigerada, e ainda com o equipamento controlador da temperatura ambiente.

É interessante ainda realçar-se que foi considerado indispensável ligar o estudo das instalações de climatização com os condicionamentos da arquitectura. Com efeito, a forma como os edifícios foram concebidos pela arquitectura determinou não só a possibilidade de se reduzir a importância das instalações de climatização como ainda induziu a serem fixados previamente determinados parâmetros quando da definição do programa do empreendimento e que motivaram uma determinada orientação de actuação. Esta orientação não foi considerada estática nas várias fases em que se evoluiu com a concepção até ao estágio actual, pelo facto de ter-se previamente admitido, por comparação com o que se verifica com os restantes estabelecimentos de ensino do país, um crescimento futuro das taxas de ocupação, da utilização de novas áreas e do volume dos edifícios. Teve-se assim em atenção não só uma redução dos custos de primeiro investimento, o qual foi analisado paralelamente com um constatado agravamento constante dos custos dos materiais construtivos e com o atraso generalizado no país quanto à iniciação da execução das fases de ampliação da construção já previstas quando do arranque do empreendimento, como ainda os previsíveis aumentos futuros dos custos da energia e da mão-de-obra para que as instalações de climatização venham a tomar um lugar de destaque no empreendimento.

3 - PORQUÊ É A CLIMATIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS NECESSÁRIA ?

As instalações de climatização de ar são presentemente objecto de diversas críticas que a seguir se resumem ?

- a climatização de ar é um luxo no nosso clima ;
- é um tipo de instalações devoradoras de energia ;
- a existência duma instalação de climatização nos mais diversos edifícios da Universidade faculta arquitectónicamente que os professores e alunos sejam sujeitos à claustrofobia ;
- a climatização promove o desenvolvimento de bactérias e a propagação de doenças e muito especialmente nas alturas de epidemias ;
- as temperaturas interiores são demasiado constantes ;
- a movimentação de ar frio na época quente é insuportável ;
- durante o tempo muito quente o ambiente interior torna-se demasiado frio.

Estas críticas são, mais ou menos, as que mais frequentemente se ouvem da parte dos organismos públicos, dos encarregados de obra, dos ocupantes e dos médicos. Elas, sabemo-lo bem, não são de todo injustificadas e as instalações apresentam alguns dos defeitos evocados, sem que apresentem o conjunto dos defeitos indicados.

De facto, a tecnologia tem evoluído consideravelmente nos últimos quinze anos e os progressos respeitantes aos materiais e à sua utilização contribuem para eliminar a totalidade dos defeitos apontados. Que existem, por exemplo, instalações devoradoras de energia que até chegam a ter a sua ponta de utilização nas estações intermédias, nós conhecêmo-las e sabemos que tal será devido a uma má zonagem. Outras que são ruidosas ou pela sua má manutenção ou pelas correntes de ar frio que originam podem contribuir para uma propagação de doenças, também existem.

A climatização, contrariamente ao que muitas vezes é admitido, é uma técni-



ca muito difícil e que exige dos técnicos conhecimento não só da termodinâmica mas ainda da termo-fisiologia. Não basta saber reunir os equipamentos para realizar uma instalação correcta, pois ao profano tanto lhe serve uma boa instalação como uma má instalação no respeitante às características dos equipamentos instalados, o que lhe interessa é o ambiente de conforto que lhe fôr proporcionado.

As instalações de climatização preconizadas deverão, pois, permitir realizar, no inverno como no verão, as funções seguintes :

- manutenção da temperatura ambiente dentro dum intervalo, para as diferentes estações do ano, considerado amplo para promoção não só de uma economia de energia como bem ainda para obrigar o organismo a uma certa adaptação à temperatura ambiente ;
- remoção forçada do ar ambiente ;
- filtragem de ar.

As técnicas disponíveis para se conseguir este objectivo são muito variadas, desde o condicionador individual de janela ao de consola até a uma instalação centralizada, funcionando segundo princípios diversos.

O sistema que se considerou como de aplicação e exploração mais económica, e que melhor se enquadra com os condicionamentos arquitecturais, deverá permitir a realização das seguintes funções :

- o ar novo exterior de insuflação forçada nos diversos locais de trabalho ser num quantitativo em função da ocupação prevista ;
- uma filtragem prévia do ar novo de insuflação ;
- uma bateria para aquecimento ou arrefecimento com desumidificação do ar novo ;
- um sistema de humedificação de ar por pulverização e, portanto, por intermédio de aerossóis de funcionamento na época muito fria por forma a que a humidade relativa do ar ambiente não seja inferior a 50 % ;



- ventiladores do ar de insuflação e do ar de extracção em funcionamento combinado por forma a proceder-se a uma economia de energia ;
- bocas de insuflação e de extracção localizadas e dimensionadas de modo conveniente por forma a garantirem um ambiente confortável ;
- um permutador de calor intercalado no circuito do ar rejeitado e no de insuflação por forma a promover uma economia de energia ;
- unidades de ventilo-convecção de montagem no tecto e/ou verticais, consoante os locais de implantação a virem a ser considerados e para as salas de aula teórica, salas de investigação e biblioteca ;
- unidades de climatização central para anfiteatros, refeitório e outros locais a definirem-se futuramente com algum pormenor.

Entre outros factores ainda não apontados e que justificam a imprescindibilidade duma instalação de climatização contam-se ainda :

- alguns ocupantes de alguns gabinetes de preparação de lições, investigação, etc., não poderem trabalhar com as janelas abertas por motivo de ruídos exteriores e das características climáticas locais (bastante frio no inverno e muito quente no verão) ;
- nos locais de mais elevado índice de ocupação a temperatura ambiente adequada proporcionar um maior rendimento e dedicação ao trabalho (vidé relatório CR-1205.1 do National Aeronautical and Space Administration - Capítulo 2), de valor significativamente mais elevado que os encargos respeitantes ao investimento, exploração e manutenção das instalações de climatização.

No respeitante às eventuais críticas à previsão duma instalação de climatização e de natureza mais subjectiva, destacam-se :

- os ocupantes sofrerem de claustrofobia ;
- a climatização favorecer o desenvolvimento microbiano ;
- a temperatura interior de cada local ser demasiado constante ;
- os movimentos de ar serem insuportáveis,

haverá a destacar as seguintes observações :

- não é necessário associar a climatização do ar com caixilharia fixa. A caixilharia fixa, absolutamente necessária para edifícios de grande altura, não o é em edifícios com o porte dos que estamos a tratar, pois poder-se-á prever a paragem da climatização local desde que se proceda à abertura da caixilharia e, então, assim não haverá lugar a temer a claustrofobia. Esta solução teria perfeita utilização nos gabinetes de trabalho individuais pois para as salas de aula a solução económica é a de se prever uma caixilharia dotada dum fecho especial e exigindo portanto um utensílio somente na posse do responsável do respectivo piso ;
- o desenvolvimento microbiano não será certamente favorecido desde que se proceda na instalação aos mínimos de renovação de ar e de recirculação do mesmo ;
- a temperatura de ar e humidade ser demasiado constante deixa de ser um factor a temer desde que a cada gabinete se permita a selecção da sua própria temperatura ;
- os movimentos de ar para velocidades não superiores a 0,20 m/s nas zonas de ocupação são benéficos sob o ponto de vista de conforto e desde que esses veios de fluído tenham a temperatura adequada ;

A afirmação anterior das instalações de climatização, generalizadamente para todos os edifícios, dever ser considerada essencial e imprescindível, independentemente das considerações já emitidas, é ainda motivada por auscultação das necessidades dos ocupantes e não foi emitida a opinião sem previamente se terem presentes os problemas resultantes com o encarecimento da energia. Tem-se ainda em mente os números da produtividade referidos anteriormente. Não há lugar a contestação que um "bom ambiente" é um estímulo para o êxito comum da escola e é um estímulo fundamental para que se possam desenvolver outros mais importantes. Assim, a instalação de climatização a implantar oferecerá ainda as seguintes vantagens adicionais :

- aproveitamento económico da superfície do solo disponível, uma vez que podemos estabelecer postos de trabalho até próximo das janelas e em zonas interiores ;

- apresentar boas condições de comodidade com o resultado de uma melhor qualidade de trabalho e redução de ausências por enfermidade ;
- quase impossibilidade de sujidade por o ambiente interior se encontrar isolado do ambiente exterior;
- redução do absentismo.

A limitação de pé direito bruto, estabelecido pela arquitectura para os diversos pisos, com a consequente redução do investimento relativo à construção civil, é ainda uma consequência imediata da previsão de instalações de climatização generalizadas pelos diversos edifícios da Universidade.

4 - CÁLCULO DAS CARGAS TÉRMICAS

4.1 - Geral

Segundo o ponto de vista da economia de energia fomos levados a considerar que os métodos de cálculo das cargas térmicas em edifícios com as características dos presentes, em funcionamento descontínuo e em regime estacionário era insuficiente.

No passado os especialistas tentaram sem sucesso introduzir cálculos em regime variável, mas os imperativos actuais e o desenvolvimento dos meios de cálculo puzeram este assunto na ordem do dia.

Estes pressupostos levaram-nos a admitir o seguinte género de preocupações no respeitante às instalações de climatização a serem projectadas :

- ver-se a instalação sob o ponto de vista do beneficiário exigindo assim que ela lhe assegure o serviço : condições termo-higrométricas convencionadas por forma a assegurarem as condições interiores fisiològicamente mais aconselhadas em função do tipo de actividade a ser desenvolvida e por forma a assegurarem nas melhores condições a conservação de determinados equipamentos e a execução de determinados trabalhos (laboratórios);

- ver-se a instalação sob o ponto de vista do encarregado da exploração onde haverá um interesse especial pelo seu funcionamento no dia a dia e numa programação das diversas operações de manutenção a efectuar, havendo assim o interesse de conhecer-se à priori as condições de repartição das cargas e potências em função dos diversos rendimentos ;
- ver-se a instalação quanto às suas reais potencialidades de alimentação a unidades a serem incluídas nas novas ampliações da rede por forma a se adaptar as diversas estruturas às novas necessidades ;
- ver-se, finalmente, a instalação preparada para ser dotada de equipamento de investigação e didáctico , adequado que sirva, para além do aspecto formativo de alguns alunos das engenharias e das psico-fisiologias, toda a rede a partir de fenómenos complexos - simulados e/ou reais - que podem ter por sede a rede, quer eles sejam transitórios ou periódicos, havendo ocasião assim de abordar e ensaiar métodos de cálculo adoptados ao estudo da programação de todos os fenómenos térmicos ao longo dos circuitos.

O exame de cada um dos quatro problemas expostos dá lugar assim que se passe de cálculos científicos a cálculos económicos, fisiológicos e outros, tanto mais que aspectos energéticos lhes estarão interligados.

4.2 - Aspecto científico

O ambiente térmico exterior de um lugar é resultado das influências combinadas da radiação solar e dos efeitos meteorológicos.

As influências físicas, tais como a topografia, a não proximidade do mar, a vegetação, etc., têm uma grande importância sobre o clima de determinado lugar. Assim, para que o cálculo das cargas térmicas devidas à climatização seja o mais aproximado da realidade, houve primeiramente que considerar-se uma temperatura exterior do ar variável segundo princípios em que a sua definição aqui cairia fora do âmbito desta Memória.

4.3 - Aspecto económico

No referente ao nosso País desconhece-se qual o consumo energético em Portugal sob a forma de energia eléctrica ou resultante da queima de combustíveis sólidos, líquidos e gasosos destinados exclusivamente às instalações de climatização, tanto mais que segundo nos é dado aperceber não se conhecem ainda de momento grandes preocupações com o projecto ou a implantação de equipamentos a funcionarem sob o conceito de "energia integrada" ou ainda de "energia recuperada" (Integrated Environmental Design), uma vez que desperdícios mais ou menos inconscientes continuam ainda a ser promovidos directa e indirectamente pelos projectistas e instaladores de equipamentos de climatização ainda embalados nos períodos da euforia da abundância da energia e que se encontram hoje ultrapassados.

A economia do consumo de energia para a Universidade do Minho, e muito especialmente para as instalações de climatização, iniciou-se já com a concepção, com o método adoptado para a realização dos cálculos das cargas térmicas e precedeu a definição do tipo de instalações mais adequadas por, um cálculo térmico mais consentâneo com a realidade, implicar que a mesma funcionará certamente com um mais elevado rendimento.

A redução que se preconiza com a recuperação da energia térmica, resultante duma optimização global, possibilitará que sem grande acréscimo monetário no consumo de energia térmica anual se obtenha para os vários edifícios da Universidade os mesmos encargos de exploração que eventualmente se verificariam se os mesmos edifícios fossem dotados somente de uma instalação de aquecimento projectada segundo processos clássicos (queima de combustíveis líquidos).

Por outro lado, sabendo-se que a exploração económica duma instalação de climatização estará numa optimização global dum sistema de equações constituído pelos seguintes polinómios :

- custo total do primeiro investimento e integrando-se neste os custos marginais com a realização de outros trabalhos complementares para a obtenção dos coeficientes de transmissão adequados ;
- encargos anuais fixos ;
- custos da manutenção anual da instalação ;
- custos de exploração anual dessa mesma instalação ;
- redução dos consumos de energia térmica de transmissão pelo facto de reduzir-se o pé direito dos edifícios ;
- redução dos encargos com a construção civil pelo facto de se utilizarem pés direitos mais reduzidos ;
- numa concepção geral dos edifícios e numa definição adequada dos coeficientes de transmissão térmica, dos coeficientes de forma, dos pontos térmicos e do tipo de ventilação a adoptar-se ;
- na imprescindibilidade de alguns locais serem dotados duma instalação de climatização (anfiteatros, biblioteca, determinados tipos de laboratório, centro de informática, refeitório, etc.);
- numa redução de materiais a importar com a consequente saída de divisas,

optou-se em definitivo pela instalação de climatização que neste estudo pomos à consideração e à apreciação da Comissão Instaladora, sem deixar-se de ter sempre bem presente as palavras tão cheias de sentido de Neil Patterson : "The conservation methods are not new, only the high cost of energy is new ..."

Os termos de "conservação" e "economia de energia" estão hoje na moda : eles estão em todas as bocas, eles escrevem-se em todos os relatórios oficiais ou não. Mas para reduzir os consumos energéticos não basta pronunciarem-se palavras ou fazerem-se declarações de intenção, é preciso agir em novas concepções arquitectónicas e de selecção de materiais

e equipamentos, agir em estudos, pareceres e cálculos sempre mais e mais precisos, utilizando-se a potencialidade da informática para a elaboração de cálculos mais precisos. Foi resumidamente a preocupação do/s projectista/s da/s Instalação/ões de climatização, intrometendo-se estes em algumas tarefas que anteriormente estavam a cargo exclusivo da arquitectura.

Constata-se que uma primeira medida a ter com a economia da energia está :

- numa concepção geral dos edifícios e nos estudos dos coeficientes de transmissão, coeficientes de forma, pontos térmicos e no tipo de ventilação e de aparelhagem de controlo a adoptar-se ;
- numa recuperação de energia conjugada com as diversas orientações das fachadas e na forma irregular dessas mesmas fachadas, tendo-se em atenção os valores gratuitos e interiores dos edifícios.

Para darmos por finalizado este capítulo, cita-se ainda que, quando da determinação dos pés direitos mínimos admissíveis e dos coeficientes de transmissão térmica a considerar como aceitáveis se teve ainda presente um estudo de "Michèle Lery" que, colocando o problema de consumo de energia térmica com a climatização e referenciando-o com o da importação de petróleo, calculou que a energia necessária à fabricação de um metro cúbico de material isolante térmico tirado do petróleo (poliestireno e poliuretano) para o colocar numa parede exterior representaria a energia térmica economizada numa caldeira destinada à alimentação duma instalação de aquecimento implantada em locais onde a temperatura mínima exterior de inverno chegasse a atingir valores da ordem dos -15°C durante vários anos ! (seis).

4.4 - Ganhos Térmicos

4.4.1 - Condições base para o estabelecimento da filosofia geral do projecto

Os cálculos dos ganhos térmicos devidos à transmissão e insolação em superfícies exteriores serão realizados na forma definitiva do projecto em função das condições base da temperatura do ar exterior (bolbo seco)

do local.

As temperaturas exteriores foram calculadas a partir dos seguintes princípios :

- cálculo das cargas externas em regime estacionário segundo a orientação base da A.I.C.V.F. (Association des Ingénieurs de Chauffage et de Ventilation de France) ;
- cálculo das cargas internas prováveis tendo em conta os programas pré-estabelecidos para a exploração de cada edifício ou parte do edifício, quer no respeitante à ocupação quer no respeitante à iluminação ;
- cálculo dos ganhos solares levando em conta os sistemas de protecção solar e as zonas de sombra nas superfícies vidradas devidas à reentrância destas em relação ao plano das superfícies da fachada exterior ;
- cálculo da transmissão térmica tomando-se em conta o regime variável da temperatura do ar exterior e simultaneamente uma e pré-definida oscilação da temperatura interior (Swing mean-to-peak).

Considera-se ainda de interesse realçar que prèviamente ao cálculo das instalações de climatização houve ainda a preocupação de estabelecer os condicionamentos arquitecturais respeitantes à orientação dos edifícios e da sua respectiva interligação por forma a reduzirem-se tanto quanto possível as cargas de insolação.

