

ABACILIO F. DOS REIS

INSOLAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

(These de doutoramento)

Defendida em 24-XII-926

Aprovada com distinção

COMISSÃO EXAMINADORA :

Dr. Victor Ferreira do Amaral - Presidente
Dr. Manoel Carrão
Dr. Luiz Medeiros
Dr. Octavio Silveira
Dr. Milton Munhoz



CORITIBA, 1926

ABACILIO F. DOS REIS

Insolação dos edificios

(These de doutoramento)



CORITIBA, 1926

These de doutoramento

apresentada á

Faculdade de Medicina e Cirurgia
do Paraná

por

Abacilio Fulgencio dos Reis

Natural de Goyaz. Filho legitimo do General Joaquim
Elesbão dos Reis e D.^a Constança Dometilla dos Reis.



Dissertação :

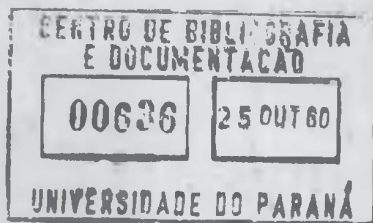
Insolação dos edificios

(Cadeira de Hygiene)

PV000032339

BC/HUFPR - MEMORIA DA UNIVERSIDADE F. DO PARANA
AUTOR
R\$ 10.00 - Doacao
Termo No. 310/99 Registro: 292,473
02/06/99

ORPI - Sistema de Biblioteca



P r e f a c i o

Este trabalho é a ultima prova escolar que apresento ao julgamento dos meus mestres da Faculdade de Medicina.

Entre tantos assumptos que me acudiram á mente preferi este capitulo da Hygiene, sempre momentoso e sempre opportuno, que trata da insolação dos edificios.

Ha de parecer á primeira vista que o Sol illuminando e aquecendo com os seus raios o tecto sob o qual o homem se abriga, que todas as habitações, quaesquer que sejam as direcções dos seus eixos, gosem dos beneficios que delle dimanam.

Entretanto, nas cidades, é frequente verem-se muitos edificios que apenas fruem as delicias do Sol em determinadas epochas do anno, talvez quando menos necessario, e outros onde peças importantes jamais vem uma gota de luz criando, dest'arte, graves restricções á salubridade natural.

Variando, como variam, a declinação e a amplitude do Sol de accordo com a latitude, procuramos encara~~r~~ o magno problema da insolação no paralelo de Coritiba deduzindo das considerações que serão expendidas, ás regras essenciaes ao traçado e á largura das ruas, á altura dos edificios, á situação e dimensões das peças, á abertura dos vãos na alvenaria, etc.

Ao que nos consta, no Brasil só ha estudos dessa ordem para a Capital Federal e Estado de S. Paulo.

Quizemos nós, pois, n'uma homenagem á bella Terra dos Pinheiraes, determinar as modificações que o caso comporta na latitude de Coritiba.

Lamentamos, todavia, que a escassez do tempo e as difficuldades de impressão de um trabalho que devera ser todo fundado no calculo, nos forçassem a omittir muitas gravuras e consignar, apenas, os resultados numericos a que chegamos.

O objectivo, entretanto, foi collimado, só nos restando, agora, desejar que este trabalho suscite, no espirito dos estudiosos, o interesse pelos assumptos locais tendentes ao exacto conhecimento das relações que o homem guarda com o meio, para solução de tantos problemas que dizem respeito á conservação da saude, o inestimavel bem que todos almejamos.

A. F. REIS.

I — Parte propedeutica

A ENERGIA SOLAR

Cantores de todos os tempos têm celebrado, em versos magníficos, o poder maravilhoso desse astro, que traz captivo em sua orbita, nesse errar interminavel pelos espaços sideraes, o mundo que habitamos.

As civilizações superiores, como as raças atrasadas, o homem da caverna como o habitante dos solares, o sabio como o rustico, todos, no tempo como no espaço, têm reconhecido a influencia benefica do Sol sobre a vida do homem.

E' que todas as creaturas da Terra, sem excepção, se acham presas ao carro resplandecente de Helios.

Envolvendo a Terra com os seus dourados clarões, nesse morno amplexo de cada dia, o Sol é ao mesmo tempo fonte de luz e de calor, de movimento e de energia, a causa primeira de todas as transformações que se operam na superficie como nas entranhas da Terra.

E' por isso que o chamam governador do mundo, divino Sol, astro rei, nessa eloquente homenagem que affirma, a um tempo, o seu poder e o seu valor.

Reconhecendo-se a sua importancia unica no systema do mundo é que se o considera o coração do organismo planetario: “cada uma de suas palpitações celestes envia ao longe, até a nossa pequena Terra, que voga a 37 milhões de leguas; até ao longinquo Neptuno, que rola a 1.100 milhões de leguaes; até aos palidos cometas abandonados muito alem na eternidade do seu inverno... e até ás estrellas, a milhões de milhares de leguas... Cada uma das palpitações desse coração inflammado lança e espalha sem medida a incommensuravel força vital que vae derramar a vida e a ventura sobre todos os mundos” (Flammarion).

Volvendo agora o pensamento para esse “atomo do infinito” onde medra a nossa dolente humanidade, é facil de ver a subordinação que o Sol exerce sobre todos os actos da nossa vida, seja directa, seja indirectamente, pela subordinação que elle exerce sobre todos os phenomenos naturaes.

Desde os regatos que apenas marulham até o turbilhão das aguas, a brisa suave e o vortice dos cyclones devastadores, o orvalho da madrugada como os tremendos temporaes desfeitos, tudo quanto impressiona os sentidos do homem são uma parcella infinitesimal das irradiações solares. E, no dominio das nossas actividades, quando montamos uma machina, ou quando aproveitamos uma queda dagua, quando rasgamos as entranhas da Terra ou quando varejamos o profundo dos mares, é sempre uma parcella da energia solar que procuramos. O proprio pensamento do homem com as suas scintillações geniaes é uma manifestação desse mirifico poder.

E’ bem, pois, o Sol, com a sua cabelleira flammejante, um disco de ouro fluido a espargir riqueza e felicidade sobre a Terra. Si quizermos ainda evidenciar a acção do Sol sobre o nosso globo e sobre tudo que nelle existe, acompanhemos Nordmann neste passo da sua obra *Le Royaume des Cieux*

quando admite, por um capricho da imaginação, a extinção brusca daquelle astro:

“A Terra seria mergulhada logo numa noite eterna e apenas illuminada pelo tremeluzir das estrellas.