Sabendo-se previamente, por outros condicionamentos arquitecturais, que a orientação dos diversos edifícios se resumiria somente a quatro direcções quaisquer perpendiculares em relação às superfícies contíguas, e considerando-se ainda que o fluxo solar directo absorvido por qualquer fachada vertical será determinado a partir da seguinte expressão :

$$Q = a S F_{DN} \cos \alpha \cos (\beta - \eta)$$

com :

a - coeficiente de absorção da radiação solar pela superfície considerada ;

S - superfície dessa mesma fachada ;

F_{DN} - Fluxo directo solar ;

α - ângulo da altura solar ;

β - ângulo de azimute do Sol no instante considerado ;

\hat{n} - ângulo de azimute da normal à superfície considerada,

concluiu-se que o fluxo solar mínimo absorvido para o conjunto das diversas superfícies exteriores obtido a partir de :

$$\frac{\partial Q}{\partial n} = 0 = F_{DN} \cos \alpha \sum_{i=0}^{i=3} a_i S_i \sin (b - \eta - i(\pi/2))$$

seria para a orientação indicada no desenho da implantação geral, uma vez que é esta ainda a orientação que resolve simultâneamente melhor os problemas referentes à protecção solar exterior e da iluminação natural. Para este pormenor atendeu-se para a sua quantificação ao cálculo dos factores de "luz do dia" para as diversas orientações, conforme assunto abordado no capítulo B.

4.4.2 - Condições base das condições termo-higrométricas do ar interior e exterior

As temperaturas interiores e exteriores e bem ainda as respectivas humidades relativas locais, a servirem de base de cálculo das cargas térmicas, foram as seguintes :

QUADRO Nº 1

| Período do Ano | EXTERIOR | | | INTERIOR | |
|----------------------|------------------------|--------------------|--------|----------|---------|
| | Temperaturas (°C) | | H.R. % | Temp. °C | H.R. % |
| | Regime estacionário | Regime Variável | | | |
| INVERNO | 3,4 | (a) | 100 | 20 | - |
| VERÃO | 33,7 | (b) | 32 | 25 | 50 - 60 |

$$(a) = 8,2 + 5,5 \cos(\omega t) - \varphi$$

$$(b) = 27,6 + 6,86 \cos(\omega t) - \varphi$$

sendo φ , para a cidade de Braga, compreendido para um período entre as 13 e as 16 horas solares.

4.4.3 - Ganhos Solares

Foi necessário conhecerem-se antecipadamente os ganhos térmicos devidos à insolação em função da hora solar por forma a poder-se quantificar a potência económica de aquecimento e/ou arrefecimento a ser instalada pelos vários edifícios. Verificar-se-á que no cômputo geral do equipamento da central térmica a servir para a climatização dos vários edifícios, função da orientação base definida e já mencionada anteriormente, que a ponta da carga térmica na época quente não será coincidente no tempo com a do máximo da temperatura do ar exterior nem com o valor da intensidade da radiação solar (às 12 horas). Igual constatação se verificará na época fria em que a ponta das perdas térmicas por transmissão e por renovação de ar não será coincidente no instante em que se verifique o mínimo da temperatura do ar exterior.

Os ganhos solares são diferentemente distribuídos segundo a orientação das paredes e segundo os elementos apresentados no Anexo II .

Os valores dos ângulos da altura e azimute solar para diferentes períodos do ano elaborados a computador são apresentados no Anexo I.

4.4.4 - Cálculos térmicos por transmissão

O cálculo das cargas térmicas por transmissão das superfícies exteriores dos diferentes locais e na fase definitiva do projecto será realizado com a utilização dos coeficientes de condutibilidade térmica indicados pelas normas DIN 4701.

Admitem-se nesta fase dos estudos os seguintes coeficientes de transmissão térmica em regime de temperaturas estacionárias:

- paredes exteriores $k = 1,36 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ (1,17 kCal/hm²)
- paredes interiores $k = 1,86$ " (1,60 ")
- superfícies envidraçadas $k = 6,40$ " (5,5 ")

- portas exteriores k = 3,50 W/m² °C (3,0 kCal/hm²)
- portas interiores k = 2,9 " (2,5 ")
- cobertura (Verão) k = 0,91 " (0,78 ")
- cobertura (Inverno)..... k = 0,98 " (0,84 ")
- coeficiente periférico k = 1,4 W/hm (1,2 kCal/hm).

O cálculo final e definitivo das cargas de aquecimento e arrefecimento será feito tomando-se por base o estabelecido no método de cálculo da estabilidade térmica dos ambientes, em imóveis com aquecimento descontínuos, baseados na integração da equação diferencial do balanço térmico para efeito de reduzir-se, tanto quanto possível, a sobre-potência com que habitualmente os equipamentos são dimensionados quando o cálculo térmico é feito em regime de cargas estacionárias.

Os cálculos térmicos de transmissão a efectuarem-se a partir da consideração da temperatura média das superfícies exteriores no instante T serão realizados em computador a partir da análise matricial para o caso das paredes compostas ou por análise de Fourier para o caso de paredes homogêneas a partir da seguinte expressão :

$$\bar{T}_{(s,T)} = t_m + \frac{\int_{T-\frac{\gamma\delta}{w}}^T dT \int_0^s t_0 \exp(-\gamma r) \cos[\omega(T-T_0) - \gamma r] dr}{\int_{T-\frac{\gamma\delta}{w}}^T dT \int_0^s dr}$$

sendo :

- δ - espessura da superfície considerada (m)
- γ - constante de propagação térmica (rad/h)
- T_0 - instante em que a temperatura da superfície exterior é t_0 (h)
- t_0 - temperatura da superfície exterior (°C)
- w - frequência angular (= $2\pi/24$ rad/h)
- t_m - temperatura média da parede no período $(T - \frac{2\gamma\delta}{w})$ a $(T - \frac{\gamma\delta}{w})$

A título elucidativo o valor de " t_m " para o instante $T = 0$ é determinado com uma relativa aproximação como uma média das temperaturas da superfície exterior durante o período das 24 horas anteriores.

5 - FONTES DE ENERGIA

As instalações de climatização e ventilação que se prevêem para o conjunto dos edifícios a projectar serão adaptadas à concepção arquitectónica esboçada para os mesmos, função das suas características de implantação no terreno e das suas condicionantes quanto a uma ampliação futura.

Encararam-se já nesta fase de "Estudo Prévio" como já anteriormente foi exposto, os meios ao dispor por uma eficaz protecção solar das superfícies vidradas com diferente orientação.

Assente na actual fase de "Estudo Prévio" quais as condições a que devem satisfazer as instalações de climatização, por se ter concluído pela imprescindibilidade da generalização deste tipo de instalações pelo conjunto dos edifícios, atendendo-se às diferentes condições termo-higrométricas do ar exterior durante um ano, à densidade de ocupação e utilização dos espaços, houve que estudar-se o tipo de instalação a providenciar-se por forma a que esta apresente no conjunto características económicas de exploração e de manutenção.

A solução preconizada para a climatização dos edifícios resumir-se-á numa insuflação de ar previamente tratado em temperatura e humidade nos caudais mínimos de renovação recomendados para cada local e com um recuperação térmica prévia em relação aos caudais do ar de rejeição. Em resumo, a obtenção das condições termo-higrométricas pretendidas para o interior de cada local será obtida por intermédio de unidades de ventilo-convecção e ou unidades de climatização de tipo estação-central.

Do exposto, pode-se inferir que dentro do conceito de "energia integrada", no sector da climatização que nos propomos adoptar, a concepção em fase de projecto das instalações de climatização dos edifícios em estudo serão seleccionadas por forma a que se verifique uma reutilização dum máximo de energia térmica. Salienta-se assim que no sector da climatização se prevê fornecer, por edifício e na época fresca, somente uma quantidade de energia estritamente limitada às necessidades da troca térmica entre todas as superfícies

exteriores (opacas, transparentes e translúcidas) e às trocas térmicas entre o ar novo e o ar rejeitado.

Dentro dos princípios seguidos para uma reutilização da energia térmica até aqui habitualmente rejeitada inutilmente e do respeito pelas recomendações oficiais (ainda não legisladas em Portugal) para uma redução de todos os consumos inúteis de energia, enquanto sabemos todos que a energia custa mais e mais cara e que a sua produção polui a atmosfera e rareia, concluem os responsáveis pela economia dos países, das actividades industriais, comerciais e administrativas, pela imposição de recuperadores de energia e de que a amortização dos investimentos adicionais seja realizada em três ou quatro anos no máximo.

Para a solução da questão da recuperação de energia, que fornecerá dados seguros sobre o conveniente dimensionamento da central de aquecimento e de refrigeração teve-se presente que o aquecimento, arrefecimento com e sem desumidificação do ar - é um processo, em princípio, a recomendar com a utilização eficaz dum permutador de calor sensível e latente, este a designar por "recuperador entálpico". A recuperação de calor sensível será feita com materiais higroscópicos, tais como: metais, plásticos e fibras compostas; enquanto que a transferência do calor dum permutador entálpico será constituído por materiais higroscópicos.

Sabe-se que são numerosas as funções que relacionadas entre si definirão a capacidade de cada tipo de permutador, tais como: superfície de permuta e configuração da superfície de permuta para a massa de ar renovado por edifício. A eficácia duma unidade de permuta do tipo "ar/ar" dependerá em dividendo pela diferença das condições de entrada e saída do ar novo por edifício e pela diferença das condições de entrada e saída na mesma do ar rejeitado.

Diversos tipos de permutadores se consideraram inicialmente como de possível aplicação:

- permutador rotativo, simultaneamente de calor sensível e latente;
- permutador de placas em contra-corrente ou em correntes de ar cruzadas;
- permutador em circuito fechado com baterias e bomba de água ou salmoura;
- permutador em circuito fechado com duas cubas, utilizando a pulverização dum dissecante (sistema Kathabar);
- permutador a tubos e capilares e uma circulação natural do fluido refrigerante por gravidade;
- permutador a tubos, válvulas de expansão termostática e circulação forçada do refrigerante (bomba de calor).

Estudadas as características termo-higrométricas limites do ar exterior nas épocas fria e quente e as várias hipóteses postas em opção em função das de melhor aplicação e integração no/s edifício/s a construir, decidiu-se em definitivo pela aplicação da seguinte concepção:

- unidade de permuta inserida na unidade de insuflação por edifício e a ser alimentada em função da temperatura do ar exterior por água fria ou quente;
- uma unidade de permuta inserida na unidade do ar de rejeição e a ser alimentada de forma inversa à unidade inserida na unidade de tratamento do ar de insuflação.

A eficácia global o obter-se para o sistema descrito será compreendida entre um valor da ordem dos 81 a 95%, conforme as condições termo-higrométricas do ar exterior admitidas e cálculos a apresentar oportunamente. O coeficiente mais elevado verificar-se-á com maior frequência na fase de aquecimento e nas estações intermédias e o de menor valor na fase de arrefecimento e desumidificação do ar a insuflar.

6 - CENTRAL DE AQUECIMENTO E DE REFRIGERAÇÃO

Por razões económicas de exploração e manutenção de equipamentos já anterior-

mente explicitadas e por forma a evitar-se a necessidade de se imporem condicionamentos arquitecturais e acústicos a um determinado edifício pelo facto do mesmo vir a integrar uma central de climatização, previu-se a implantação de um edifício exclusivamente destinado a esta finalidade, a ficar implantado nas proximidades do edifício destinado simultaneamente à grande armazenagem de géneros alimentícios e a servir de central de preparação de alimentos com destino à sua distribuição e preparação final nas cozinhas anexadas aos vários refeitórios e bem ainda da subestação eléctrica.

Subjacente a este estudo, todos os problemas relacionados com a economia de energia levaram a decidir-se a preparação do processo de consulta ao mercado para o fornecimento e montagem das instalações de climatização do/s edifício/s e o do equipamento da central de aquecimento e arrefecimento separadamente.

Esta opção ficou a dever-se ao facto de assim possibilitar-se a consulta ao mercado a fabricantes de equipamentos com concepções muito diferentes. Estamos primeiramente a referirmo-nos dos grupos produtores de frio preparados para funcionamento em regime de bomba de calor (com uma temperatura limite de produção económica de água quente por aquecimento num duplo condensador a 90°C) e em segundo lugar a pensar em turbo-máquinas não como geradoras nem consumidoras mas como transformadoras de energia, aproveitando-nos assim de um dos campos de aplicação extraordinariamente múltiplos dos turbo-compressores. A eventual utilização de turbo-compressores na fase definitiva do projecto, após uma consulta prévia a vários possíveis fabricantes deste tipo de equipamento para uma definição dos condicionamentos dimensionais, acentuará de forma muito especial a importância dos mesmos na técnica da economia da energia.

A eventual utilização de "turbo-compressores-expansores" na central de climatização, permitiria ainda que na mesma central e com o mesmo equipamento se obtivesse o frio necessário à conservação dos vários géneros alimentícios nas câmaras de conservação de refrigerados e congelados e bem ainda permi-

tiria uma produção gratuita (!) de vapor de água de $2,5 \text{ kg/cm}^2$ a ser utilizado à pressão de $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ em equipamento a ser implantado nas cozinhas, não só para a confecção de gêneros alimentícios (marmitas e cozedores de vapor) mas bem ainda na produção de água quente para confecção de alimentos, de lavagem e de utilização em máquinas de lavar-louça.

A solução que se preconiza para fonte de energia e tipo de equipamento a dotar-se a central de aquecimento e refrigeração, ainda antes de se apresentarem adiante dados resultantes do eventual aproveitamento de energia solar, quando os estudos dos edifícios evoluírem na fase de ante-projecto e projecto, teve ainda em conta os factores que contribuem para a poluição térmica e química do local onde serão implantados os edifícios, o empobrecimento da atmosfera em oxigénio e o seu enriquecimento em anidrido carbónico, óxido de carbono e outros produtos. Teve-se ainda presente um estudo suíço "Utilisation totale de l'énergie et son rôle possible dans le cadre d'une alimentation générale, en accord avec la protection de l'environnement" de Robert Hohl e do qual se transcreve um parágrafo que se considera muito significativo:

"... La pompe de chaleur absorbant de l'énergie électrique doit être considérée comme le meilleur système de chauffage (si l'on tient compte de la pollution thermique de l'environnement). Même si on l'alimente par de l'électricité d'origine nucléaire, le facteur de pollution total "f" reste toujours inférieur à l'unité. Son rapport de puissance "énergie fournie/énergie utile" est d'autant meilleur que la différence de température entre le caloporteur et la source froide est plus petite. Elle convient surtout aux piscines couvertes dont le chauffage par pompe de chaleur devrait, dans l'avenir, être obligatoire. Il convient de l'utiliser de plus en plus aussi pour le chauffage de grands immeubles, et ce surtout parce qu'elle permet une combinaison avantageuse avec les installations de climatisation. Si, en tout que source froide, on ne dispose pas de cours d'eau, on peut utiliser l'air ambiant. Son prix et les frais d'entretien on limité jusqu'ici son emploi. Il serait donc souhaitable que des unités compactes bien conçues et de grande série soient mises sur le marché, comme les unités frigorifiques ménagères que n'exigent pratiquement aucun entretien ..."

Ainda um tanto a reforçar a opção tomada quanto à fonte de aquecimento (bomba de calor ou unidade turbo-expansora) neste estudo proposta, julga-se conveniente transcrever-se uma parte significativa dum estudo de Jean Durbois (Chef de Service à EDF) sobre "Le Bilan énergétique du chauffage électrique" que se segue:

"... Le reproche le plus fréquemment fait du chauffage électrique est de trop consommer d'énergie. Il est grave, en cette période où tant d'efforts sont consacrés à l'économie d'énergie. L'object de cet étude est de montrer - ce qui étonnera certains - qu'il est totalement injustifié..."

Pelo exposto, e após a descrição um tanto pormenorizada dos motivos justificativos das opções tomadas sob o ponto de vista qualitativo, deixar-se-á parcialmente para as fases de ante-projecto e projecto a pormenorização dos motivos quantitativos energéticos e económicos que serviram de fundamento à solução a vir a ser optada em definitivo no respeitante ao tipo de equipamentos a serem especificados. Não estará nessa fase, evidentemente, em discussão o problema de justificar-se ou não uma recuperação térmica mas sim única e exclusivamente qual o tipo de equipamentos a dotar-se em definitivo a central de refrigeração que servirá simultaneamente de aquecimento, embora também ainda se preveja nesta fase a montagem de uma caldeira de aquecimento eléctrico e de potência a dimensionar-se oportunamente.

7 - CLIMATIZAÇÃO DE EDIFÍCIOS

7.1 - Ventilação

Prevêm-se instalações de ventilação por extracção sem qualquer tratamento prévio da temperatura do ar a introduzir para os seguintes locais:

- instalações sanitárias;
- central de emergência;
- subestação eléctrica;

- postos de transformação;
- central de climatização e de emergência.

Nas cozinhas prever-se-á uma instalação de ventilação por extracção com uma compensação parcial de ar novo tratado e nos laboratórios onde venham a existir "hottes" para extracção de fumos e/ou gases tóxicos utilizar-se-ão unidades parcialmente compensadas.

Nos locais estabelecidos pela regulamentação estrangeira sobre protecção e prevenção contra os riscos de incêndio em estabelecimentos de ensino, e na ausência de uma legislação nacional sobre o assunto, adoptar-se-á a aplicação de unidades de insuflação de ar novo de actuação automática a partir da instalação de alarme e detecção automática de incêndios com o fito de garantir que os locais de escoamento de pessoal, quando da verificação de um estado de emergência, permanecerão isentos de fumos.

O dimensionamento dos caudais e pressurizações só serão definidos em fase de projecto com a pormenorização construtiva e do accionamento das portas a serem utilizadas, tomando-se também aqui por base a legislação estrangeira.

7.2 - Climatização

A alimentação em energia térmica (aquecimento ou arrefecimento) a cada edifício será realizada e dimensionada na base de que o fluido térmico primário de transporte de energia será a água refrigerada e a água quente e que para as diferentes condições termo-higrométricas do ar exterior se deverão obter boas condições de conforto para qualquer dos locais considerados independentemente do nível das cargas térmicas interiores (transmissão, insolação, ocupação, iluminação, equipamentos, etc.).

7.2.1 - Níveis de ruído admissíveis

Evidentemente que para além do problema da redução ou eliminação dos níveis de poluição química do meio nos ambientes climatizados, associado



ã obtenção de boas condições de conforto, conforme já anteriormente focado, há que ter-se em conta os problemas relativos à "poluição acústica".

Assim, por se garantirem perfeitas condições acústicas e de audibilidade pelos diversos locais tomaram-se como admissíveis os seguintes espectros de ruído no interior:

- Salas de aula teórica

Curvas ISO

| | | | | | | | | |
|------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Hz - | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| dB - | 63 | 52 | 44 | 38 | 35 | 32 | 30 | 28 |

- Anfiteatros

| | | | | | | | | |
|------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Hz - | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| dB - | 59 | 48 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 |

- Laboratórios

| | | | | | | | | |
|------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Hz - | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| dB - | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 |

- Biblioteca e gabinetes de estudo privados

| | | | | | | | | |
|------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Hz - | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| dB - | 67 | 57 | 49 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 |

- Refeitório

| | | | | | | | | |
|------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| Hz - | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| dB | 75 | 65 | 58 | 53 | 50 | 47 | 45 | 43 |

7.2.2 - Fontes sonoras

Admite-se que o nível médio máximo de ruído devido à voz humana nos diversos locais será, aproximadamente, dos seguintes valores:

- Corredores ----- 60 dBA
- Gabinetes de trabalho privado ----- 50 dBA
- Salas teóricas e anfiteatros ----- 55 dBA

Estas intensidades referem-se a um metro de distância e em locais ausentes de toda a reverberação.

7.2.3 - Valores médios dos coeficientes de redução sonora (1000Hz)

- Porta indeformada, bem colocada e vedada 25 dB
- Janela aberta ----- 10 dB
- Janela simples c/vidro de 5mm de espessura 35 dB
- Parede de alvenaria de tijolo de 15 cm --- 43 dB
- " " " " " " 20 cm --- 45 dB
- " " " " " " 25 cm --- 47 dB
- " " " " " " 30 cm --- 48 dB

7.2.4 - Valores médios máximos admissíveis dos ruídos a serem produzidos pelas unidades de ventilo-convecção (para unidades do tipo standard disponíveis no mercado nacional).



Quadro nº 2

| | | 125Hz | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 80000 |
|--|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| Caudal máximo 340 m ³ /h | Velocidade mínima (1) | 47,5 | 44,5 | 39,5 | 33,5 | 25,5 | - | - |
| | Velocidade média (2) | 52,5 | 49,5 | 44,5 | 40 | 31,7 | 25,7 | 22,7 |
| | Velocidade máxima (3) | 54,0 | 53,5 | 49,5 | 45,5 | 38,5 | 32,0 | 26,5 |
| 510 m ³ /h | (1) | 51,0 | 46,0 | 42,0 | 35,5 | 27,0 | 21,0 | - |
| | (2) | 56,0 | 52,0 | 47,0 | 43,0 | 35,0 | 31,0 | 27,0 |
| | (3) | 57,5 | 57,0 | 52,5 | 48,5 | 41,5 | 36,5 | 32,0 |
| 680 m ³ /h | (1) | 50,0 | 46,0 | 43,0 | 36,0 | 28,0 | 22,0 | - |
| | (2) | 55,0 | 51,0 | 48,0 | 43,0 | 34,0 | 29,5 | 25,0 |
| | (3) | 57,0 | 55,5 | 51,5 | 47,5 | 40,5 | 34,0 | 30,0 |
| 1020 m ³ /h | (1) | 53,0 | 52,0 | 47,0 | 40,5 | 30,0 | 24,0 | - |
| | (2) | 58,5 | 55,0 | 51,5 | 45,5 | 37,0 | 33,0 | 29,0 |
| | (3) | 60,5 | 58,5 | 54,5 | 50,0 | 43,5 | 38,0 | 34,0 |
| 1360 m ³ /h | (1) | 50,0 | 49,0 | 44,0 | 40,0 | 29,0 | 22,0 | - |
| | (2) | 55,5 | 53,5 | 50,0 | 46,0 | 38,0 | 29,0 | 24,0 |
| | (3) | 59,0 | 57,0 | 53,5 | 50,0 | 44,0 | 36,5 | 29,0 |
| 1700 m ³ /h | (1) | 52,0 | 50,5 | 44,0 | 40,0 | 30,0 | 24,0 | - |
| | (2) | 58,0 | 55,0 | 50,0 | 46,0 | 38,5 | 31,0 | 27,0 |
| | (3) | 62,0 | 59,0 | 54,0 | 50,5 | 44,0 | 37,5 | 32,5 |
| 2040 m ³ /h | (1) | 55,5 | 53,0 | 46,0 | 41,5 | 33,0 | 25,0 | - |
| | (2) | 59,0 | 58,0 | 52,5 | 48,0 | 41,0 | 34,0 | 31,0 |
| | (3) | 64,0 | 61,5 | 56,0 | 52,0 | 47,0 | 41,0 | 34,5 |

7.2.5 - Caudais mínimos do ar de renovação

Consumindo um adulto ocupado com uma actividade média cerca de 30 a 50 litros de oxigénio por hora, com a correspondente produção em anidrido carbónico e vapor de água, a composição química do ar ambiente modificar-se-á sensivelmente se o ar ambiente não for renovado. Esta renovação natural do ar só será possível se houver o efeito de chaminé devido à diferença de temperaturas entre a do ar exterior e a do ambiente, que será directamente proporcional ao pé direito da sala considerada e à acção do vento. Outra possibilidade de renovação natural do ar, de acção conjugada ou isolada da anterior, será a verificada por difusão natural que só se verificará e será incrementada se se prever o funcionamento de aulas com as janelas abertas, hipótese que na época fria é inteiramente posta de parte.

Como se reconhece nitidamente a diferença entre um ar exterior considerado fresco e puro e um ar onde se libertam cheiros corporais desagradáveis e anidrido carbónico, a escala de Pettenkofer estabeleceu que o teor deste gás no ar não deverá ultrapassar 0,15% em volume, valor que serviu de base ao estabelecimento da regulamentação do VDI respeitante à ventilação e bem ainda à norma DIN 1946.

Tratando-se dum estudo em edifícios onde, por economia de construção, se prevê simultaneamente uma taxa de ocupação e de utilização elevada, conjugado com um pé direito útil da ordem dos 3,25 m com um volume médio por ocupante em sala de aula teórica-prática da ordem dos 8,9 m³, verifica-se a necessidade de haver uma ventilação forçada mínima correspondente a 3 renovações/hora para que no ambiente interior não se ultrapasse a percentagem de anidrido carbónico anteriormente já referida e que nos locais considerados haja interdição de se fumar, valor que por razões de cheiros corporais é inferior à concentração máxima permitida (Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen - MAK) e fixada em $\frac{5000 \text{ cm}^3 \text{ de CO}_2}{\text{m}^3 \text{ de ar}}$

$$= K_{\text{CO}_2} = 0,5\%.$$

A taxa de renovação horária anteriormente referida foi calculada na base da concentração do anidrido carbônico do ar exterior ser da ordem dos 0,04%.

No respeitante à consideração de uma instalação de ventilação para evacuação do calor sensível ambiente com um diferencial de temperatura de 2°C durante a estação quente ou intermédia de locais com taxas de utilização muito elevadas e para um metabolismo médio por ocupante considerado em:

Quadro nº 3

| Temperatura Seca | Humidade Relativa % | Calor Sensível (kCal/h) | Calor Latente (kCal/h) |
|------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| 23 | 35 < H.R. < 65 | 73 | 52 |
| 24 | 35 < H.R. < 65 | 68 | 57 |
| 25 | 35 < H.R. < 65 | 63 | 62 |
| 26 | 35 < H.R. < 65 | 57 | 63 |
| 27 | 35 < H.R. < 65 | 55 | 70 |
| 28 | 35 < H.R. < 65 | 50 | 75 |

e com uma carga eléctrica média para iluminação da ordem dos 30 W/m², verifica-se que, respectivamente, o caudal de ar a renovar por unidade de superfície e a taxa de renovação mínima seriam as seguintes:

NOTA:

$$v_{ar} = \frac{V_{co2}}{K_{co2}-K_{ar}} \text{ m}^3/\text{h} = \frac{0,03}{0,0015-0,0004} = 27,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$r = \frac{27,3}{8,9} = 3,06 \text{ renovações/hora}$$

$$q = \frac{\frac{73 \times 3,25}{8,9} + 0,86 \times 0,03}{2 \times 0,3} \quad \text{m}^3/\text{h}$$

$$q = 44,47 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$$

$$r = \frac{44,47}{3,25} = 13,68 \text{ renovações horárias}$$

O valor mínimo aqui encontrado como necessário para a renovação horária das salas teórico-práticas, para se não mencionarem os anfiteatros como zonas bem mais gravosas sob este ponto de vista, é um elemento seguro para a demonstração inequívoca da imprescindibilidade duma instalação de climatização, como aliás já anteriormente havíamos referido somente sob o aspecto qualitativo.

Este problema de renovações horárias mínimas necessárias, para além do já mencionado para os anfiteatros, apresenta-se também com toda a acuidade para os laboratórios onde as taxas de renovação teriam que ser bastante elevadas para contrabalançar as cargas térmicas interiores devidas a equipamentos ou à redução da concentração de produtos químicos eventualmente libertados no meio ambiente.

7.2.6 - Vida média do equipamento

O período de vida média do diverso equipamento de climatização é um assunto muito em discussão para alguns tipos do mesmo não há opinião unânime entre os diversos especialistas.

Assim, por atribuição do período de vida média ("year life expectancy"), baseamo-nos em elementos coligidos de catálogos de vários fabricantes de equipamento, dum artigo de "Lewis Smith" publicado na revista Heating, Piping and Air Conditioning, nos elementos publicados no livro "Modern

Air Conditioning, Heating and Ventilating" de autoria Carrier, Cherne, Grant and Roberts e ainda em alguns artigos das revistas "Revue Générale du Froid" e "Revue Mensuelle de l'Association des Ingénieurs de Chauffage et Ventilation de France".

Os períodos coligidos, em anos, a servirem de base para o cálculo económico a ser efectuado, transcrevem-se seguidamente:

| | |
|---|------|
| - Unidades arrefecedoras de água do tipo de absorção ----- | 25 * |
| - " " " " " " " parafuso ----- | 20 * |
| - " " " " " " " centrífugo ----- | 20 * |
| - " " " " " " " alternativo ----- | 15 * |
| - " " " ar do tipo de ventilo-convecção | 20 * |
| - " " " " " " " estação-central -- | 20 * |
| - Ventiladores ----- | 15 |
| - Baterias de arrefecimento e aquecimento ----- | 10 |
| - Conduta de chapa galvanizada ----- | 20 |
| - Isolamento Térmico das condutas ----- | 10 |
| - Torres de arrefecimento evaporativas ----- | 10 |
| - Condensadores evaporativos ----- | 10 |
| - Sistema eléctrico de controlo de temperatura em unidades terminais ----- | 8 |
| - Instalação eléctrica ----- | 25 |
| - Tubagem de ferro ----- | 15 |
| - Tubagem de cobre ----- | 20 |
| - Elementos vários de construção civil ----- | 25 |

Os números assinalados com asterístico são na literatura americana reduzidos de cinco unidades em relação à literatura europeia.

7.2.7 - Sistemas de climatização possíveis e preconizadas

Para o conjunto do/s edifício/s a serem integrados na Universidade do Minho onde as instalações de climatização deverão funcionar de forma inteiramente independente verificou-se, por analogia com estudos técnico-económicos realizados e publicados no estrangeiro e no referente a instalações afins, que os factores económicos postos em jogo conduzem a uma exploração e manutenção destas instalações por uma única entidade e independentemente da eventual existência de uma dotação orçamental separada para cada departamento.

Por outro lado, desconhecidas presentemente as futuras condições de gestão da Universidade do Minho bem como as condições de funcionamento de todos os locais a serem climatizados (taxas de utilização e ocupação reais), admitiram-se as seguintes principais particularidades:

- ocupação completa dos edifícios, a horários regulares, com uma actividade não homogênea;
- iluminação uniformemente repartida durante todo o dia, pelo menos nas zonas mais interiores;
- ausência total de ocupação e de iluminação à noite, fins de semana e dias feriados;
- ocupantes com critérios climáticos diversificados, havendo assim a necessidade de os satisfazer o melhor possível para criar-se um ambiente produtivo.

Isto conduz naturalmente a instalações em que a climatização deverá poder parar durante a noite, sem que por tal motivo seja necessário prever uma sobre-potência demasiada da instalação quando do arranque para se obterem fãcilmente as condições térmicas de regime no dia imediato a uma paragem da instalação efectuada no dia anterior.

A consideração de todos os condicionamentos que se apresentarão com a futura instalação de climatização levaram assim a preconizar-se o se-

guinte esquema:

- Produção centralizada de água refrigerada e de água quente por forma a que com a verificação prática dum factor de simultaneidade de exploração do conjunto das instalações inferior à unidade permitir uma mais reduzida potência instalada, com os correspondentes benefícios tarifários;
- climatização do/s edifício/s destinados essencialmente ao ensino técnico-prático constituída essencialmente por uma unidade de insuflação para tratamento somente do ar novo de renovação e interligada a uma outra de extracção para uma recuperação térmica. A regulação térmica nos diversos ambientes far-se-á independentemente por unidades de ventilo-convecção;
- climatização do/s edifício/s destinados essencialmente a laboratórios e oficinas de constituição idêntica à da posição anterior, mas onde são ainda previstas unidades de extracção de ar em hottes e a funcionarem em conjugação com outras de insuflação parcial para verificação de uma certa equilibragem de pressões e de caudais;
- climatização em anfiteatros, bibliotecas, refeitórios, etc, a funcionar com unidades de climatização do tipo estação-central e dotadas de dupla bateria de tratamento do ar e uma bateria inserida no circuito do ar de rejeição para recuperação térmica.

Esta solução geral para a climatização dos edifícios da Universidade do Minho foi a considerada não só como de primeiro investimento e de exploração mais reduzida como ainda aquela que melhor satisfará globalmente no respeitante aos níveis de ruído, uma vez que se não deixou de ter presente que os níveis de ruído produzidos no ambiente resultariam numa:

- fadiga auditiva;
- perda de audição gradual;
- maior esforço quando no uso da palavra, com as seguintes principais consequências:

- diminuição das potencialidades do sentido da audição;
- abalo no sistema de actividade do sistema nervoso central com:
 - fadiga nervosa (perturbações nervosas, insónias, etc.);
 - mau funcionamento do sistema nervoso (aumento da tensão cardíaca, da pressão sanguínea, da frequência respiratória, inibição das funções do aparelho digestivo, etc);
 - menor rendimento e segurança no trabalho;
 - comportamento global (aparição de perturbações mentais mais ou menos discretas, irritabilidade, etc.) não satisfatório;
 - redução na compreensão da palavra e das comunicações sonoras.

| | 1950 | 1951 | 1952 | 1953 | 1954 | 1955 | 1956 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Jan | 12,5 | 13,5 | 14,5 | 15,5 | 16,5 | 17,5 | 18,5 |
| Fev | 13,5 | 14,5 | 15,5 | 16,5 | 17,5 | 18,5 | 19,5 |
| Mar | 14,5 | 15,5 | 16,5 | 17,5 | 18,5 | 19,5 | 20,5 |
| Abr | 15,5 | 16,5 | 17,5 | 18,5 | 19,5 | 20,5 | 21,5 |
| Mai | 16,5 | 17,5 | 18,5 | 19,5 | 20,5 | 21,5 | 22,5 |
| Jun | 17,5 | 18,5 | 19,5 | 20,5 | 21,5 | 22,5 | 23,5 |
| Jul | 18,5 | 19,5 | 20,5 | 21,5 | 22,5 | 23,5 | 24,5 |
| Ago | 19,5 | 20,5 | 21,5 | 22,5 | 23,5 | 24,5 | 25,5 |
| Set | 20,5 | 21,5 | 22,5 | 23,5 | 24,5 | 25,5 | 26,5 |
| Out | 21,5 | 22,5 | 23,5 | 24,5 | 25,5 | 26,5 | 27,5 |
| Nov | 22,5 | 23,5 | 24,5 | 25,5 | 26,5 | 27,5 | 28,5 |
| Dez | 23,5 | 24,5 | 25,5 | 26,5 | 27,5 | 28,5 | 29,5 |
| 1957 | 24,5 | 25,5 | 26,5 | 27,5 | 28,5 | 29,5 | 30,5 |

8 - PREVISÃO DAS NECESSIDADES ANUAIS DE AQUECIMENTO E ARREFECIMENTO
A PREVER PARA O AR NOVO

Vamos ignorar o acréscimo da temperatura média anual do ar que se verifica da ordem dos 0,2°C, cuja causa poderá ser atribuída ao recuo gradual dos glaciares, e vamos fixarmo-nos no seguinte quadro de valores coligido de "O clima de Portugal - Fascículo XIII - do Serviço Meteorológico Nacional e referente a Braga:

QUADRO Nº 4

| Mês do Ano | Temperatura do ar T (°C) | | | | | Humidade relativa H.R% | |
|------------|--------------------------|------|------|------|------|------------------------|-----|
| | Mensal | Max | Min | Max | Min | 9h | 18h |
| Janeiro | 8,2 | 13 | 4,2 | 22,6 | -5,0 | 85 | 82 |
| Fevereiro | 9,2 | 14 | 4,5 | 25,8 | -5,6 | 84 | 79 |
| Março | 11,8 | 16,4 | 7,1 | 30,5 | -4,0 | 80 | 78 |
| Abril | 13,6 | 19,0 | 8,1 | 33,8 | -1,3 | 75 | 70 |
| Mai | 15,4 | 20,9 | 9,9 | 38,8 | 1,5 | 76 | 68 |
| Junho | 18,7 | 25,0 | 12,4 | 39,0 | 3,0 | 76 | 66 |
| Julho | 20,5 | 27,4 | 13,2 | 40,5 | 5,0 | 74 | 66 |
| Agosto | 20,4 | 27,6 | 13,2 | 41,3 | 5,7 | 77 | 68 |
| Setembro | 18,4 | 25,3 | 11,4 | 39,0 | 2,5 | 81 | 75 |
| Outubro | 15,4 | 21,3 | 9,6 | 35,5 | -0,8 | 83 | 80 |
| Novembro | 11,6 | 16,5 | 6,8 | 28,9 | -3,3 | 83 | 81 |
| Dezembro | 8,9 | 13,3 | 4,5 | 31,2 | -5,0 | 87 | 84 |
| Ano | 14,4 | 20,0 | 8,7 | 41,3 | -5,6 | 80 | 75 |