“A Lua continuaria a nos acompanhar no nosso curso vagabundo, mas nós não a veríamos mais porque é um reflexo do Sol que nos mostra as suas phases.

“Privada do divino calor solar muito depressa a athmosfera se resfriaria. Toda a agua suspensa no ar se precipitaria sob a forma de chuva que logo se mudaria em neve.

“Os rios seriam paralyzados; os oceanos congelados antes mesmo que se condensassem os gases do ar.

“A vida das plantas cessaria em alguns dias. Depois os animaes succumbiriam uns após outros. O homem prolongaria um pouco mais sua resistencia, graças ás provisões accumuladas e ao emprego do calor artificial. Mas logo essas fracas reservas seriam exgotadas. Ao cabo de um mez, no maximo, toda vida terrestre seria envolvida no nada. E não haveria sobre o planeta cousa alguma mais daquillo que o torna ao mesmo tempo tão encantador e tão detestavel.

Em seguida, os outros astros galacticos continuariam, como si nada houvera passado, sua ronda silenciosa, sem fim.”

Os primitivos povos tributavam ao Sol adorações e sacrificios. Embora nada comprehendessem do mecanismo intimo dos phenomenos, elles sabiam que é sob os influxos dos seus raios vivificantes que crescem as arvores das florestas, que correm os regatos no valle e que desabrocham as flores nos prados. Por isso elles ergueram-lhe templos sumptuosos e dedicaram-lhe preces ardentes. E, ainda hoje, raças atrazadas do continente negro, como os babuinos do alto Egypto, saudam o Sol nascente com o rofenhar de seus gritos, do mesmo modo que outr’ora os Incas o saudavam, do alto de suas muralhas cyclopicas, como

deus do dia e rei da luz. “Demais, todas as grandes religiões do passado foram helióltras. Indra, Baal, Moloch, Osiris, Phebus, etc., eram symbolos solares” (Nordmann). O proprio Esculapio, o deus da Medicina, no versar da mythologia grega era filho de Phebus Apollo, o deus do Sol.

E, assim, o Sol em todos os tempos e em toda parte tem sido cultuado como um deus porque os raios com que elle inunda a Terra cada dia são bem fios de ouro que prendem e enca-deiam os destinos da Terra e da humanidade.

O ESPECTRO SOLAR

Antes de desenvolvermos o thema escolhido vejamos, syntheticamente, qual a composição dos raios solares e os effeitos que elles exercem sobre os seres inferiores e em seguida sobre o homem para evidenciar sua importancia preponderante sob o ponto de vista da salubridade.

Desde Newton, o grande geometra inglez, sabe-se que a luz branca do Sol é o resultado da superposição de diversas cores elementares.

De facto, fazendo-se incidir um feixe de raios do Sol sobre a face de um prisma, observa-se, após a refração dos raios luminosos, sobre um anteparo collocado no trajecto luminoso, uma faixa composta das cores vermelho, alaranjado, amarello, verde, azul, indigo e violeta. Esse phenomeno, conhecido sob a denominação de dispersão da luz, nos mostra que a luz solar, luz complexa, é constituida por uma serie de irradiações, des-igualmente refrangiveis, que dão á nossa vista a impressão de côres differentes.

Na verdade, porem, não ha no espectro solar apenas as 7 cores referidas; o espectro as contem em numero illimitado, mas, desde Newton, aquelle numero ficou consagrado.

Assim se constitue a parte visivel do espectro solar, aquella cujas vibrações sensibilisam a nossa retina. Afóra, entretanto, dos limites compativeis com a nossa visão ha manifestações de outras ordens: ha vibrações ethereas em numero inferior a 450 trilhões, como ha em numero superior a 700 trilhões. Alem desses limites, que excedem ás nossas possibilidades visuaes, seja pela grande lentidão das vibrações ou por sua extrema rapidez, seja pela absorpção das radiações pelos meios transparentes do olho, o thermometro e a chapa photographica vão revelar a existencia de outras irradiações na luz solar, constituindo os raios invisiveis do espectro. Taes factos já haviam sido observados ha mais de um seculo por Herschel, Wollaston, Ritter, Scheele.

Em 1801, Herschel, deslocando um thermometro ao longo do espectro solar, do indigo para o vermelho, constatou que elle se sensibilisava a partir do indigo e se elevava gradualmente attingindo uma temperatura maxima, adiante do vermelho, fora dos limites do espectro visivel. E' que, no prolongamento do espectro, ha uma região, chamada infra-vermelho, incapaz de sensibilisar a nossa vista, gosando de propriedades calorificas.

Não são essas, comtudo, as unicas manifestações da irradiação solar: outros effeitos ainda ellas exercem, que não são propriamente effeitos luminosos nem effeitos calorificos.

E' sabido que os raios do Sol determinam sobre muitas substancias modificações importantes, chegando muitas vezes mesmo a mudar-lhes a natureza. Os tecidos de cores vivas, por exemplo, alguns empalidecem e outros mudam de côr. O nosso pinho, recentemente cortado apresenta uma bella côr nacarada, ao passo que exposto á luz do Sol não tarda a escurecer, e, como elle, muitas outras madeiras.

Algumas substancias apresentam essa curiosa propriedade em gráo muito mais accentuado — assim o chloreto de prata

que é branco, quando de preparação recente, enegrece quasi instantaneamente si é exposto aos raios solares.

Efeito mais curioso é o da combinação do hydrogenio com o chloro. Estes dous gazes, na obscuridade, se mantêm simplesmente misturados, em completa indifferença um para com o outro; na luz diffusa vae se operando lentamente a combinação de ambos; si fizermos entretanto incidir sobre a mistura gazosa uma restea de luz, a reacção é tão energica que pode produzir uma violenta explosão.

Esses effeitos especiaes podiam ser multiplicados. O exame attento delles nos mostraria tambem que ha differença sensivel entre uns e outros, conforme os corpos que os experimentam. Em certos casos as substancias examinadas são transformadas nos corpos simples donde se originaram: ha uma verdadeira decomposição chimica; noutros casos, dá-se o contrario, e corpos simples se unem dando lugar a um composto novo, de propriedades inteiramente diversas: ha uma verdadeira combinação chimica. Como essas acções são perfeitamente comparaveis ás que se observam no dominio da chimica, convencionou-se denominar-as acções chemicas, para distinguil-as dos outros effeitos propriamente luminosos e calorificos inherentes á luz solar.

Vimos que o thermometro nos veio revelar, alem do espectro visivel, uma região gosando de accentuadas propriedades thermicas denominada infra-vermelho. Pois bem, a chapa photographica nos revelará tambem, alem do espectro visivel, do lado da côr violeta, uma zona capaz de sensibilisal-a fortemente — é a região ultra-violeta.

E' a Scheele (1777) que se devem as primeiras observações precisas sobre o assumpto. Esse sabio notou que o chloreto de prata começa a impressionar-se no verde e enegrece intensamente na região violeta do espectro, emquanto que os raios vermelhos são apparentemente inactivos.

Essas experiencias vêm nos demonstrar dous factos igualmente importantes: de um lado, que os effeitos thermicos do espectro se distribuem do indigo, onde o thermometro é apenas sensibilizado, ao infra-vermelho, onde a intensidade é maxima; de outro lado, que as acções chimicas, muito vivas na luz violeta, diminuem pouco a pouco na porção menos refrangivel do espectro, para se tornarem nullas no alaranjado e no vermelho. Essas propriedades do espectro solar se distribuem, pois, em sentido inverso umas das outras: na região mais quente ha uma evidente inercia chimica, emquanto que a mais activa sob esse ponto de vista é quasi inteiramente desprovida de calor. E tambem observamos que a parte do espectro gosando de maximo poder luminoso, a região amarella, não é a mais quente, nem a de acções chimicas mais energicas. Não é a mais quente porque o thermometro continua subindo dahi por diante, ultrapassando o vermelho, justamente onde a luz se enfraquece e mesmo se extingue; nem é a de maior poder chimico porquanto vimos que maior energia se observa na luz violeta, sendo tambem bastante sensivel no ultra-violeta, cujo espectro, como sabemos, não chega a impressionar os nossos órgãos visuaes.

Si procurarmos representar agora, por meio de um graphico, as tres especies bem estudadas de raios do espectro solar, relativamente á intensidade e á amplitude, nós notamos o seguinte: (Fig. 1)

- 1º) — que os raios luminosos (curva L) se extendem do vermelho ao violeta adquirindo o maximo de intensidade na porção amarella do espectro visivel;
- 2º) — que os raios calorificos (curva c) se extendem do violeta ao extremo do espectro infra-vermelho, adquirindo o maximo de intensidade no infravermelho;
- 3º) — finalmente, que a zona do espectro solar capaz de

produzir effeitos chimicos, se estende do amarello á porção extrema do ultra-violeta, apresentando o maximo de intensidade na zona ultra-violeta, nas proximidades do espectro visivel (curva ch.).

O graphico em questão convem muito sob o ponto de vista descriptivo porque mostra claramente os limites desses tres grupos de radiações, mas, na verdade ellas são inseparaveis.

No espectro visivel não ha radiação que seja verdadeiramente fria ou absolutamente inactiva sobre a chapa photographica. Os raios vermelhos, que produzem sensivel dilatação do mercurio do thermometro, não deixam, por isso, de impressionar a chapa photographica, do mesmo modo que os raios violetas que têm sobre a chapa uma acção energica, agem tambem sobre o thermometro, embora fracamente. E as experiencias demonstram que quando se diminue o poder luminoso de qualquer radiação do espectro visivel, diminuem-se tambem, na mesma proporção, os poderes calorifico e actinico dessa radiação.

O SOL AGENTE DE SALUBRIDADE

Qual a importancia de cada um desses espectros sob o ponto de vista de salubridade? Separada como está a luz branca do Sol nas suas partes constitutivas, a resposta que offerecermos será, *ipso facto*, a justificativa da multiforme acção da luz solar, e nos fará comprehender as razões que conferem ao Sol primordial importancia como agente de salubridade.

Já vimos, linhas atrás, que não se pode, em absoluto, separar as radiações quanto ao poder de cada uma dellas.

E' por esse motivo que, posto de parte o espectro luminoso, que, dizem os physicos, só têm existencia pela reacção que determina na nossa retina, tudo é funcção dos espectros calorifico e ultra-violeta, ou por outra, a luz não constitue uma proprie-

dade objectiva da radiação. Não obstante, existe uma therapeutica pela luz — a phototherapie — que utiliza os comprimentos de onda correspondentes a certas radiações espectraes definidas exclusivamente por sua côr. Tal, por exemplo, a therapeutica pelos raios vermelhos.

Mas opinam certos autores que a côr não é, absolutamente, o agente activo e sim uma combinação dos poderes thermico e actinico da radiação isolada, a menos que seja ella dotada de uma propriedade ainda não desvendada. (Oudin e Zimmern)

Comtudo, nalguns casos parece comprovar-se uma certa acção especifica dos raios vermelhos; é a conclusão que logo acode quando se observa o desenvolvimento de algumas plantas sob o exclusivo influxo daquelles raios. Nesse caso, ainda se pode objectar que a planta se desenvolve, não que a côr vermelha lhe seja favoravel, mas porque as outras radiações, que lhe são nocivas, foram interceptadas. Se a objecção fôr verdadeira, na obscuridade devemos encontrar os mesmos resultados que sob o exclusivo influxo da luz vermelha. Mas, então, como explicar, por exemplo, que as pustulas dos variolosos, das vias aerias superiores se desenvolvem facilmente si ellas quasi não soffrem a acção da luz?

Ha ainda quem queira conferir á luz vermelha uma acção bactericida (Chatinière), assim como ha outros que vêm na phototherapie pelo vermelho uma acção estimulante sobre os processos de defesa do organismo, definida pela exaltação da phagocytose.

Si essas opiniões em apoio da especificidade da côr encontram da parte de muitos formal contradita, forçoso é convir numa acção directa, inilludivel, que a radiação luminosa, traduzida pela côr, exerce sobre nós.

Não constitue novidade de nossos dias o conhecimento dos efeitos psychicos que as côres determinam. Já os antigos disso

sabiam perfeitamente, e as suas multiplas influencias desde muito tempo já os psychologos as haviam observado.

A côr vermelha, por exemplo, é conhecida como excitante, causando sensação bastante desagradavel e nos excitados chega até a provocar allucinações. A côr azul, ao contrario, é calmante, sedativa, e asim o verde dos prados. O amarello produz melancholia, tristeza, bem como o indigo e o violeta.