Gráfico da evolução mensal das temperaturas em Braga

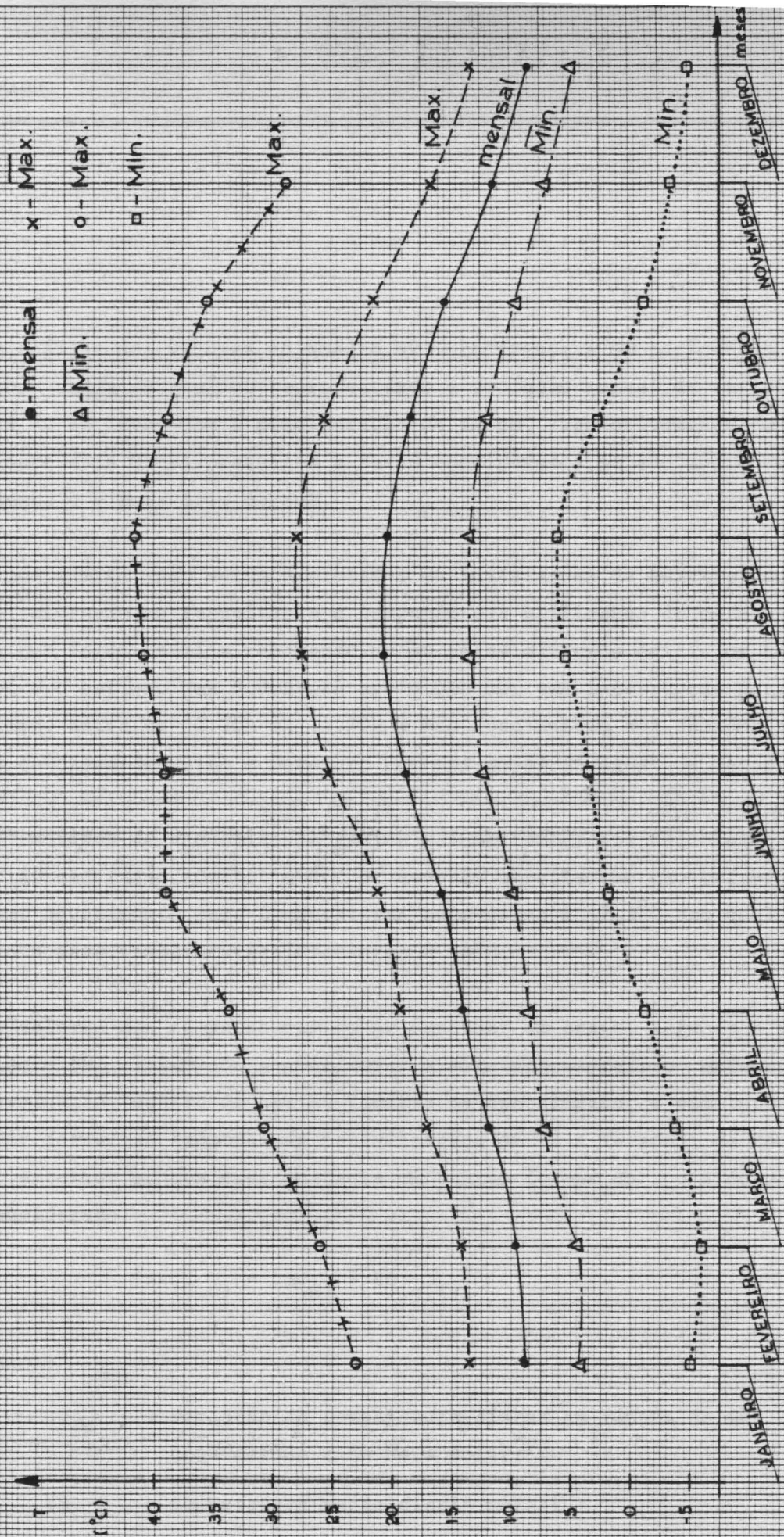


FIGURA N.º 1

Da análise dos valores do quadro Nº 4 referente a um período de trinta anos e bem ainda do gráfico representando a evolução mensal de várias temperaturas do ar levou-nos à consideração de serem, respectivamente, os meses de Agosto e de Janeiro aqueles a serem considerados, em ano médio como o mais quente e o mais frio do ano.

Vamos admitir não serem exploradas as instalações da Universidade em regime de saturação, no respeitante à ocupação e à utilização de espaços, pelo que de uma forma geral a renovação do ar pelos diversos edifícios verificar-se-á entre o período das 8.00h até às 18.00h com uma interrupção para a hora do almoço entre as 12.30h às 14.30h e não funcionarem aos sábados nem na segunda quinzena de Julho e Dezembro nem nos meses de Agosto e Setembro.

Por motivos de economia energética vai-se também nos cálculos, que a seguir se apresentarão, admitir que o ar novo de insuflação não sofrerá qualquer aquecimento para temperaturas superiores a $17,5^{\circ}\text{C}$ nem qualquer arrefecimento para temperaturas inferiores a 24°C .

Os valores das temperaturas do ar exterior em Braga, segundo o indicado no quadro Nº4 levam-nos a considerar a seguinte expressão matemática para determinação, dentro de certos limites de aproximação, e sem introdução de qualquer correcção temporal de periodicidade de 11 a 14 anos, da temperatura do ar exterior em qualquer instante em função do mês do ano e do período do dia considerado:

$$t_{ar}(T,n) = t_{m(n)} + t_{o(n,T)}$$

sendo:

$t_{o(n,T)}$ = variação da temperatura diurna em função do mês do ano considerado e da hora solar;

$t_{m(n)}$ = temperatura média diária mensal

n = mês do ano considerado

T = hora solar como referência

Para valor de $t_{m(n)}$ foi considerada a seguinte expressão:

$$\begin{aligned}
 t_{m(n)} = & 14,34 + 6,0 \cos \left(\frac{2\pi n}{12} - 3,802 \right) + 0,752 \cos \left(\frac{4\pi n}{12} - 2,685 \right) + \\
 & + 0,324 \cos \left(\frac{6\pi n}{12} - 4,505 \right) + 0,192 \cos \left(\frac{8\pi n}{12} - 7,253 \right) + \\
 & + 0,115 \cos \left(\frac{10\pi n}{12} - 2,509 \right) + 0,050 \left(\frac{12\pi n}{12} - 6,293 \right) + \\
 & + 0,115 \cos \left(\frac{14\pi n}{12} - 3,774 \right) + 0,192 \cos \left(\frac{16\pi n}{12} - 5,311 \right) + \\
 & + 0,324 \cos \left(\frac{18\pi n}{12} - 1,778 \right)
 \end{aligned}$$

Igualmente para $t_{o(n,t)}$ foi considerada a seguinte expressão:

$$\begin{aligned}
 t_{o(n,T)} = & \left\{ 5,6 + 1,473 \cos \left(\frac{2\pi n}{12} - 3,892 \right) + 0,379 \cos \left(\frac{4\pi n}{12} - 2,486 \right) + \right. \\
 & + 0,071 \cos \left(\frac{6\pi n}{12} - 5,498 \right) + 0,058 \cos \left(\frac{8\pi n}{12} - 7,854 \right) + \\
 & + 0,211 \cos \left(\frac{10\pi n}{12} - 5,089 \right) + 0,100 \cos \left(\frac{12\pi n}{12} - 6,283 \right) + \\
 & + 0,211 \cos \left(\frac{14\pi n}{12} - 7,478 \right) + 0,058 \cos \left(\frac{16\pi n}{12} - 4,712 \right) + \\
 & \left. + 0,071 \cos \left(\frac{18\pi n}{12} - 7,069 \right) \right\} \cdot \cos \left(\frac{2\pi}{24} T - 3,796 \right)
 \end{aligned}$$

A expressão $t_{o(n,t)}$ para o instante $T = 14,5$ h toma as seguintes valores para semi-variação diurna média de temperatura:

Quadro Nº 5

| MÊS | °C |
|-----------|------|
| Janeiro | 3,78 |
| Fevereiro | 4,86 |
| Março | 4,50 |
| Abril | 5,78 |
| Mai | 5,32 |
| Junho | 6,22 |
| Julho | 7,52 |
| Agosto | 7,04 |
| Setembro | 7,11 |
| Outubro | 5,72 |
| Novembro | 4,78 |
| Dezembro | 4,58 |

A variação média da temperatura do ar exterior, em função da hora solar e de mês do ano considerado, implicará, segundo cálculos efectuados a computador e para os períodos de funcionamento das aulas diárias atrás considerado, os seguintes valores de "graus-horas" para o período de arrefecimento e aquecimento, respectivamente:



Quadro Nº 6

| Mês | Graus - horas | |
|-----------|---------------|---------------|
| | Aquecimento | Arrefecimento |
| Janeiro | 1 578.49 | - |
| Fevereiro | 1 037.40 | - |
| Março | 497.26 | - |
| Abril | 144.32 | - |
| Maió | 47.61 | - |
| Junho | - | 69.74 |
| Julho | - | 212.63 (a) |
| Agosto | - | - (b) |
| Setembro | - | - (b) |
| Outubro | 548.02 | - |
| Novembro | 548.02 | - |
| Dezembro | 881.28 | - (c) |

- a) Só para 1ª quinzena
- b) Sem funcionamento da Universidade
- c) Com dedução do período de férias

Da análise dos valores do quadro anterior, ressalta à evidência o motivo do Caderno de Encargos para o estabelecimento do projecto das instalações técnicas pelos diversos edifícios da Universidade não considerar como fundamental a instalação de arrefecimento e desumidificação do ar exterior, como se não houvessem outros motivos, para além dos da temperatura do ar exterior também já anteriormente focadas, que obrigam a tal.

9 - SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA

Fixado o tipo de instalação a adoptar-se para a recuperação de calor, não só em função da arquitectura projectada como ainda da exploração das instalações, e sabendo-se ainda das necessidades intermitentes de aquecimento durante as estações intermédias (Outono e Primavera) devido não só à profundidade das zonas interiores em relação às fachadas como à elevada densidade ocupação de pessoal por algumas zonas, associada à carga de iluminação, estudar-se-á aqui a viabilidade económica da sua aplicação.

É evidente que os períodos de amortização para a instalação dum equipamento de recuperação de energia são muito variáveis, uma vez que é preciso ter-se em conta a energia reutilizada e esta ser função da diferença das entalpias (ou "calores sensíveis" para a hipótese de não haver desumidificações) entre os circuitos do ar novo e os do ar rejeitado.

A fim de se estabelecerem as necessidades de energia para um ano de funcionamento servir-nos-emos das curvas de evolução das temperaturas médias exteriores anuais.

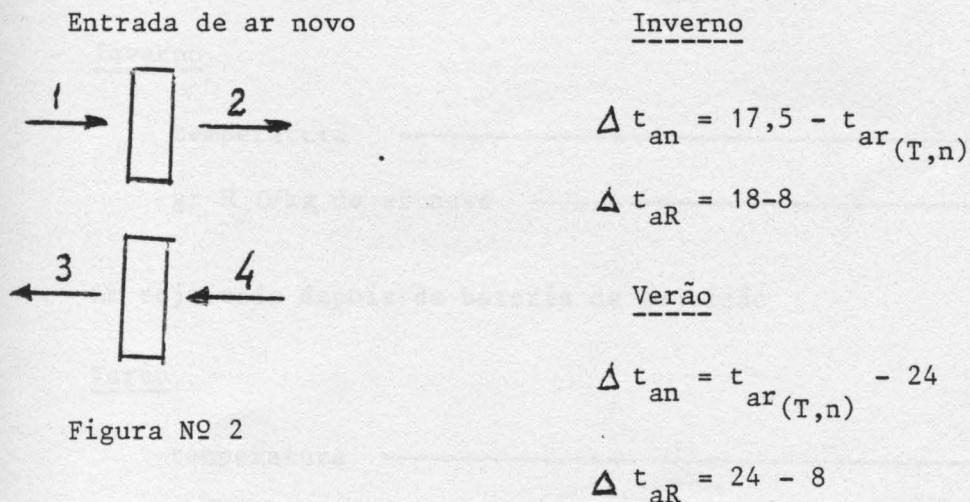


Figura Nº 2

designando-se por:

Δt_{an} - diferencial de temperatura do ar novo entre a entrada e saída da bateria.

Δt_{aR} - diferencial da temperatura do ar rejeitado entre a entrada e saída da bateria de recuperação térmica.

Características gerais da instalação de climatização no respeitante ao tratamento do ar novo

- Perda de carga na bateria de tratamento do ar novo (estimado) ----- 40 Pa
- Perda de carga na bateria intercalada no circuito de ar rejeitado (estimado) ----- 40 Pa
- Perda de carga no filtro antecedendo a bateria do ar de rejeição ----- 50 Pa
- Ar novo depois da bateria de insuflação

Verão

temperatura ----- 17,5°C
 gr H₂O/kg de ar seco ----- sem controlo

Inverno

temperatura ----- 17,5°C
 gr H₂O/kg de ar novo ----- sem controlo

- Ar rejeitado depois da bateria de rejeição

Verão

temperatura ----- 36,9°C
 gr H₂O/kg de ar seco (valor estimado) ----- 6,65

Inverno

temperatura ----- 8° C

gr H₂O/kg de ar seco (estimado) ----- 6,45

- Ar novo antes da bateria de insuflação

Verão

temperatura ----- t_{ar}(T,n)

gr H₂O/kg de ar seco ----- sem controle

Inverno

temperatura ----- t_{ar}(T,n)

gr H₂O/kg de ar novo ----- sem controle

- Ar rejeitado antes da bateria do ar de rejeição

Verão

temperatura ----- 24° C

gr H₂O/kg do ar novo ----- 12,2

Inverno

temperatura ----- 18° C

gr H₂O/kg de ar seco ----- 6,45

= Ar novo antes da bateria de insuflação



| | |
|--|--------------------------|
| - Débito total de ar novo insuflado nos vários edifícios (1ª fase) ----- | 90 000 m ³ /h |
| - Débito total do ar extraído com recuperação térmica ----- | 72 000 m ³ /h |
| - Energia para aquecimento do ar novo 90 000 x 0.3 x 4 734,38 * x 1,163 x 10 ⁻³ ----- | 148 664,27 kWh |
| - Energia para arrefecimento do ar novo 90 000 x 0.3 x 282,37 ** x 1,163 x 10 ⁻³ ----- | 8 866,7 kWh |

Notas: * - "graus-hora" de aquecimento

** - "graus-hora" de arrefecimento

- Energia retirada do ar rejeitado somente durante o período de aquecimento do ar novo

$$72\ 000 \times 0,3 \times (18 - 8) \times 891^* \times 1,163 \times 10^{-3} \text{ ---- } 223\ 826,33 \text{ kWh}$$

- Energia cedida ao ar rejeitado somente durante o período de arrefecimento do ar novo

$$72\ 000 \times 0,3 \times (36,9 - 24) \times 264^{**} \times 1,163 \times 10^{-3} \text{ -- } 85\ 551,4 \text{ kWh}$$

- Energia retirada das baterias do ar de rejeição para ser recuperada

| | | | |
|---------------------------|--|-------|---------------|
| aquecimento --- | $223\ 826,33 \times 0,95^{**}$ | ----- | 212 635,1 kWh |
| arrefecimento (sensível) | $85\ 551,4 \times 0,95^{**}$ | ----- | 81 273,8 kWh |
| arrefecimento (latente) - | $72\ 000 \times (12,2 - 6,45) \times 10^{-3} \times 1,163 \times 10^{-3} \times 1,1805^{***} \times 0,95^{**} \times [0,45 \times (24 - 8) + 597]$ | | |
| | | ----- | 326,25 kWh |

A partir dos elementos fornecidos anteriormente calcular-se-á, seguidamente, a energia economizada no cômputo geral das diversas baterias de recuperação, partindo-se do princípio que a unidade arrefecedora do tipo turbo-compressora de dois andares a funcionar de forma independente e em regime de bomba de calor utilizará como refrigerante o R114 (dicloro-tetrafluoretano - $C_2Cl_2F_4$). Será uma unidade com uma sub-tiragem de vapores para a produção de água quente a $80^\circ C$ e uma outra a $31^\circ C$ para a produção de vapor de água à pressão absoluta de $2,8 \text{ kg/cm}^2$ de utilização nas cozinhas (marmitas a $0,5 \text{ kg/cm}^2$ e máquinas de lavar a $2,5 \text{ kg/cm}^2$).

Notas: * Horas de funcionamento médio das várias baterias de ar novo nos dois regimes considerados

** Deduzindo-se as perdas referentes a bombagens e a isolamento térmico (estimado)

*** Massa volúmica de ar novo em kg/m^3



Para a elaboração do cálculo que se segue houve que partir-se das seguintes hipóteses quanto ao tipo de equipamento com possibilidade de utilizar-se na cozinha no respeitante a consumos de ponta (1ª fase):

a) equipamento só eléctrico ----- 665 kW

b) equipamento misto

.1 { gás propano ----- 71 kg/h
{ electricidade ----- 505 kW

.2 { vapor ----- 650 kg/h
{ electricidade ----- 275 kW

.3 { gás propano ----- 18 kg/h
{ vapor ----- 650 kg/h
{ electricidade ----- 220 kW

c) consumo de água quente ----- 5700 litros/
/dia.refeição

Razões económicas de primeiro investimento, exploração e manutenção dos equipamentos levaram a optar entre as várias soluções tecnicamente possíveis por uma aplicação de equipamento na cozinha segundo a solução b.3, mantendo-se para qualquer das hipóteses o consumo de água quente indicado em (c).