Um facto que comprova o poder irritante da luz vermelha foi observado nas officinas da casa Lumière, da França. Lá se verificou que os operarios que trabalhavam em peças illuminadas á luz vermelha eram muito excitados durante o trabalho, agitavam-se, gesticulavam e por qualquer nonada travavam acaloradas discussões. Tudo desapareceu tão logo se substituíram as lampadas de vidro vermelho por outras de vidro verde.

Quanto á chromotherapie sabemos provir ella de epochas muito recuadas. Os chinezes, por exemplo, nos legaram o tratamento da variola pela luz vermelha, e essa therapeutica foi tambem conhecida por outros povos do Oriente como do Occidente (Japão, Indias, Rumania, Caucaso, etc.). Mas esse processo de curar só se consagrou depois que Finsen o amparou com a sua autoridade. Elle partiu de uma observação muito simples e facil de se constatar: que os raios chimicos têm uma acção estimulante sobre as manifestações cutaneas, visto que é nas partes directamente actuadas pela luz que as cicatrizes se tornam mais numerosas e mais profundas. Dahi a pratica de encerrar os variolosos em quartos vermelhos, que proporcionou ao sabio dinamarquez e aos seus continuadores os melhores resultados sob o ponto de vista esthetico.

Emquanto, porem, não ficar comprovada, de modo inequivoco, a acção especifica da côr, prevalecerá a opinião de que a melhora obtida nos phenomenos inflammatorios com o emprego da chromotherapie resulta da exclusão das radiações chimicas.

E, mais, que todas as acções imputaveis á luz, como as que se verificam na heliotherapia, v. g. correm por conta da acção mais ou menos conjuncta dos poderes thermico e actinico a ella inherentes.

A acção actinica da luz solar é a mais importante. E' ella que confere ao Sol o poder bactericida que vem expurgar do ar, das aguas e do solo os microbios infensos ao homem; que prepara e favorece as acções oxidantes e reductoras, de composição e decomposição, todas as transformações emfim que se operam nos tecidos indispensaveis ao desenvolvimento dos animaes e das plantas.

A acção bactericida da luz solar foi antevista e verificada por muitos experimentadores. Buchner, porem, foi quem, por uma experiencia celebre, evidenciou a influencia de cada radiação de per si, sobre o desenvolvimento dos germens.

Para isso, elle tomou uma caixa de Petri, semeada com bacillos typhicos, e a cobriu com um papel preto, onde se recortava a palavra *typhus*.

Fazendo incidir em seguida sobre a caixa assim preparada um espectro sufficientemente energico, elle constatou, após permanencia na estufa, que na parte da gelatina correspondente á região menos refrangivel do espectro, um activo desenvolvimento microbiano desenhava letras facilmente reconheciveis. Eram as letras da palavra *typhus*.

Nas regiões mais refrangiveis do espectro, as colonias se desenvolviam mal e as letras iam cada vez mais perdendo sua nitidez, á medida que se approximava da extremidade correspondente ao ultra-violeta.

Por esse resultado fornecido pela experiencia e por outros que têm sido feitos com luz artificial, conclue-se que é na porção ultra-violeta que se encontra o maximo poder bactericida da luz.

O que se diz do bacillo typhico pode-se estender á totalidade dos microbios.

Dessas considerações resulta que todas as causas capazes de prejudicar a acção chimica da luz solar devem quanto possivel ser combatidas. Dentre ellas, algumas estão ao alcance dos nossos recursos preventivos, e outras, talvez mais numerosas, escapam-nos inteiramente, e são uma contingencia dos climas e dos diversos factores mesologicos. As poeiras estão no primeiro caso. Alem do incommodo que ellas nos causam, da acção irritante que exercem sobre nossas vias aereas superiores, agindo mecanicamente sobre a mucosa, e dos microbios que podem vehicular, attribue-se-lhes ainda essa propriedade. Os gazes, os vapores e a humidade athmosphericas estão no segundo caso.

Experiencias feitas por Mme. e M. Vallot, entre Chamonix e Montenvers mostraram que a acção da luz sobre a mistura ácido oxalico-chlorureto ferrico é duas vezes mais rapida em Montanvers que em Chamonix, para uma differença de nivel de 1.100 mts. Isso em virtude da absorpção das radiações actinicas. O menor accrescimo de vapor d'agua na athmosphera augmentava enormemente essa absorpção, e identico facto foi observado em relação a todos os corpusculos em suspensão na athmosphera.

Podemos então concluir que a intensidade chimica dos raios solares é bastante reduzida nos grandes centros, principalmente nos grandes centros industriaes, onde as poeiras e as fumaças e toda a sorte de gazes tornam plumbea a côr do céu e que é mais activa onde a athmosphera é limpida e o tempo secco.

Pasteur verificou que o ar das montanhas é mais pobre de germens que o ar das planicies e que, á medida que nos elevamos na athmosphera, mais energico é o poder actinico do Sol devido á menor quantidade de poeiras.

Ha, dest'arte, uma relação explicita entre a altitude, a latitude, as estações do anno e o poder actinico da luz solar.

Nogier, que muito contribuiu para o desenvolvimento dos estudos solares, procurou cuidadosamente estabelecer a relação que guarda a intensidade da radiação solar com a latitude e a altitude, chegando ás seguintes conclusões:

- 1ª) — A intensidade actinica cresce com a altura do Sol acima do horizonte; por esse motivo, todas as vezes que se quizer utilizar os efeitos chimicos da luz do Sol é conveniente procurar-se uma localidade tão meridional quanto possivel.(*)
- 2ª) — Devemos sempre evitar os grandes centros industriaes, cujas fumaças e poeiras reteem uma grande parte das radiações actinicas.
- 5ª) — A altitude é propicia ao aproveitamento da luz solar em virtude de maior pureza da athmosphera.

Alem dessas, tirou outras conclusões, que deixamos de mencionar por interessarem mais á heliotherapia.

Vem a pelo agora inferir duas objecções principaes que têm sido feitas ao poder actinico do Sol. A primeira é a que procurava dar ao calor solar papel preponderante nesses phenomenos hoje imputaveis exclusivamente ás irradiações actinicas.

Era natural. Invisiveis para nós até o dia em que os saes de prata vieram revelar a sua presença, era razoavel que todos os phenomenos dependentes dessas irradiações corressem por conta da luz e do calor emanados do Sol.