Admitindo-se que o número de refeições à hora do jantar será da ordem de 1/3 das da hora do almoço, tal implicará uma estimativa dos seguintes consumos diários:

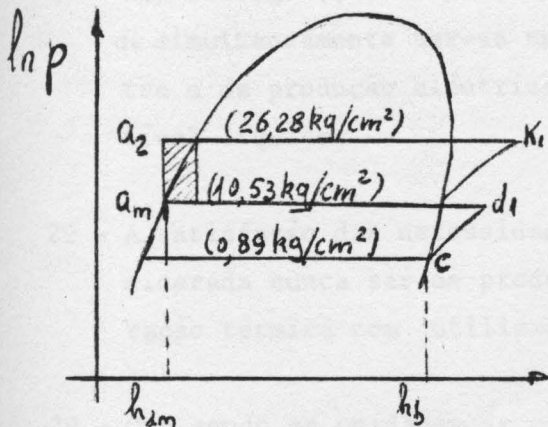
gás propano ----- 45 kg/dia
vapor ----- 1 500 kg/dia
electricidade ----- 495 kWh/dia
água quente ----- 7 600 litros/dia

No aspecto de consumo energético os valores acima indicados serão somente

comparados com os estimados para a solução (a):

electricidade ----- 1 490 kWh/dia
 água ----- 7 600 l/dia

Partindo-se do princípio que o calor latente médio do vapor será de 532,35 kcal/kg, o valor térmico energético de vapor corresponderá a 798 525 kcal/dia \equiv 928 kWh. Por outro lado, independentemente da demonstrada necessidade de haver uma instalação de climatização geral a funcionar nos vários edifícios da Universidade, a qual implicará custos de produção mais modestos. Verifica-se que a potência ao veio para a produção de 1" kWh térmica" à temperatura de 131°C numa unidade de funcionamento em regime de "bomba de calor" será, aproximadamente, de:



$$N_1 = \left[\frac{h_{d1} - h_c}{h_b - h_{am}} + \frac{h_{k1} - h_e}{h_b - h_{am}} \cdot \frac{h_{d1} - h_{am}}{h_e - h_{a2}} \right]$$

$$N_1 = \left[\frac{53,61 - 41,91}{41,46 - 30,03} + \frac{57,97 - 53,61}{41,46 - 38,04} \times \frac{53,61 - 38,04}{53,61 - 38,04} \right]$$

i = entalpia

Fig. Nº 3

No respeitante ao "kWh térmica" a uma temperatura de 85°, o valor da energia a consumir no compressor seria de:

$$N_2 = \frac{h_{d1} - h_c}{h_b - h_{am}} = \frac{51,61 - 41,91}{41,46 - 30,03} = 1,02 \text{ kW}$$

Por outro lado, se não for dotada a central de refrigeração de unidades arrefecedoras de água preparadas para a recuperação térmica com utilização do refrigerante Freon 114 mas sim com a utilização do refrigerante R22 para a mesma temperatura de evaporação (0°C) e uma temperatura de condensação de 35°C, ter-se-ia:

$$N_3 = \frac{152,10 - 149,43}{149,43 - 109,44} = 0,07 \text{ kW}$$

Nestas circunstâncias constata-se que para a produção de água quente de aquecimento à temperatura elevada de 85°C , o valor de $N_2 - N_3 = 0,95$, enquanto que para a produção de vapor o valor de $N_1 - N_3 = 2,23$.

Os valores obtidos para $(N_2 - N_3)$ e $(N_1 - N_3)$ levam-nos às seguintes conclusões:

- 1º - A temperatura da água para o aquecimento central durante a época fria, a 85°C não será uma temperatura económica para ser recuperada numa unidade utilizando como refrigerante o R114 desde que tal energia não seja considerada uma energia gratuita e resultar da necessidade de haver uma refrigeração do ar em alguns locais, mesmo durante a época fria, e de simultaneamente ter-se em consideração o custo de "kWh térmico" entre o de produção eléctrica e o obtido numa caldeira queimando combustível líquido.
- 2º - A satisfação das necessidades de vapor para as cozinhas à pressão considerada nunca ser de produção económica numa unidade dotada de recuperação térmica com utilização de R114 como refrigerante;
- 3º - Que sendo as unidades de climatização dotadas de uma única bateria a servir simultaneamente para o aquecimento e o arrefecimento, a temperatura mais económica para uma recuperação de energia térmica no condensador, mesmo para a hipótese da energia de arrefecimento não compensar em valor absoluto, a que se torna necessário fornecer para o aquecimento do ar, ser de 50°C , resultando daqui e para o R 114 a seguinte potência necessária ao veio:

$$N_4 = \frac{141,42 - 133,6}{133,1 - -12,12} = 0,37 \text{ kW}$$

pelo que, insiste-se, mesmo na hipótese de não haver necessidade de qualquer arrefecimento ambiente para a mesma temperatura de evaporação

1 kWh, cujo equivalente térmico é de 860 kCal, passaria a poder fornecer 2307,26 kCal. Isto equivaleria a 220g dum combustível com o poder calorífico de 10 400 kCal/kg e, portanto, de valor inferior aos 300 g fixado no ponto 2, alínea C do critério para a concessão de subsídios conforme Despacho Conjunto Nº 139-A/81 de 24 de Abril, publicado pelo Diário da República, 2ª Série, Nº 150 de 3 de Julho de 1981 pelos Ministérios das Finanças e do Plano e da Indústria e Energia.

4º - Nestas condições deixar-se de justificar-se como económica a produção de vapor de água à pressão de 2,5 kg/cm², continuando, no entanto, ainda a admitir-se como possível uma produção de vapor de água a 120°C.

10 - CÁLCULO DAS ECONOMIAS REALIZADAS COM EQUIPAMENTO DE RECUPERAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA NA BASE DE COMPRESSORES DE R114

Fixadas, em princípio, as temperaturas de evaporação e de condensação dos grupos de frio para a estação quente e fria, porque as unidades arrefecedoras serão de recuperação térmica, e estabelecido o crescimento médio dos custos anuais com a energia eléctrica da ordem dos 15% anuais, ter-se-ão assim as seguintes economias anuais somente no respeitante ao ano zero e às baterias de recuperação térmica dos edifícios:

$$E_{1(n)} = [(212\ 635,1 + 81273,8 + 326,25) (1 - 0,37) - (81273,8 + 326,25) \times (0,37 - 0,07)] \times \left[\frac{118,00}{35 \times 40} + 2\$315(1 + 0,1 + 0,001) \right] \times (1 + 0,15)^n$$

$$E_{1(o)} = 491\ 955\$00/\text{ano}$$

No respeitante somente às economias com a produção de água quente a 45°C de utilização na cozinha abrangida na 1ª fase de empreendimento e para uma temperatura média anual da temperatura da água de abastecimento a 14,9°C, obtida por intermédio de unidades de recuperação ou produção numa caldeira ou termo-acumulador utilizando como combustível o gás propano, por ser o mesmo utilizado em alguns equipamentos de confecção, e que se admite

poder ter um acréscimo anual de custos da ordem de um mínimo de 25% (valor sempre muito superior ao indicado para a electricidade), ter-se-á:

$$E_{2(n)} = 7600 \times 35 \times 40 \times (45 - 14,9) \left\{ \frac{28\$01}{11900 \times 0,85} \times (1+0,25)^n - \right. \\ \left. - \left[\frac{118\$00}{35 \times 40 \times 860} + \frac{2\$315}{860} (1+0,1 + 0,01) \right] \times (1 + 0,15)^n \times 0,37 \right\}$$

No ano zero de arranque da instalação ter-se-ia:

$$E_{2(o)} = 886\ 860\$57 - 365\ 680\$49 = 521\ 180\$08$$

A utilização de grupos arrefecedores de água do tipo centrífugo utilizando como fluido refrigerante o R114, dotados de duplo condensador para recuperação térmica, permitirá que o valor global da energia térmica recuperada no ano zero seja estimada em:

$$E = E_{1(o)} + E_{2(o)} = 1\ 013\ 135\$00$$

Nos valores indicados não se entra nesta fase dos estudos em consideração com o valor que certamente será necessário fornecer a algumas unidades de climatização durante o período fresco em que se deverá aquecer o ar novo de insuflação.

Nas condições indicadas admitiram-se ainda os seguintes investimentos marginais referentes ao tipo de equipamento a ser utilizado em relação a um outro do tipo clássico:

- Acréscimo de custo duma instalação de recuperação térmica com compressores centrífugo para R114 (1ª fase) -- + 3 200 contos
- Redução de custos com torres de arrefecimento (1ª fase) -- - 850 contos



| | | |
|---|-------|----------------|
| - Acréscimo de custo com as diversas baterias de recuperação e respectivos acessórios (1ª fase) | ----- | + 4 500 contos |
| - Redução de custos com a central térmica (1ª fase) | ----- | 7 800 contos |
| - Resultado final da solução adoptada em relação a uma outra do tipo clássico | ----- | - 950 contos |

Nas condições indicadas e para uma taxa de juro ao investimento considerada em 20% obter-se-ia um valor líquido actualizado dado por:

$$\begin{array}{l} \text{Ano } 0 \quad - \quad 950 \text{ contos} \\ \text{Ano } n \quad \sum_{n=1}^n (E_{1(n)} + E_{2(n)}) \times \frac{1}{(1 + 0,2)^n} \end{array}$$

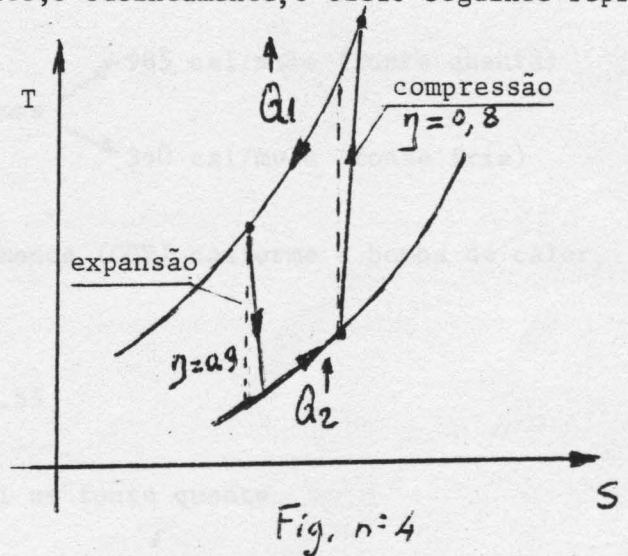
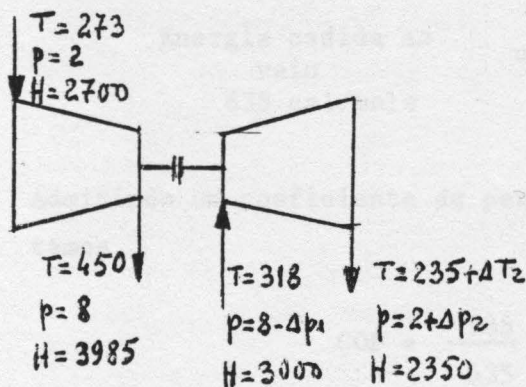
Os valores acima apontados no referente aos coeficientes de performance dos grupos em funcionamento no regime de bomba de calor são ainda provisórios, uma vez que há que proceder-se a uma consulta ao mercado no referente à possibilidade de dotar-se uma central com grupos compressores de funcionamento em dois andares.

11 - EVENTUAL UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTO TIPO TURBO-EXPANSOR

Já anteriormente se focou a possibilidade de poder vir a justificar-se como de possível aplicação económica o uso de turbo-máquinas a funcionarem como transformadoras de energia, aproveitando-nos assim de um dos campos de aplicação extraordinariamente múltiplos dos turbo-compressores.

Dada a necessidade simultânea de uma fonte quente e fria e a sua grande amplitude térmica para o que a bomba de calor pode, em função do tipo de refrigerante a ser utilizado e ao número de andares considerados, não ser rentável, pensa-se em eventualmente poder-se utilizar a compressão e expansão de um gás que respondesse àquelas necessidades com rendimentos que justificassem os investimentos adicionais em relação as soluções clássicas

e portanto com economias substanciais de energia. O gás a utilizar e que se pensou como de possível utilização nesta solução alternativa, por apresentar um factor $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1,397$, contra 1,09 do R 114, seria o Azoto, para o qual estudaremos seguidamente, e sucintamente, o ciclo seguinte representado no diagrama (T.S).



Pelo diagrama (T,S) em anexo e admitindo rendimentos que se admite serem os que de uma forma aproximada se apresentarão na prática para a fase de compressão e expansão, poder-se-á escrever:

Trabalho de compressão

$$L_W = 3985 - 2700 = 1285 \text{ cal/mole}$$

Trabalho de expansão

$$L_W = 3000 - 2350 = 650 \text{ cal/mole}$$

Trabalho motor a ceder ao veio

$$\Delta L_W = 1285 - 650 = 635 \text{ cal/mole}$$

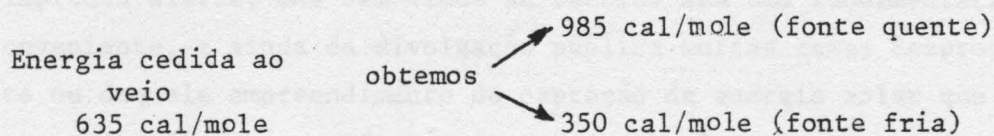
Calor disponível na fonte quente (180°C)

$$\Delta Q_g = 985 \text{ cal/mole}$$

Calor disponível na fonte fria (-38°C)

$$AQ_f = 350 \text{ cal/mole}$$

Pode-se portanto dizer que:



Admitindo um coeficiente de performance (COP) conforme a bomba de calor, temos

$$\text{COP} = \frac{985}{635} = 1.55$$

isto é, com 1 kWh obtemos 1290 kcal na fonte quente

Conclusões

Nestas condições, e embora o rendimento possa tornar o sistema economicamente viável, pensa-se que a utilização de bombas de calor separadamente para o caso de obtenção de frio e de calor e desde que na fase de compressão se já garantida uma não condensação parcial de gases deverá ser mais rentável, pois que assim se poderá obter um COP próximo de 3.

É evidente que um estudo económico comparativo em fase sequente a este estudo se justifica, entrando-se aí em jogo com a relação de potências da fonte quente e fria e ainda com a simultaneidade de utilização das diversas fontes a temperaturas diferentes, pois que estes parâmetros podem vir a favorecer o ciclo do Azoto e após o saber-se se na prática se podem considerar os valores aqui admitidos.

12 - ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÓMICA DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR
12.1 - Considerações gerais

Contrariamente ao que é posto a circular em revistas e alguns artigos não só da imprensa diária, mas bem ainda da técnica sem uma fundamentação teórica conveniente, e ainda da divulgação pública muitas vezes despropositada deste ou daquele empreendimento de captação de energia solar que escondem de determinados fins não confessáveis sobre a real vantagem económica para o País com esses mesmos empreendimentos, onde se não mencionam outras alternativas bem mais economicamente justificáveis, transcrevem-se seguidamente os quadros 7 e 8 coligidos do Boletim de Instituto dos Produtos Florestais - Cortiça - Nº 502 de Agosto de 1980.

Quadro Nº 7
CUSTO DE PRODUÇÃO DE ENERGIA POR BARRIL
EQUIVALENTE DE PETRÓLEO (BEP)

| Energia | Custo em dólares p/barril equivalente ao petróleo | Factor de custo/barril |
|-------------------------|---|------------------------------|
| Carvão E.U.A. | 3 | 12 |
| Carvão Europa | 10 | 40 |
| Petróleo: Médio Oriente | 0.25 | 1 |
| " Mar do Norte | 7 | 28 |
| " de carvão | 30 | 120 |
| " areias asfálticas | 20 | 80 |
| Solar | 50 | 200 |
| Álcool do açúcar | 60 | 240 |
| Álcool da madeira | 60 | 240 |

Quadro Nº 8
CUSTO DO INVESTIMENTO PARA AUMENTAR-SE
A PRODUÇÃO DE UM BEP

| Energia | Custo em dolares | Factor de custo |
|-------------------------|------------------|-----------------|
| Petróleo: Médio Oriente | 500 | 1 |
| " Mar do Norte | 6 000 | 12 |
| Areias asfálticas | 25 000 | 50 |
| Geotérmica | 27 000 | 54 |
| Nuclear | 47 000 | 94 |
| Solar | 660 000 | 1 320 |

Uma "pesquisa intensiva" para encontrar energias alternativas leva à conclusão que o aproveitamento económico dessas mesmas fontes não poderá ser encarado dentro dos próximos vinte anos, pelo que foi dentro desta mesma directriz que as fontes de energia seleccionadas para utilização na Universidade do Minho, e conforme já focado anteriormente, são o resultado de uma análise profunda sem que para a mesma se tenha deixado de ter-se sempre em atenção o grave agravamento esperado no futuro para os custos de energia no País, se atender-se somente aos factores de custo por barril de petróleo e o da energia equivalente para o carvão, indicados no Quadro I. Em face deste parecer, que poderá eventualmente ser contestado em bases que se desconhecem, haveria ainda que debruçaram-se aqueles que estão sempre prontos a emitirem uma opinião sobre a orientação a dever seguir-se quanto à satisfação do pedido de acréscimo de energia, sempre exigido pelos consumidores de energia eléctrica e aos melhores preços, para a experiência amarga obtida em França com a produção de energia eléctrica em centrais solares a custos de barramento da ordem das 35 (trinta e cinco) vezes mais do custo da-

quela produzida em centrais nucleares e, o que bem mais importante se torna quando se aborda o aproveitamento das energias renováveis, do valor energético realmente produzido pelo álcool proveniente da cana sacarina ou beterraba comparado com a energia retirada às reservas mundiais de energia não renovável para a produção desse mesmo produto ser sempre deficitária. Exceptua-se, evidentemente, o caso particular do Brasil onde a energia base para a produção do álcool poder ser 100% de origem hídrica, uma vez haver neste País uma disponibilidade excedente deste tipo de recurso de energia relativamente ao consumo actual.

Para finalizar-se este parágrafo não resistimos a deixar de mencionar-se um artigo publicado no "Journal de la Revue Pratique du Froid" de autoria de Michèle Lery que após estudos económicos profundos sobre as actuais possibilidades de utilização de energia solar se havia verificado que isto não passava dum "Watergate Solar". F. André MISSENARD (membro correspondente da Academia das Ciências - França) bem mais recentemente na revista "Chauffage, Ventilation, Conditionnement" nº 5 - Jun/ Juillet 1982 - afirmava:

"... On continue à parler beaucoup de l'énergie solaire cette énergie "nouvelle" --- plus vieille que le monde ... qui devait nous libérer du joug humiliant des Arabes!

Il y a cinq ou six ans, les revues techniques et la grande presse étaient enthousiastes, et en particulier de "savants" auteurs démontraient que le chauffage solaire devait suffire ... ou presque, pour chauffer les habitations!...

... Le surcoût de l'installation - puisqu'il fallait quand même l'installation de chauffage traditionnelle - ne pourrait s'amortir qu'en une dizaine d'années, ce qui, généralement, paraît excessif.

Comme ces résultats ne corroboraient pas les articles dithyrambiques de la presse, ces expériences passèrent plus ou moins inaperçues, et, bien entendu, je n'ai tenté pas de développer ce chauffage, en raison de la lenteur de l'amortissement ...".

12.2 - Radiação solar global

Solicitado pela Comissão Instaladora da Universidade do Minho o estudo da eventual aplicação de energia solar na instalação de aquecimento de águas e de aquecimento central dos edifícios da Universidade, não se quis dar esta assunto por encerrado após a transcrição dos pareceres emitidos no capítulo anterior, alguns dos quais emitidos a título meramente indicativo e não quantitativo. Sendo a engenharia uma ciência de números e verificado "estar na moda" o falar-se generalizadamente na utilização de "energia solar" sem a mínima preocupação de se estudarem os particularismos da teoria electro-magnética de Maxwell ou da teoria de "Louis de Broglie" no dualismo de onda corpúsculo, ou quando se vêm alguns países industrializados e na vanguarda da investigação procurar investir em países em vias de desenvolvimento com equipamentos destinados à recuperação de energia solar que não são mais que um pretexto para o desenvolvimento da sua tecnologia e investigação à custa desses mesmos países mais necessitados a pretexto de uma ajuda desinteressada, procura remos seguidamente quantificar o que essa mesma energia se nos oferece concretamente na região de Braga.

Infelizmente o Anuário Climatológico de Portugal, publicado pelo Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, é omissivo no respeitante à radiação global, directa e difusa para esta região, mas fornece os elementos referentes à primeira e última referência para a cidade do Porto que lhe fica a uns quarenta e tal quilómetros de distância.

Examinado o Atlas publicado pelo serviço Meteorológico Nacional com as "Normais Climatológicas" às escalas 1: 150 000 e 1:2 000 000 segundo projecção conforme de Lambert das precipitações, da temperatura média mensal diária, da humidade do ar, dos ventos, das horas de insolação e da radiação global, verifica-se que os dados fornecidos nas representações gráficas são, de uma forma geral, diferentes para as cidades de Braga e Porto.

No referente à cidade do Porto poderão referir-se a título muito sucinto os seguintes elementos principais:

Quadro Nº 9

| Radiação | Anual 1971 | | Máxima dia | | |
|----------|---------------------|---------|---------------------|-------|----|
| | kCal/m ² | kWh | kCal/m ² | kWh | |
| Global | 1 336 050 | 1 553,6 | 9 040 | 10,51 | * |
| Difusa | 633 520 | 736,7 | 6 250 | 7,27 | ** |
| Directa | 702 520 | 816,9 | ? | ? | |

* Verificada no mês de Junho

** Verificada no mês de Julho

Fundamentadas as razões que os valores registados em permanência na cidade do Porto (Serra do Pilar), para a radiação global por intermédio de um piranómetro com registador potenciométrico de registo contínuo e para a radiação difusa por um piranómetro com dispositivo de sombra e registador galvanométrico, serão certamente diferentes para a cidade de Braga e para a do Porto, nos mapas anexos da radiação solar se apresentam os valores da energia disponível no exterior, passível de uma recuperação térmica.

Os colectores solares considerados foram do tipo plano e dotados de vidro não selectivo para se não cair em material apresentando no mercado preços economicamente inoportáveis. O período de aquecimento considerado foi entre Janeiro e a primeira quinzena de Abril e de Novembro até fins de Dezembro.



A temperatura média da água de circulação nos colectores solares foi considerada em $47,5^{\circ}\text{C}$, quer para obtenção de bons rendimentos nas baterias de aquecimento das unidades de climatização com circulação forçada do ar, quer ainda pelas necessidades mínimas impostas pela água quente de utilização nas cozinhas.

Posto o problema tal como se encontra exposto e após a elaboração de uma série de cálculos em computador, conforme se apresentam incluídos nos Anexos IV e V sobre as reais possibilidades de aproveitamento de energia solar para efeitos de aquecimento e/ou arrefecimento dos edifícios em estudo, entrou-se nestes em consideração simultânea com os seguintes factores:

- evolução da temperatura do ar segundo o período do dia e o mês do ano considerado;
- fluxo solar nas camadas superiores da atmosfera em função do período do ano considerado e em função da órbita elíptica da Terra em torno do Sol;
- fluxo solar directo e difuso para Braga, segundo o período do dia e mês considerado;
- factor de nebulosidade médio local em função do mês considerado;
- percentagem média da insolação segundo o mês considerado;
- velocidade média do ar em km/h conforme os meses considerados;
- factores de emissividade e de absorção dos vidros dos colectores solares não selectivos para serem de fabrico nacional e de aplicação económica;
- coeficientes diários de integração dos ângulos de incidência da radiação solar directa sobre os colectores solares orientados a Sul e segundo um ângulo de inclinação sobre a superfície horizontal para aplicação das leis de Kepler;

- coeficientes de reflexão dos vidros dos colectores solares em função do ângulo de incidência da radiação solar directa, segundo a aplicação das leis de Fresnel e segundo o princípio de que a radiação é constituída pela sobreposição de duas ondas polarizadas linearmente em quadratura e não em coerência de fase;

- a temperatura mínima da água de aquecimento a considerar-se,

concluiu-se, confirmando-se a suposição já anteriormente emitida, que a aplicação de equipamento para a recuperação de energia solar e do tipo de colector plano fixo não tem ainda na presente data e nos anos vindouros mais próximos qualquer viabilidade económica, dado não só o elevado encargo de primeiro investimento como ainda o baixíssimo coeficiente de rendimento do equipamento de recuperação de energia térmica solar e que num cálculo computarizado, mais consentâneo com a realidade, em nada condiz com os valores registados em alguns artigos técnicos de divulgação e de origem nacional, por exactamente não entrarem em considerações com quaisquer dos factores anteriormente enumerados e basearem os seus valores no valor de ponta da radiação solar directa (meio-dia solar) de valor absoluto mais elevado.

A título exemplificativo do exposto juntamos nos anexos V, VI e VII, três mapas das "Curvas de igual insolação anual da Terra e ao nível do solo", "Curvas de igual radiação anual na Terra ao nível do solo" e as "Curvas da radiação global teórica para diversas latitudes", publicadas na "Revue d'electronique et de physique appliqué de Limeil Brévannes - France", e um desenho estereográfico a uma tabela de ângulos de altura e azimute solar elaborados a computador para a cidade de Braga.

A tabela de valores apresentada no Anexo IV é obtida em computador para o período de horas solares equivalentes, expressos em horas de radiação total recebida por unidade de área de um colector solar orientado a Sul e com um ângulo de inclinação β . tal como se a radiação directa do Sol permanecesse estacionária à do meio dia (integração do ângulo de incidência

da radiação solar com a normal ao plano do colector- lei de Keppler). Pela análise dos valores desta tabela e atendendo-se que as necessidades de aquecimento central se verificarão com maior acuidade nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Novembro e Dezembro (vidé valores do quadro Nº 6), concluiu-se que a melhor inclinação para os colectores solares seria de 75° com azimute Sul.

Os valores calculados da radiação solar sobre colectores planos não selectivos, orientados a Sul e inclinados de $\beta = 75^{\circ}$, apresentado nos anexos IV e V, poderão resumir-se em fase de ante-projecto, nos seguintes quadros:

Quadro Nº 10
BRAGA
VALORES DA RADIAÇÃO SOLAR PREVISÍVEL

| Radiação | Anual | | Máxima dia | |
|----------|----------------------|-----|----------------------|-----|
| | kCal/hm ² | kWh | kCal/km ² | kWh |
| Global | * | * | * | * |
| Difusa | * | * | * | * |
| Directa | * | * | * | * |

* valores a serem definidos oportunamente em fase de ante-projecto por falta de conclusão do programa de cálculo e da não disponibilidade dos meios de cálculo presentemente à disposição do signatário.

Quadro Nº 11
 RESUMO DOS VALORES DA RADIAÇÃO SOLAR CALCULADOS
 REFERENTES À CIDADE DE BRAGA

| Número de Ordem | DESIGNAÇÃO | Energia (kWh) |
|-----------------|--|---------------|
| A.1 | Energia directa incidindo sobre um colector plano fixo com $\alpha_z = 180^\circ$ e $\beta = 75^\circ$ (anual) | * |
| A.2 | Idem, idem respeitante só aos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Novembro e Dezembro | * |
| B.1 | Energia difusa (anual) | * |
| B.2 | Idem, idem, respeitante a Jan., Fev., Março, Nov., e Dez.. | * |
| C.1 | Energia da radiação solar directa sobre um colector orientado normalmente à direcção dos raios solares (sem nebulosidade e anualmente) | * |
| C.2 | Idem, idem, respeitante a Jan., Fev., Março, Nov., e Dez. | * |
| D. | Energia anual captável num colector fixo com rendimento a 100%, com $\alpha_z = 180^\circ$, $\beta = 75^\circ$ e para uma insolação a 100% (energia incidente) | * |
| E. | Energia global anual tendo-se em atenção a nebulosidade local | * |
| F. | Energia anual com possibilidade real de captação num colector plano fixo com $\alpha_z = 180^\circ$, $\beta = 75^\circ$ e $t_{med} = 47,5^\circ C$ | * |
| G. | Energia com possibilidade real de captação num colector plano fixo com $\alpha_z = 180^\circ$, $\beta = 75^\circ$ e $t_{med} = 47,5^\circ C$ nos meses de Jan., Fev., Março e Novembro e Dezembro | * |
| H. | Relação A.2/C.2 | * |
| I: | Relação A.1/C.1 | * |
| J. | Percentagem verificada entre a energia global calculada e aquela captável por um colector planofixo com $\alpha_z = 180^\circ$, $\beta = 75^\circ$ e uma temperatura média de água no coléctor de $47,5^\circ C$ F/E | * |

* valores a definirem-se oportunamente em fase de ante-projecto por falta de disponibilidade de meios de cálculo presentemente à disposição do signatário



Em face dos valores dos Quadros Nº 10 e 11 a serem calculados com completo rigor em fase de ante-projecto, verificar-se-á assim e duma forma concretizada da não justificação técnica de utilização de colectores solares, e isto independentemente dos cálculos de viabilidade económica que naquela fase dos estudos admitimos virem a ser evidenciados desnecessários pelos valores de energia térmica determinados como passíveis de captação.

Lisboa, Outubro 1982



F. Sardinha

CARTA SOLAR DA CIDADE DE BRAGA

LATITUDE 41 33* NOTA - REF. EM HORAS SOLARES

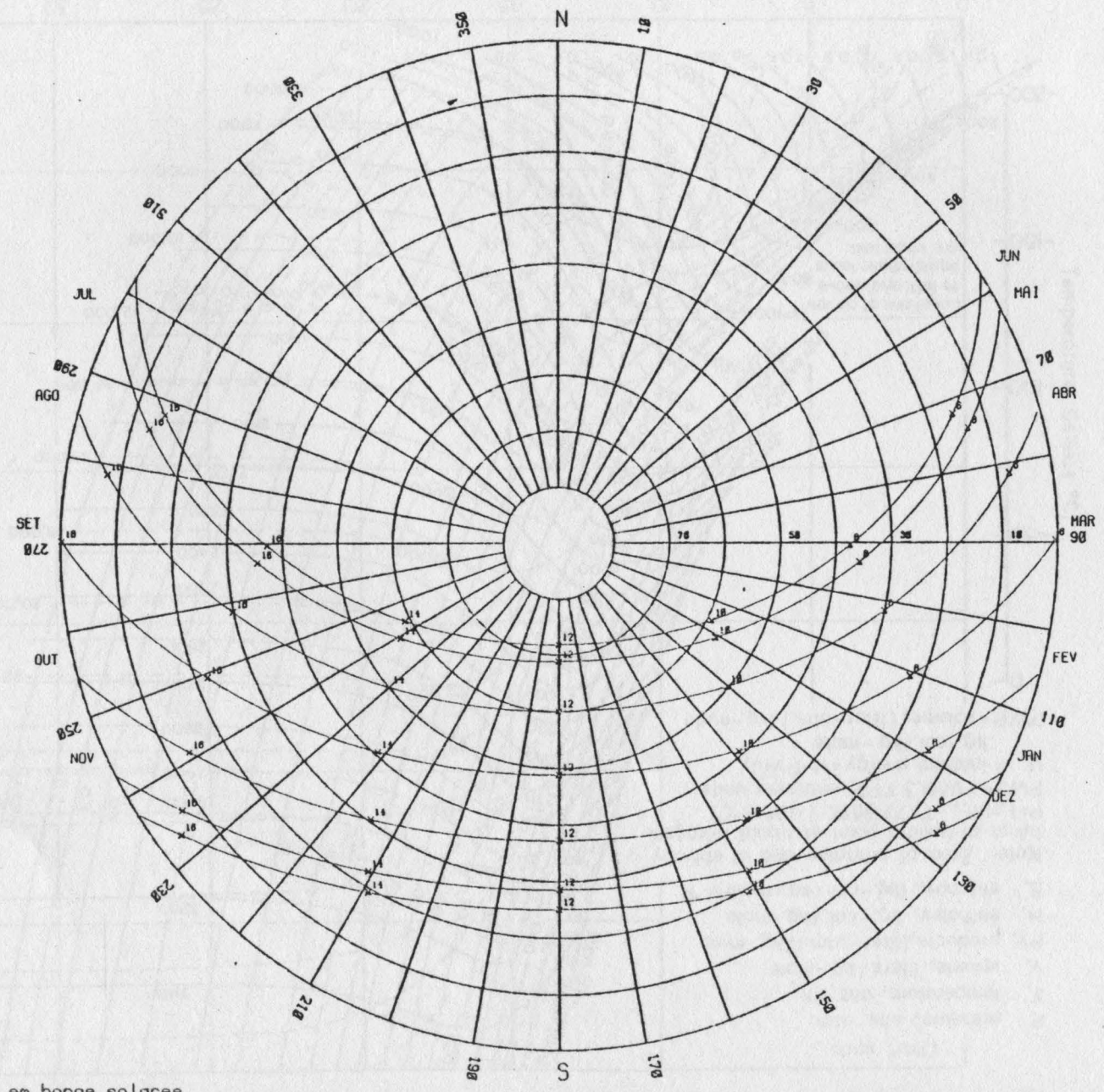
ANEXO I

| T | JAN | | FEV | | MAR | | ABR | | MAI | | JUN | | DEZ | |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| | NOV | | OUT | | SET | | AGO | | JUL | | | | | |
| | ALT | AZ | ALT | AZ | ALT | AZ | ALT | AZ | ALT | AZ | ALT | AZ | ALT | AZ |
| 5 | ***** | | ***** | | ***** | | ***** | | 2.8 | 65.1 | 4.9 | 62.8 | ***** | |
| 6 | ***** | | ***** | | .3 | 89.7 | 7.7 | 81.3 | 13.3 | 74.5 | 15.3 | 72.0 | ***** | |
| 7 | ***** | | 3.5 | 106.3 | 11.4 | 99.8 | 18.8 | 91.1 | 24.3 | 83.7 | 26.2 | 81.0 | ***** | |
| 8 | 7.2 | 124.8 | 13.8 | 119.0 | 22.3 | 110.6 | 30.0 | 101.6 | 35.6 | 83.6 | 37.4 | 90.5 | 4.6 | 127.1 |
| 9 | 15.7 | 136.3 | 22.9 | 131.1 | 32.3 | 123.3 | 40.7 | 114.1 | 46.6 | 105.2 | 48.5 | 101.5 | 12.8 | 138.3 |
| 10 | 22.5 | 149.4 | 30.4 | 145.3 | 40.8 | 138.7 | 50.2 | 130.1 | 57.0 | 120.7 | 59.2 | 116.5 | 19.3 | 150.9 |
| 11 | 27.0 | 164.2 | 35.4 | 161.8 | 46.7 | 157.8 | 57.3 | 152.0 | 65.3 | 144.5 | 68.0 | 140.7 | 23.5 | 165.0 |
| 12 | 28.5 | 179.7 | 37.2 | 179.7 | 48.9 | 179.9 | 60.0 | 179.8 | 68.8 | 179.8 | 71.9 | 179.7 | 25.0 | 179.8 |
| 13 | 27.0 | 195.8 | 35.4 | 198.2 | 46.7 | 202.2 | 57.3 | 208.0 | 65.3 | 215.5 | 68.0 | 219.3 | 23.5 | 195.0 |
| 14 | 22.5 | 210.6 | 30.4 | 214.7 | 40.8 | 221.3 | 50.2 | 229.9 | 57.0 | 239.3 | 59.2 | 243.5 | 19.3 | 209.1 |
| 15 | 15.7 | 223.7 | 22.9 | 228.9 | 32.3 | 236.7 | 40.7 | 245.9 | 46.6 | 254.8 | 48.5 | 258.5 | 12.8 | 221.7 |
| 16 | 7.2 | 235.2 | 13.8 | 241.0 | 22.3 | 249.4 | 30.0 | 258.4 | 35.6 | 266.4 | 37.4 | 269.6 | 4.6 | 232.9 |
| 17 | ***** | | 3.5 | 251.7 | 11.4 | 260.2 | 18.8 | 268.9 | 24.3 | 276.3 | 26.2 | 279.0 | ***** | |
| 18 | ***** | | ***** | | .3 | 270.3 | 7.7 | 278.7 | 13.3 | 285.5 | 15.3 | 288.0 | ***** | |
| 19 | ***** | | ***** | | ***** | | ***** | | 2.8 | 294.9 | 4.9 | 297.2 | ***** | |