Não tardou muito, porem, para se demonstrar o contrario. Tm 1877 Downes e Blunt provaram a acção bactericida da luz, attribuindo esse poder aos raios chimicos, e eliminaram a hypothese de uma acção calorifica.

(*) Isso na Europa. A nós nos convem o Septentrião.

Forçoso é convir, entretanto, que si o calor não é causa eficiente não deixa de contribuir, como meio adjuvante, no problema de salubridade, porquanto a maior parte dos microbios têm uma temperatura optima que não raras vezes é de muito excedida.

A outra objecção sobreleva a anterior de importancia e interesse. Diz respeito á acção do oxigenio.

Roux e Duclaux foram os primeiros que puzeram em duvida a acção directa da luz e attribuiram as acções bactericidas ao desenvolvimento de oxigenio no seio dos meios de cultura.

Foi-lhes facil induzir esse resultado partindo da consideração de que as bacterias mantidas ao abrigo do ar, mesmo no vacuo, se conservavam por muito tempo. Para elles, os raios actinicos não actuavam, o mais das vezes, senão como excitantes para pôr em jogo as acções chimicas, e que a destruição microbiana se operava principalmente devido aos effeitos da agua oxigenada.

A theoria da oxidação, defendida por Marshall Ward, Dieudonné, era, assim, o factor intermediario entre a radiação luminosa e a destruição microbiana. Mas hoje se sabe de modo seguro que essa doutrina é mal fundada, porque a acção bactericida da luz se exerce mesmo no vacuo ou em presença de gazes inertes, dependendo apenas das condições da experiencia.

Mesmo assim, não se pode considerar indifferente a intervenção do oxigenio, como não se pode considerar inocua a acção do calor. Um e outro são pelo menos causas adjuvantes no complexos desses phenomenos.

Quanto aos que invocaram a formação da agua oxigenada sob a influencia dos raios actinicos foi facil mostrar-lhes o nenhum valor desse argumento, porque a quantidade produzida é insufficiente para provocar effeitos tão

rapidos como os observados sob o exclusivo influxo daquelles raios.

Alem disso, a irradiação durante longas horas sobre o meio de cultura, ou simplesmente sobre a agua, não impede o desenvolvimento ulterior das bacterias (Oudin e Zimmern).

Finalmente, aos que procuram conferir á osona papel primordial no desenrolar desses phenomenos, pode-se objectar que os liquidos influenciados pela luz ultra-violeta não dão á analyse senão traços indosaveis desse gaz.

Si todos esses assertos têm sido batidos em brecha, como então explicar o mecanismo intimo da acção bactericida da luz solar?

A hypothese de uma modificação do meio está hoje mais ou menos prejudicada, segundo acabamos de ver.

Ha tendencia para se admittir que os ultra-violetas actuam directamente sobre os microbios cujos protoplasmas os absorvem pondo em liberdade ions negativos que vão produzir uma carga electrica comparavel a dos raios alpha do radio ou então como diz Lénard, a perda de electricidade tem logar sob a forma de raios cathodicos com propriedades analogas aos produzidos nas empolas de Crookes. E' o phenomeno conhecido por effeito Hertz-Hallwachs.

Fechemos agora essas considerações preliminares, vendo a acção da luz sobre o homem.

E' innegavel, por verdadeira, a acção da luz sobre o homem, embora mal comprehendida no seu mecanismo intimo.

Nesse complexo de phenomenos, no seio dos quaes vivemos e dos quaes somos uma resultante, não é facil separar o papel que toca a cada um dos factores necessarios ás nossas funcções vitaes, e, muito menos, isolar a parte que cabe exclusivamente á luz. Porque, quando procuramos diminuir ou exagerar sua acção, intervêm condições novas que mascaram

os efeitos que lhe são inherentes, por acarretarem modificações variadas no organismo humano.

No entanto, ha uma porção de factos bem averiguados que nos attestam ser real, ao mesmo tempo que util, essa influencia.

Demais, dependente tudo como é, das irradiações do formoso astro do dia, não seria o homem, nesse concerto tão harmonico da natureza a excepção unica, elle que é a mais sublime obra da criação. Não, por certo. As relações existem, a dependencia é manifesta, embora nem sempre seja facil explical-a.

E' bem verdade que ha animaes, como ha plantas, que vivem nos profundos abysmos do oceano. Esses, parece, independem da luz, porque lá os raios do sol não attingem. Constituem, por isso, factos embaraçosos para a sciencia, pelo menos no estado actual dos nossos conhecimentos, mas pode ser que um dia, mais bem conhecidas as cousas, elles entrem na ordem commum.

Quanto ao homem, sabemos que toda vez que elle faz longas ausencias da luz logo o seu organismo se resente e se mostra séde de diversas perturbações. Tal o que se dá com os mineiros, os prisioneiros, os exploradores das regiões polares nas longas noutes de inverno.

E ha factos mais comesinhos, de observação corrente, que nos evidenciam a importancia da luz solar.

Comparemos, por exemplo, o excellente aspecto do camponez, que vive habitualmente em regiões inundadas de luz, com a palidez dos habitantes das cidades, principalmente dos que por pobreza de condição se vêm obrigados a viver em quarteirões insalubres, onde os raios do Sol quasi não penetram.

Notemos, comtudo, que ha aqui a concomitancia de outros factores taes como a miseria, privações de

toda natureza, soffrimentos physicos e moraes e muitas vezes os vicios. Mas, ainda assim, a luz tem parte importante porque os logares onde ella não tem accesso são, quasi sempre, frios e humidos.

Outros factores ha, do dominio da observação e da experimentação, que tambem comprovam a influencia da luz.

Haja vista, por exemplo, a amenorrhéa das noutes polares, a chlorose provocada pela privação da luz, o menor theor de hemoglobina do sangue das pessoas das cidades, comparativamente com as que vivem ao ar livre, nos campos, a baixa da tensão sanguinea nos mineiros.

Si ainda não bastassem argumentos dessa ordem poderiamos tambem invocar os maravilhosos effeitos da heliotherapia e da phototherapie. São factos que se vêm accumulando desde epocas muito recuadas e que cada vez mais se alicerçam na sciencia, ao passo e á medida que melhoram os nossos processos de investigação.

A luz, com os attributos que lhe são inherentes (calor, acções chimicas), é, pois, absolutamente indispensavel á vida, é mesmo, no dizer de Buchner, a assidua companheira da vida. Sem ella, a natureza seria morta, inanimada.