Carta solar da Cidade de BRAGA

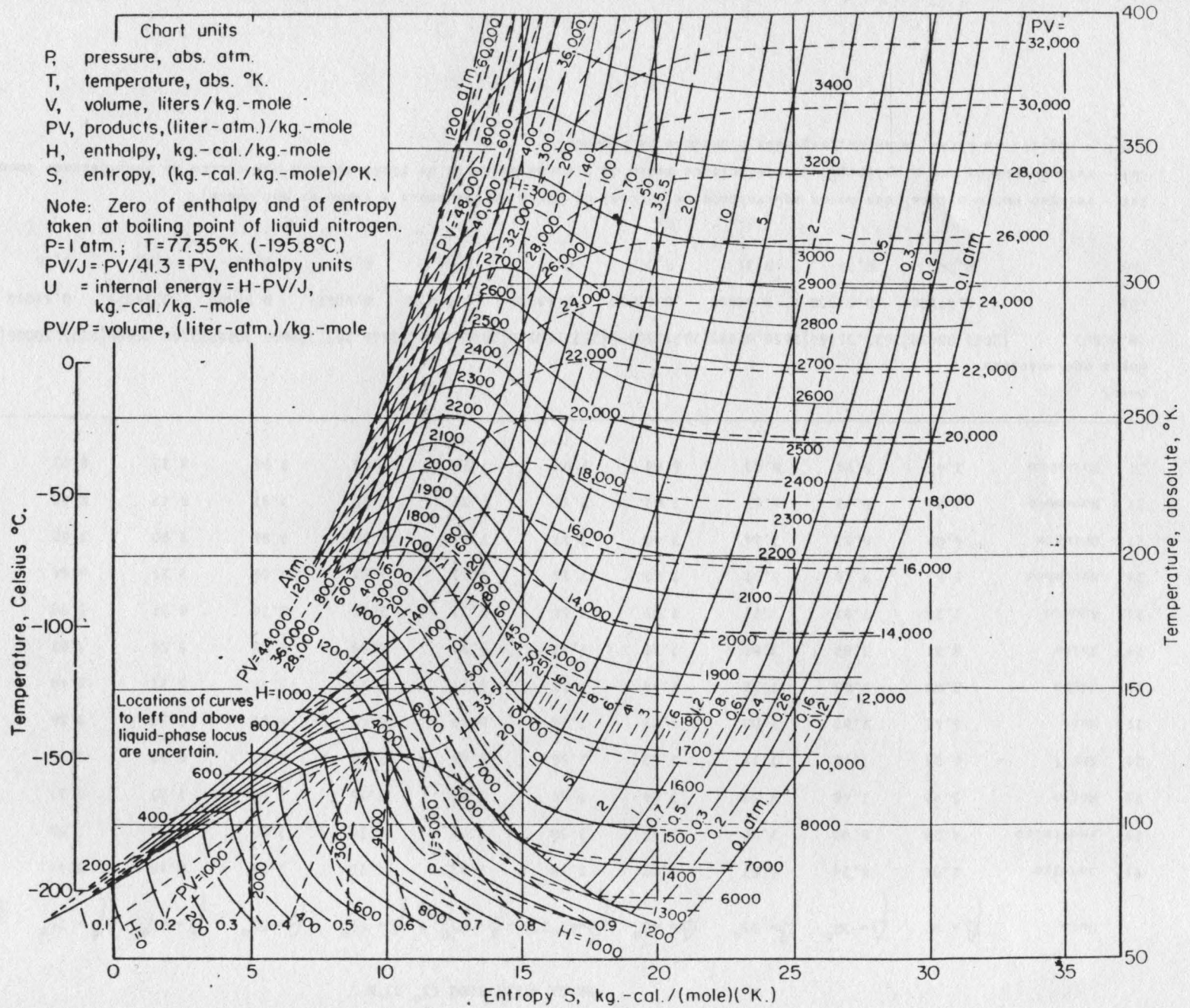
ANEXO 11

Latitude 41° 33' N



Nota - Ref. em horas solares

DIAGRAMA DA TEMPERATURA / ENTROPIA / ENTROPIA DO AZOTO



ANEXO IV
BRAGA - LATITUDE $41^{\circ} 33'N$

| Data | $\beta = 0$ | $\beta = 30^{\circ}$ | $\beta = 35^{\circ}$ | $\beta = 40^{\circ}$ | $\beta = 41^{\circ}33'$ | $\beta = 45^{\circ}$ | $\beta = 50^{\circ}$ | $\beta = 55^{\circ}$ | $\beta = 60^{\circ}$ | $\beta = 75^{\circ}$ | $\beta = 85^{\circ}$ | $\beta = 90^{\circ}$ |
|--------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 21 Janeiro | 2.94 | 6.24 | 6.67 | 7.07 | 7.18 | 7.42 | 7.72 | 7.96 | 8.16 | 8.42 | 8.34 | 8.32 |
| 21 Fevereiro | 4.20 | 6.90 | 7.20 | 7.44 | 7.50 | 7.63 | 7.76 | 7.83 | 7.85 | 7.56 | 7.09 | 6.79 |
| 21 Março | 5.72 | 7.48 | 7.59 | 7.64 | 7.64 | 7.63 | 7.56 | 7.43 | 7.25 | 6.37 | 5.55 | 5.07 |
| 21 Abril | 6.85 | 7.76 | 7.71 | 7.60 | 7.56 | 7.44 | 7.22 | 6.95 | 6.63 | 5.38 | 4.35 | 3.79 |
| 21 Maio | 8.42 | 7.87 | 7.60 | 7.27 | 7.16 | 6.90 | 6.48 | 6.02 | 5.53 | 3.86 | 2.66 | 2.05 |
| 21 Junho | 8.80 | 7.85 | 7.52 | 7.14 | 7.01 | 6.71 | 6.25 | 5.74 | 5.21 | 3.46 | 2.24 | 1.64 |
| 21 Julho | 8.41 | 7.87 | 7.60 | 7.28 | 7.17 | 6.91 | 6.49 | 6.03 | 5.54 | 3.87 | 2.67 | 2.06 |
| 21 Agosto | 7.27 | 7.82 | 7.71 | 7.55 | 7.44 | 7.33 | 7.06 | 6.74 | 6.37 | 5.00 | 3.90 | 3.32 |
| 21 Setembro | 5.63 | 7.46 | 7.57 | 7.63 | 7.64 | 7.63 | 7.57 | 7.46 | 7.29 | 6.44 | 5.63 | 5.16 |
| 21 Outubro | 4.02 | 6.82 | 7.14 | 7.40 | 7.47 | 7.61 | 7.76 | 7.86 | 7.90 | 7.68 | 7.27 | 6.98 |
| 21 Novembro | 2.85 | 6.18 | 6.63 | 7.03 | 7.15 | 7.39 | 7.70 | 7.97 | 8.17 | 8.48 | 8.43 | 8.34 |
| 21 Dezembro | 2.47 | 5.94 | 6.43 | 6.88 | 7.01 | 7.29 | 7.65 | 7.96 | 8.23 | 8.72 | 8.81 | 8.79 |

Anual

Horas equivalentes

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| (H.M.S.) | 2071.08458 | 2623.36164 | 2656.57295 | 2671.56598 | 2672.50260 | 2668.25471 | 2646.25577 | 2606.10469 | 2548.04499 | 2273.50046 | 2019.02506 | 1875.13470 |
| (a) | 0.47286 | 0.59900 | 0.60661 | 0.61003 | 0.61024 | 0.60923 | 0.60421 | 0.59502 | 0.58175 | 0.51914 | 0.46097 | 0.42813 |
| (b) | 0,24 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,30 | 0,30 | 0,26 | 0,24 | 0,22 |

(a) - relação entre o total das horas equivalentes e o total de horas de Sol sopra a linha do horizonte;

(b) - relação obtida com a aplicação do coeficiente médio de redução de horas de fluxo directo por efeito da nebulosidade local;

H.M.S.- registo em horas, minutos, segundos e décimos de segundo.

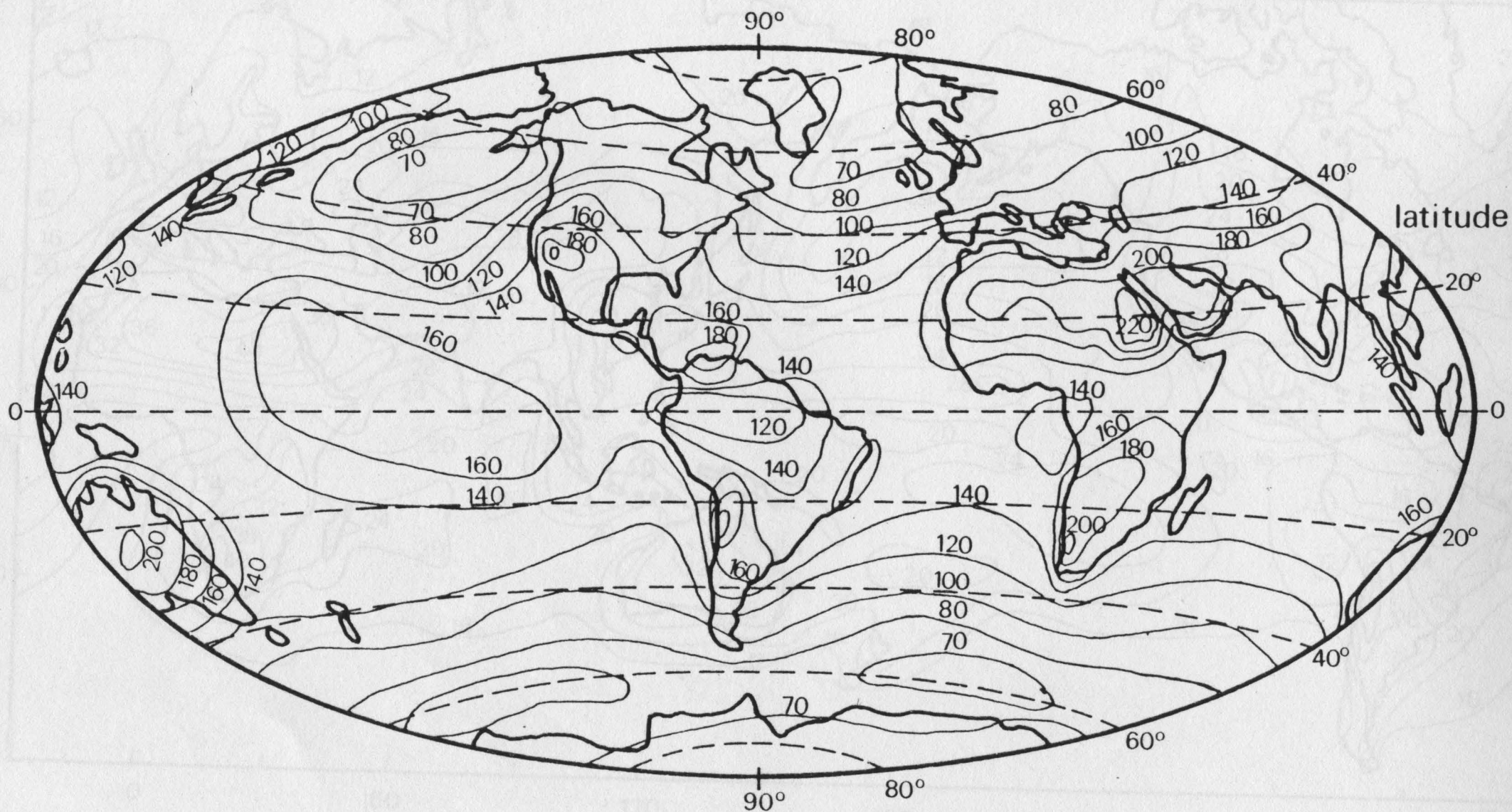


Fig. 28. Courbes d'égle irradiation annuelle \mathcal{E}_a de la Terre au niveau du sol.

Les cotes portées correspondent à l'irradiation moyenne journalière exprimée en $10^5 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2}$.
 $10^7 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{jour}^{-1} \leftrightarrow 115,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \leftrightarrow 3,65 \cdot 10^9 \text{ J} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$.

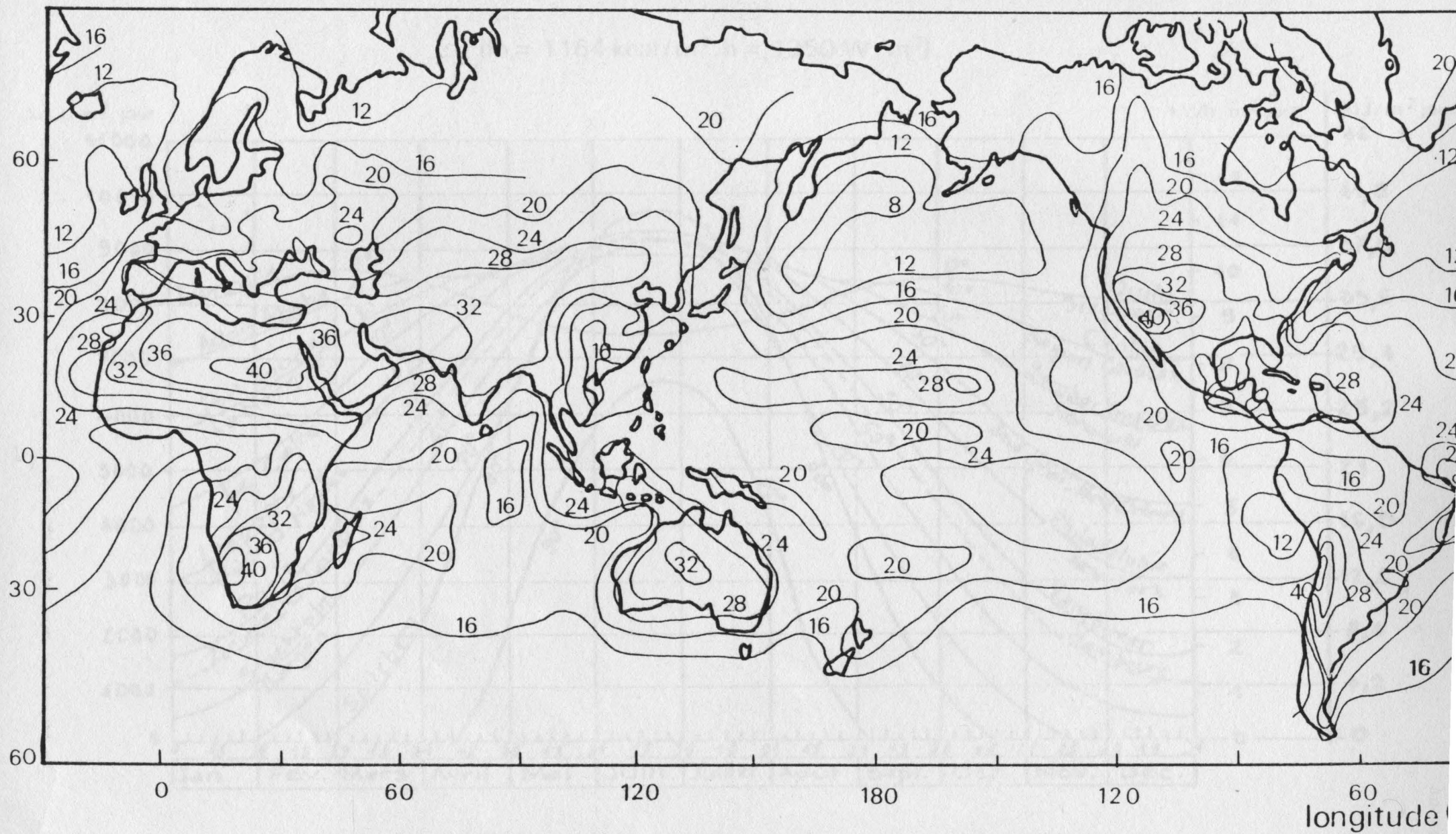
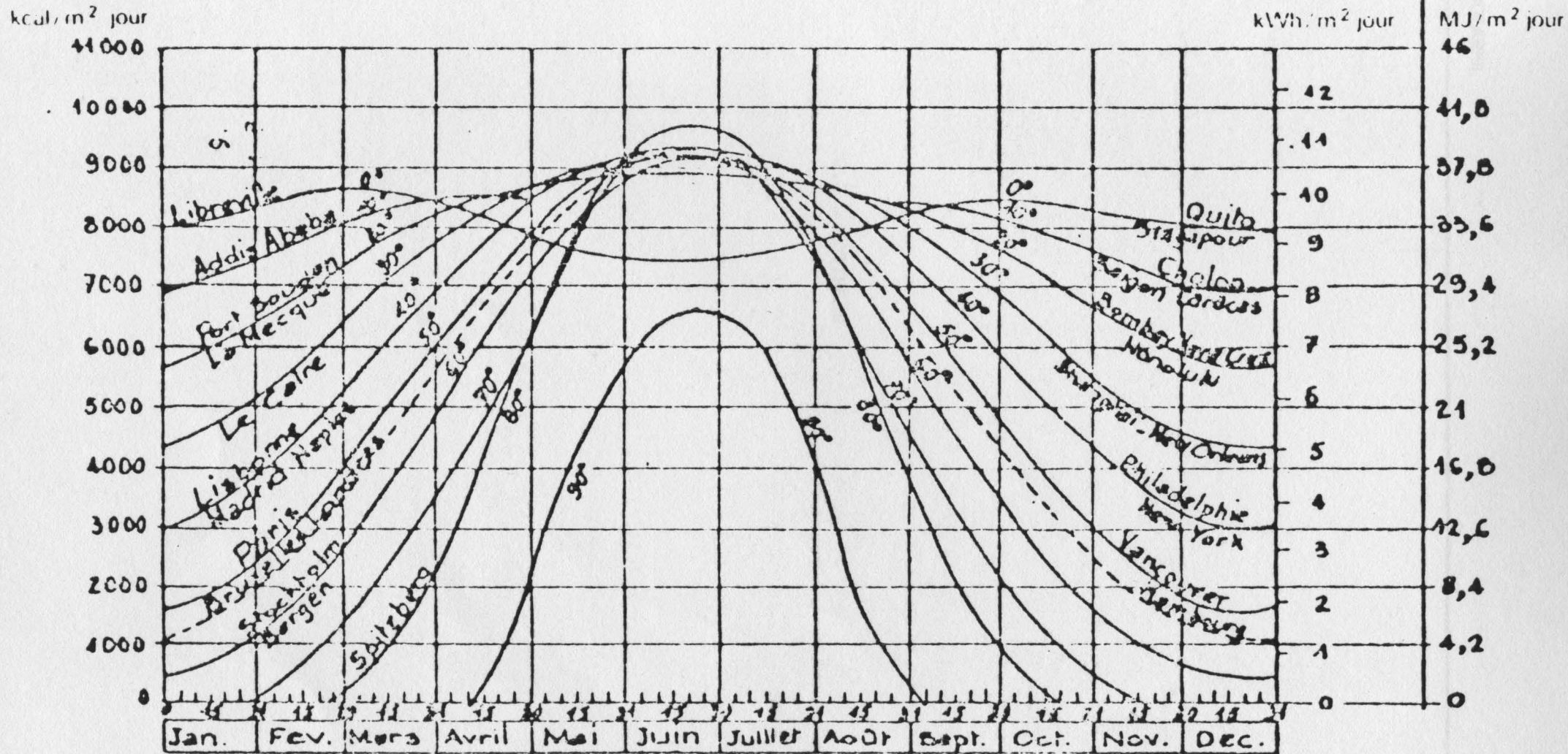