Já vimos que todas as energias que se desenvolvem na Terra têm sua origem no Sol, que tudo remonta ao Sol como fonte primeira, e que elle “é verdadeiramente o coração do organismo universal.”

Vimos tambem que elle subordina o movimento das aguas como dos ares, e o crescimento das plantas como dos animaes. Quer dizer, tudo na Terra depende delle, tudo delle promana, seja directa, seja indirectamente.

A luz torna-se assim uma condição indispensavel da existencia.

Sob o argumento de que ha cogumelos, peixes, repteis que vivem em completa obscuridade, alguns physiologistas (Gley, Hedon, etc.) não consideram a luz como uma condição geral da vida, tal como o calor. Porem nós não distinguimos a luz do calor, inseparaveis como são ellas no espectro solar. A menos que se considere a luz apenas como a impressão gerada na nossa retina por um certo numero de radiações espectraes. Mas, embora assim fosse, ainda poderíamos apresentar objecções bem serias áquelle argumento.

Haja vista, por exemplo, o seguinte facto que causou espanto aos naturalistas da corveta ingleza "Challenger," que fez em 1874 uma viagem scientifica ao redor do mundo: Certo dia a draga da "Challenger" retirou de uma profundidade de 3.600 metros duas especies de um genero novo de peixes, notaveis pelo desenvolvimento dos seus olhos.

Sondando outras regiões profundas do oceano, a mesma draga colheu e expoz aos olhos estupefactos dos naturalistas um grande numero de animaes e plantas de côres vivissimas, que viviam em logares de todo o sempre inacessiveis á luz.

São factos, deante dos quaes trabalha inutilmente a nossa imaginação.

O homem, embora o mais privilegiado dos seres da natureza, não chegou ainda a entender factos vulgares, de observação quotidiana, com os quaes tropeça a cada passo, como pode explicar esses mysterios do profundo dos mares, onde differem tanto das nossas as circumstancias do meio ?

Melhor será, pois, não crear excepções e acceitar não só o calor mas a luz como indispensavel á vida, porquanto, como dissemos linhas atraz, essas questões hoje tão contradictorias e tão embaraçosas para a sciencia poderão encontrar amanhã melhor explicação e assim, entrar na ordem natural das cousas.

Parte finalistica

Posta em relevo a importancia do Sol sob o ponto de vista da salubridade, infere-se que devemos fazer com que em todas as epochas do anno elle insole abundantemente as habitações e as ruas, maximé na estação fria em que por pouco tempo elle se conserva acima do horizonte.

Nessa epoca ainda um outro gravame se nota, que é o afastamento do Sol para o hemispherio Norte em busca do tropico de Cancer que elle attinge e descreve a 21 de Junho de cada anno.

Com o afastamento para o Norte, alem da maior espessura de athmosphera a atravessar ha tambem maior obliquidade dos raios solares ao tocar a Terra.

Eis porque durante o movimento de translação da Terra ha essa diversidade de exposição aos raios solares que traz como consequencia a alternativa das estações.

Essas e ainda outras circumstancias podemos observar verificando as passagens successivas do Sol no horisonte ou no meridiano no movimento annual que elle parece descrever em torno da Terra.

Para isso, comecemos a observar o levantar e o deitar do Sol no dia do equinoxio do Outomno, a 21 de Março; e seja

a circumferencia da fig. 2 o nosso horisonte, em cujo centro *C* nos supporemos collocados.

No dia do equinoxio veremos que o Sol se levanta precisamente no ponto Leste *L* do horisonte e se deita no ponto Oeste *O*.

Dia a dia, porem, elle vae nascendo em pontos *a*, *a'*, etc. e se deitando em pontos *b*, *b'*, etc., cada vez mais proximos do Norte *N*, até que em 21 de Junho elle parece se levantar em *A*, deitar-se em *B*.

Dahi por diante, após uma apparente parada, tem-se a impressão que o Sol retrocede, attingindo, em caminho inverso, os mesmos pontos anteriormente percorridos, até que, a 21 de Setembro, elle se levanta novamente no ponto *L* e se deita no ponto *O*.

No trimestre seguinte elle continua nessa marcha retrograda levantando-se nos pontos *c*, *c'*, etc., e deitando-se nos pontos *d*, *d'*, etc., cada vez mais proximos do polo Sul e, no dia 21 de Dezembro, elle se levanta em *M* e se deita em *N*, descrevendo nesse dia, em seu movimento apparente em torno da Terra, o tropico de Capricornio.

Em seguida, após uma ficticia parada, o Sol parece retroceder, passando em sentido opposto pelos mesmos pontos anteriormente percorridos, levantando-se e occultando-se em posições cada vez mais proximas de *L* e de *O*, até que a 21 de Março elle torna a se levantar em *L* e deitar-se em *O*, como um anno antes já o fizera.

Dahi em diante continua o seu movimento periodico annual, sempre o mesmo, levando assim, com mais intensidade, ora num, ora noutro hemispherio, o calor bemfazejo das suas radiações.

•Agora, de posse desses conhecimentos, podemos encarar mais detidamente o problema da insolação dos edificios, apresentando e discutindo, para o caso de Curitiba, as duas ques-

tões seguintes, igualmente importantes sob o ponto de vista hygiotechnico.

A primeira é saber quaes as partes de uma habitação mais bem insoladas afim de fazermos uma vantajosa distribuição das peças; a segunda é saber si o numero de horas-sol de cada comodo está dentro dos limites estabelecidos pela lei.

Praticamente é bastante observarmos a insolação no dia do solsticio do inverno, porque si nesse dia ella for sufficiente, sel-o-á nos demais dias do anno, melhorando, como melhoram dahi por diante, as circumstancias solares que a determinam.

Para isso acompanhemos as variações da sombra projectada por uma parede, situada na linha $L-O$, desde o equinoxio do outomno até ao solsticio do inverno. Seja (fig. 3) $ABCD$ a parede em questão.

Si fizéssemos esse estudo na linha equatorial veríamos que a 21 de Março o plano do paralelo descripto pelo Sol, que é o proprio plano do equador, seria perpendicular ao horizonte e os raios solares tangenciariam de um lado e de outro as faces da parede, não determinando sobre ellas insolação apreciavel.