Fig. 27. Courbes d'égal ensoleillement annuel de la Terre.

Les cotes portées sont des centaines d'heures. L'absence totale de nébulosité correspondrait à 4 382 heures de soleil par an.

$$(I_0 = 1164 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} = 1350 \text{ W/m}^2)$$



— Rayonnement solaire global théorique pour diverses latitudes.



1.2 - OBJETIVO

Este documento tem por finalidade estabelecer as normas e procedimentos para a elaboração e execução dos projetos de arquitetura e urbanismo, visando a obtenção de resultados satisfatórios e a otimização dos recursos disponíveis.

C.3 - COZINHAS

As cozinhas devem ser planejadas de acordo com as necessidades reais dos usuários, considerando a funcionalidade, a segurança e a estética. O planejamento deve levar em conta a distribuição dos móveis, a iluminação adequada e a ventilação adequada para garantir um ambiente saudável e agradável para o preparo e consumo das refeições.

1.4 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Devem ser empregados materiais de qualidade e técnicas adequadas para a construção das cozinhas, visando a durabilidade e a segurança das instalações. É importante também considerar a acessibilidade para pessoas com deficiência, garantindo o uso adequado das instalações.

C.3 - COZINHAS

1 - OBJECTIVO

Pretende-se no presente escrito, e antes de discutir em pormenor quaisquer planos de cozinhas e refeitórios, apresentar um tanto sucintamente os princípios de funcionamento que a equipe projectista admitiu que melhor se poderão enquadrar não só nas condições que hoje se nos apresentam sobre uma exploração económica de refeitórios universitários, mas bem ainda sobre aquelas que com uma evolução económica e social se admite virem a verificar-se no futuro, embora a plano de médio prazo.

Segundo os princípios e esquemas anexos e que à frente preconizaremos, desenvolveremos neste "Estudo Prévio, na base de uma sofisticação crescente da tecnologia alimentar que se verifica em permanente evolução, uma metodologia por forma a justificar a equipe projectista pela opção tomada no respeitante ao seguimento pelas recomendações coligidas de literatura técnica da especialidade e que se concluíram por serem as mais económicas. No respeitante não somente aos custos de primeiro investimento, mas também aos de exploração (géneros e mão-de-obra) e manutenção para, finalmente, atender-se às condições locais de aquisição de géneros frescos em grande quantidade, onde certamente nos anos mais próximos, com a inércia habitual da evolução em Portugal mas com uma aproximação dos processos que se verificam no estrangeiro, destes virem a ser adquiridos em mercados abastecedores e em centrais de preparação de produtos "horto-frutícolas" em melhores condições económicas de aquisição e de qualidade dos produtos.

2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Prevista a implantação de um refeitório no Campo Universitário na primeira fase dos trabalhos para uma capacidade da ordem das 3 000 refeições a serem distribuídas em três turnos, de um outro de capacidade semelhante numa segunda fase de ampliação, de uma distribuição ainda não quantificada de géne

ros já preparados para refeitórios exteriores ao Campo Universitário, mas a ficarem integrados em lares de estudantes nas cidades de Braga e Guimarães, e finalmente da distribuição de géneros preparados para o refeitório das instalações universitárias a serem integradas no núcleo de Guimarães, teve-se a noção clara, para uma exploração económica e uma perfeita interligação e integração de todas as instalações, de ser recomendável o prever-se um local destinado exclusivamente à armazenagem, conservação e pré-preparação de todos os géneros destinados aos diversos refeitórios.

Com este princípio poderá melhor planificar-se e centralizar-se com uma mais reduzida burocracia o sistema de aquisição de géneros, que certamente poderá passar a fazer-se em melhores condições de preço, e bem ainda permitirá o reduzir-se substancialmente o primeiro investimento com uma não necessária aquisição de equipamentos que seriam destinados a equipar as zonas de pré-preparação de géneros de cada refeitório. Acresce ainda que com esta solução o pessoal passará a estar ocupado a tempo inteiro, uma vez que géneros frescos adquiridos num determinado dia serão pré-preparados na tal zona central por forma a no dia imediato serem enviados aos diversos refeitórios. Caso contrário, este pessoal passaria a estar ocupado somente no período antes das refeições e portanto sub-ocupado e consequentemente com uma produtividade de muito baixa.

Esta zona central de armazenagem, conservação e pré-preparação de géneros foi, na falta do fornecimento de elementos concretos, dimensionada para um mínimo de 4 500 refeições diárias. Foi igualmente dimensionada e arquitectonicamente projectada por forma a que com um mínimo de investimento e com um mínimo de interferência para ser ampliada, quer no referente à zona de grande armazenagem de géneros quer de conservação (câmaras frigoríficas e de congelados) quer, finalmente, na zona de pré-preparação propriamente dita.

Permite ainda a arquitectura escolhida de se adaptar sem nenhuma dificuldade o refeitório a uma distribuição de "pré-congelados" se a evolução no país se fizer nesse sentido.

3 - ASPECTOS TOMADOS EM CONSIDERAÇÃO NO REFERENTE A UMA POSSÍVEL DISTRIBUIÇÃO FUTURA DE REFEIÇÕES CONGELADAS

A forma da sociedade industrial e igualmente as comunidades universitárias responderem a uma inflacção incontrolada, que se verifica a nível mundial sem a pretensa perda directa de facilidades económicas e da qualidade da refeição adquirida, tem sido o de generalizar-se a nível estrangeiro por uma distribuição de refeições pré-congeladas e congeladas em escolas, hospitais, quartéis, casas de 3ª idade, etc. Essa confecção e distribuição de pratos congelados em elevadas quantidades a que na literatura anglo-saxónica vemos referenciada por "mass catering" permitirá futuramente e no global numa redução de mão-de-obra em cada refeitório, numa maior possibilidade de escolha de mais pratos a cada refeição (menu alargado), num mais baixo consumo de géneros e energia para a sua confecção, num melhor controlo de custos e gastos, numa nula perda de géneros não consumidos diariamente e, finalmente, num melhor aproveitamento e maior aquisição de produtos vegetais de produção sazonal sujeita, conseqüentemente, a uma grande variação de preços.

Tratando-se da confecção de géneros alimentares em grandes quantitativos, a redução de mão-de-obra (e muito particularmente nos refeitórios) tem um significado muito importante pela sua não utilização, a pleno nos períodos de almoço e jantar nem durante todo o ano pelo período de férias que se regista. Assim torna-se fundamental olhar-se já nesta fase dos estudos para a eficiência dos diferentes meios e serviços ao dispôr, por forma a combiná-los e proceder-se a uma centralização total ou parcial de funções. As razões económicas e técnicas já mencionadas, justificando a centralização de cozinhas de dimensões muito grandes, justificam plenamente não só a adopção de novos métodos de gestão e produção mas bem ainda a aplicação de equipamentos apropriados e adequados aos elevados quantitativos de géneros a serem processados.

É evidente que uma decisão de centralização ao ponto aqui neste capítulo mencionada não pode ser tomada de ânimo leve sem estudarem-se as condições e implicações no abastecimento local que se verificam ou se podem vir a veri

ficar, embora se deva já na fase de ante-projecto das instalações se ter de-
cidido em definitivo por quais dos seguintes passos de centralização a optar-
-se:

- a - centralização de compras;
- b - centralização de compras, de conservação e armazenagem
- c - centralização de compras, de conservação, de armazenagem e de preparação
- d - centralização de compras, de conservação, de armazenagem, de preparação e de confecção (neste caso particular com distribuição de refeições congeladas).

Na prática todas as espécies de combinações, variações e situações intermédias podem ser seguidas por forma a satisfazerem determinados requisitos de uma situação particular.

A decisão a tomar-se para determinar o grau de centralização económica na fase de arranque dos refeitórios a que este estudo se refere será:

- na base do número, da composição, da idade e dos hábitos dos utilizadores no respeitante à variedade da alimentação e ao período médio disponível para a sua aquisição;
- dimensão dos refeitórios e ao número de refeições distribuídas;
- distância e acessibilidade dos refeitórios em relação ao centro de preparações;
- disponibilidade e perfil profissional de pessoal aplicado nesses mesmos refeitórios e centro de preparações;
- disponibilidade e adaptabilidade do equipamento que constituirá as cozinhas desses mesmos refeitórios ao tipo de refeições distribuídas;



- garantia do fornecimento de refeições, dos fornecedores de géneros alimentícios, do sistema de distribuição dos alimentos pré-preparados bem como do controlo da qualidade e quantidade dos alimentos.

Considerações económicas a serem tomadas em conta no referente a economias de primeiro investimento, de exploração e manutenção de equipamentos e com economias de géneros alimentares, julgamos que se justificarão somente em fase de ante-projecto pelo que nos dispensando de desenvolver determinadas considerações para redução da parte escrita nos levou à consideração de que o funcionamento dos refeitórios em estudo deveria ficar numa primeira fase pelo ponto "c" anteriormente mencionado, uma vez que os utilizadores, embora de fraco poder de compra, serão certamente exigentes no nível da qualidade e da quantidade das refeições distribuídas e ainda por uma confecção centralizada, não acompanhada de uma pré-congelação de pratos antes da sua distribuição, favorecer não só um extravio de géneros prontos a serem distribuídos como ainda de favorecer a tendência para uma distribuição de refeições sem apresentação e para o "atabalhoado".

Um pormenor considerado importante para a finalização deste escrito, e segundo o coligido de literatura da especialidade, reside no facto de uma "cozinha - refeitório" universitário segundo os processos clássicos ocupar um funcionário por vinte e cinco refeições servidas contra um funcionário por 300 a 400 refeições confeccionadas segundo a solução preconizada.

D - ESTIMATIVA DE CUSTO

| | | |
|---|------------------|-----------------|
| 1 - <u>TERRAPLENAGENS GERAIS</u> | | 50 000 000\$00 |
| 2 - <u>INFRAESTRUTURAS</u> | | |
| 2.1 - Arruamentos, Parques, Redes de Esgotos e Águas Exteriores | 14 500 m2 x 45 c | 58 000 000\$00 |
| 2.2 - Posto de Transformação e Seccionamento | | 8 500 000\$00 |
| 2.3 - Rede Exterior de 15 kV | | 3 000 000\$00 |
| 2.4 - Posto de Transformação | | 9 000 000\$00 |
| 2.5 - Redes eléctricas exteriores de distribuição e Iluminação pública e Pára-raios | | 17 000 000\$00 |
| 2.6 - Central Térmica e Grupo de Emergência | | 26 000 000\$00 |
| 2.7 - Redes Exteriores de Água par climatização | | 3 900 000\$00 |
| 3 - <u>EDIFÍCIOS - CONSTRUÇÃO CIVIL</u> | | |
| 3.1 - Complexo Pedagógico | 9 300 m2 x 30 c | 279 000 000\$00 |
| 3.2 - Biblioteca | 5 550 m2 x 30 c | 166 500 000\$00 |
| 3.3 - Armazém e Preparação Alimentos | 1 000 m2 x 30 c | 30 000 000\$00 |
| 3.4 - P.T. e Seccionamento | 50 m2 x 25 c | 1 250 000\$00 |
| A Transportar | | 652 150 000\$00 |

| | | |
|--|------------------|---------------------|
| | Transporte | 652 150 000\$00 |
| 3.5 - Central Térmica | 260 m2 x 25 c | 6 500 000\$00 |
| 3.6 - Restantes edifícios da 1ª fase | 24 100 m2 x 30 c | 723 000 000\$00 |
| 4 - <u>EDIFÍCIOS - INSTALAÇÃO ELÉCTRICA</u> | | |
| 4.1 - Complexo Pedagógico | | 45 800 000\$00 |
| 4.2 - Biblioteca | | 17 000 000\$00 |
| 4.3 - Armazém e Preparação de Alimentos | | 2 800 000\$00 |
| 4.4 - Central Térmica | | 750 000\$00 |
| 4.5 - Restantes edifícios da 1ª fase | 24 100 m2 x 5 c | 120 500 000\$00 |
| 5 - <u>EDIFÍCIOS - INSTALAÇÕES MECÂNICAS</u> | | |
| 5.1 - Complexo Pedagógico | | 45 550 000\$00 |
| 5.2 - Biblioteca | | 28 300 000\$00 |
| 5.3 - Armazém e Preparação de Alimentos | | 17 200 000\$00 |
| 5.4 - Equipamento de Cozinhas | | 27 400 000\$00 |
| 5.5 - Restantes edifícios da 1ª fase | | 113 500 000\$00 |
| 6 - ARRANJOS EXTERIORES | | 32 900 000\$00 |
| | TOTAL | 1 833 350 000\$00 ✓ |

| Ed. | Des. | Apr. | Desenho n.º | Classificação | Título | Datas de aprovação e de alterações | | | | | | |
|-----|------|------|-------------|---------------|---|------------------------------------|---------------------------|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Aprovação | Indicação da distribuição | | | | | |
| | | | | | | | S/símbolo | A | B | C | D | E |
| 3 | | | 165 210 ✓ | M G ○ | Implantação Geral | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 211 ✓ | A 1 ○ | Cortes esquemáticos 1, 2, 3 e 11 | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 212 ✓ | A 1 ○ | Cortes esquemáticos 4, 5, 9 e 10 | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 213 ✓ | M G ○ | Cortes esquemáticos 6, 7 e 8 | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 214 ✓ | M G ○ | Módulo Base- Acessos Norte/sul e Norte/Poente-PLT | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 215 ✓ | M G ○ | Módulo Base-Acessos Norte/Sul e Sul/Nasc - Planta | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 216 ✓ | M G ○ | Módulo Base- Planta | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 217 ✓ | M G ○ | Módulo Base - Simulação de utilização - Planta | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 218 ✓ | A 3 ○ | Estudo de insolação/ Protecções solares | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 219 ✓ | M G ○ | Alçados (Sul e Poente) | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 220 ✓ | M G ○ | Alçados (Nascente e Norte) | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 221 ✓ | M G ○ | Complexo pedagógico- Planta do 1º Piso | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 222 ✓ | M G ○ | Complexo pedagógico - Planta do 2º piso | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 223 ✓ | M G ○ | Complexo pedagógico - Planta do 3º piso | 7A/B2 | | | | | | |
| 2 | | | 165 224 ✓ | M G ○ | Biblioteca/Serviços Académicos/Serviços Sociais | 7A/B2 | | | | | | |
| | | | | | Reprografia e Publicações | 7A/B2 | | | | | | |
| | | | 165 225 ✓ | M G ○ | Cozinha/Restaurante- Planta | 7A/B2 | | | | | | |

| Ed. | Data | Descrição | Ed. | Data | Descrição | Desenho/s de conjunto |
|-----|------|-----------|-----|------|-----------|--|
| | | | | | | T 11109 |
| | | | | | | Lista de Material |
| | | | | | | Universidade do Minho Instalações Definitivas |
| | | | | | | Projecto 1ª Fase ARQUITECTURA |
| | | | | | | Estudo Prévio |

PROFABRIL
Centro de Projectos, s.a.r.l.
Lisboa

INDICE DE DESENHOS

Pt 11109/6

Folia 1/1

0 1 2 3 4

0 C. P. 1 Cliente
2 Fiscalização 3 Empreiteira
4