Na nossa latitude, entretanto, onde o Sol jamais attinge o zenith, porque mais ao N. é que se encontra o tropico de Capricornio, naquelle dia em que elle nasce justamente em L e se occulta em O , a face N será illuminada emquanto o Sol se mantiver acima do horisonte, permanecendo a outra na sombra

E essa situação, de 21 de Março em diante, vae se aggravando cada vez mais, até ao dia do solsticio do inverno, em que a insolação da parede N se torna minima, e maxima a duração da sombra no paramento opposto.

Após o solsticio do inverno os factos vão se reproduzindo

em sentido contrario, diminuindo o periodo de sombra na face Sul e augmentando o numero de horas-sol na face Norte.

Continuando o seu movimento, em busca do tropico do Sul, elle passará a banhar com os seus raios a face até então na sombra, insolando egualmente a face *N* em periodos de tempos differentes.

E assim irão as cousas se passando, augmentando gradativamente a luz na face *S* até ao dia do solsticio do verão em que é maxima a insolação nessa face e minima no paramento voltado para o Norte.

Depois, novo retrocesso do Sol, já agora em direcção do polo Norte, até 21 de Março, em que cessa a illuminação do paramento Sul para, dahi por diante, n'um longo periodo de 6 mezes, não receber mais essa face nem uma restea de luz.

Si considerarmos agora a parede orientada numa direcção normal á primeira, isto é, segundo a meridiana, fig. 4, observaremos que a face voltada para o Oriente será insolada desde o nascer do Sol até a sua culminação, com projecção de sombra para o lado opposto, e que dahi por deante é a face occidental que é illuminada até o occaso do Sol.

Como o Sol, em virtude do movimento diurno, parece crescer cada dia um paralelo differente, infere-se que, muito embora varie para cada face o numero de horas de insolação, todas as duas serão sempre insoladas, quer se encontre o Sol no equinoxio, quer se encontre nos solsticios.

Nessas condições estamos vendo que ha, praticamente, disposições boas e disposições más dos eixos de uma habitação.

Escolher, deliberadamente, a orientação *N-S*, que assegura perenne insolação nas faces que se voltam para o Oriente e para o Occidente é roubar a face Sul aos beneficios dos raios solares num praso nada menos de 6 mezes.

E' acção microbicida que se perde, é humidade que se pro-

paga do sólo ás paredes do edificio e dahi ao ar da habitação, e finalmente, onde o frio do inverno já se faz sentir com bastante rigor, é calor que não se aproveita.

Não compensa, pois, fartura de Sol nas outras faces.

Nas cidades, infelizmente, onde o traçado das ruas voga ao sabor do acaso, é habitual encontrarmos orientações defeituosas.

Nalgumas os eixos das ruas seguem o meridiano, noutras ha ligeira inclinação, como por exemplo, Coritiba.

Nesses casos em que não ha fugir de uma disposição inconveniente, deve o architecto porfiar em dispor as peças em favoraveis condições de salubridade.

Assim, as peças principaes, onde maior é a nossa permanencia, taes como dormitorios, sala de estar, sala de jantar, devem estar situadas em posição que lhes assegure a acção do Sol, deixando-se a parte da sombra para as peças secundarias taes como cosinha, banheiro, deposito, etc.

Figuramos até agora o caso em que os eixos da casa se orientam segundo a meridiana e segundo a linha *L-O*. Mas, na verdade, entre esses extremos, todas as posições intermedias se podem encontrar.

Então, como a direcção *L-O* da parede é a menos favoravel á insolação, procuremos variar a sua posição no horizonte para vermos que effeitos poderemos obter.

Consideremos a epoca mais desfavoravel do anno — o solsticio do inverno — em que, já vimos, as más condições resultam da maior camada de atmosphera, da pequena altura do Sol, do tempo em que elle se mantem acima do horisonte (o menor dia do anno) e da grande obliquidade dos raios solares ao attingirem a Terra.

Notaremos então que nesse dia o paramento Sul da parede

ficará na sombra, qualquer que seja a posição que occupe entre as posições extremas *ME* e *MA*.

Entretanto, á medida que a sua inclinação sobre a linha *EO* vae se approximando da amplitude que o Sol tem ao nascer, 26° em Coritiba, o periodo total de sombra durante o anno vae cada vez mais se tornando menor, passando então de 6 mezes na posição *ME* para um dia, na posição *MA* (fig. 5).

Dahi por diante a insolação se intensifica gradativamente nas 2 faces de tal sorte que si tomarmos uma posição tal como *MC* a insolação se fará em qualquer epoca do anno.

Oque acabamos de dizer em relação ao quadrante *NE* se applica inteiramente ao quadrante *NO*. Assim, toda parede projectada dentro do angulo *BMO* não receberá Sol na face Sul no dia do solsticio do inverno, e a duração da sombra será de um dia, na posição *BM*, e de 6 mezes na posição *OM*.

Passando agora aos quadrantes do Sul as mesmas observações teremos que fazer.

Como a amplitude orthiva é igual á amplitude occaso, as paredes que se projectarem dentro dos angulos *EMB'* e *OMA'* terão a face Sul com sombra de um dia nas posições *MB'* e *MA'*, e de 6 mezes nas posições *ME* e *MO* concordando essas ultimas direcções com o que vimos relativamente aos quadrantes do Norte. Por esse motivo é que se deu ao angulo *AMB'*, ou ao seu opposto *BMA'*, o nome de angulo de insolação nulla (Alexandre de Albuquerque).

Fugindo desse angulo, qualquer que seja a projecção da parede para as restantes porções dos quadrantes do Norte ou do Sul haverá naquella posição critica do Sol, insolação nas duas faces da parede, e o numero de horas-sol irá então augmentando á medida que o ponto movel se approximar de N. ou de S.

Feitas essas considerações a proposito das paredes isoladas

passemos a examinar o problema da sombra projectada por um cubo de alvenaria de um metro de aresta, por occasião dos solstícios e dos equinoxios.

Para isso, acompanhemos as passagens successivas do Sol no meridiano no movimento que elle parece descrever em torno da Terra.

Seja, (fig. 6) PP' a linha dos polos, EE' o equador e Z o zenith.

Iniciemos as nossas observações no dia do equinoxio do outono. Já vimos que nesse dia o Sol nasce precisamente no ponto Leste e se occulta no ponto Oeste, de sorte que a linha que elle descreve é o proprio equador.

A' proporção, entretanto, que o Sol avança para o Norte, a sua altura vae diminuindo e elle então cortará o meridiano em pontos a , a' , etc., cada vez mais afastados do pólo elevado até attingir a altura K por occasião do solsticio de Junho.

Confrontando agora essa figura com o que nos mostra o movimento do Sol no horizonte, comprehenderemos melhor as razões porque no dia 21 de Junho elle nos é de toda sorte desfavoravel.

De 21 de Junho em diante, o Sol, no seu regresso para o equador, vae atravessando o meridiano nos pontos b , b' , etc., cada vez mais proximos do ponto E até que no equinoxio da primavera elle descreve novamente o equador, como já o fizera 6 mezes antes por occasião do equinoxio do outomno.

Em seguida elle vae se afastando do equador, e como sua altura EN continua a augmentar elle vae atravessando o meridiano em pontos taes como c , c' , etc., cada vez mais proximos do pólo Sul, até attingir o ponto D por occasião do solsticio do verão.

Depois, sem alcançar o zenith, a altura do Sol começa de novo a diminuir e os parallellos que elle apparentemente des-

creve vão cortando o meridiano em pontos cada vez mais proximos do equador que elle percorre outra vez a 21 de Março, depois de um anno decorrido.

E assim vae se reproduzindo o mesmo phenomeno num cyclo sem fim.

Isto posto, vejamos a marcha das sombras proprias e projectadas, nas differentes phases do anno, por um cubo de alvenaria de um metro de aresta.

As conclusões serão perfeitamente assimilaveis aos edificios no tocante ao assoalhamento de suas faces.

Começemos as nossas observações no equinoxio da primavera. Sabemos que nessa occasião a altura do Sol está em marcha crescente e que elle se dirige ao rumo polo Sul.

No dia do equinoxio, então, visto que o Sol percorre o equador, haverá sombras proprias nas faces Sul e Oeste e projectadas nas mesmas direcções, desde o nascer até a culminação do astro.

Ao meio dia haverá apenas sombra meridiana, na face e na direcção Sul, portanto, e á tarde teremos sombra propria nas faces Sul e Leste e projectadas nas mesmas direcções (fig. 7).

O Sol continuando o seu percurso para o Sul, do dia immediato ao equinoxio de Setembro até ao solsticio do verão, as sombras que elle determina vão se tornando cada vez menores, em virtude de sua maior altura e observaremos então as seguintes modificações (fig. 8):

Do nascer ao meio dia sombras proprias nas faces Norte e Oeste e projectadas nas mesmas direcções; ao meio dia sombras meridianas na face e direcção Sul; á tarde novamente sombras propria e projectada para o Norte e sombras propria e projectada na face Leste.

No dia do solsticio do verão o Sol abandona o tropico de Capricornio em busca do equador e como que retrocede em

sua marcha; por isso é natural que as sombras se reproduzam na mesma ordem em que foram observadas, porem em sentido inverso.

Como a sua altura se torna cada vez menor as sombras projectadas se tornam cada vez maiores e no dia do equinoxio observaremos o seguinte (fig. 9): pela manhã sombras proprias e projectadas para o Occidente e Sul; meio dia, sombras meridianas; á tarde sombras propria e projectada para Oriente e Sul.

Do equinoxio de Março ao solsticio de Junho a mesma disposição de sombra se observa, isto é, do nascer ao meio dia sombras proprias e projectadas para o Poente e Sul; ao meio dia sombras meridianas, e á tarde sombras proprias e projectadas para o Nascente e Sul.

Esses resultados combinam com os já observados relativamente a paredes isoladas. Do exame desses graphicos se conclue, mais uma vez, que as paredes voltadas para o Sul, na disposição referida, passam um longo periodo de tempo na sombra, ao passo que as voltadas para o Norte, em todas as epocas, qualquer que seja a estação, serão sempre insoladas, em periodo de tempo variavel, passando de um minimo, que se verifica no solsticio do verão, a um maximo no solsticio do inverno.

Imprimamos agora aos cubos uma rotação, por exemplo, de 45°, em torno de uma das arestas da base, e então veremos como se torna evidente sob o ponto de vista da salubridade, essa questão, na apparencia tão sem importancia, da disposição dos eixos de uma habitação.

Observaremos que, de solsticio a solsticio, isto é, qualquer que seja a estação considerada, as faces do cubo serão sufficientemente insoladas.

Assim, teremos, nos equinoxios de Setembro e Março, in-

solação nas faces de *NE* e *SE* pela manhã, desde o nascer do Sol até que o seu azimuth seja de 45° .

Dahi por deante passarão a receber os raios do Sol as faces de *NE* e *NO* até que o azimuth do astro atinja 135° , porque desse momento até ao occaso do Sol serão insoladas as faces *NO* e *SO* (fig. 11 e 13).

Nos solstícios encontramos pequenas modificações. No de Dezembro o Sol banhará pela manhã as faces do *NE* e *SE*, mais demoradamente que nos equinoxios, não só porque o dia é maior como porque é maxima a declinação.

Ao meio dia serão insoladas as faces *NE* e *NO* e á tarde as de *NO* e *SO*. No solsticio do inverno, fig. 14, o Sol está no outro extremo da sua trajectoria sendo pequenas a sua altura e a sua permanencia acima do horizonte; dahi o termos o menor dia do anno e as maiores sombras projectadas.

Pela manhã haverá insolação nas faces *SE* e *NE*; ao meio dia nas faces *NE* e *NO* e á tarde nas faces *NO* e *SO*.

Antes, porem, do meio dia a face *NO* já é insolada, como depois do meio dia a face *NE* ainda recebe Sol.

Si envez desse conhecimento superficial da insolação das faces de uma parede quizermos saber, nas variadas posições que ella pode assumir, o numero exacto de horas de exposição aos raios solares, nas diversas epochas do anno, basta considerarmos o movimento espherico diario.

A theoria desse movimento, na parte referente ao caso solar, fornece-nos os elementos essenciaes á construcção de um diagramma que nos permittirá rapidamente dar para cada face, a duração do tempo em que o Sol a attinge, e, para cada dia, o numero de horas em que o Sol se mantem acima do horizonte.

E', assim, que, combinando as duas series de observações solares no plano do horizonte e do meridiano, conseguiremos,

ás expensas da analyse elementar, obter uma formula geral propicia á determinação daquelles elementos quando forem conhecidos a latitude do lugar, a declinação do Sol, o seu arco diurno e, finalmente, o angulo que o plano vertical da parede forma com o primeiro meridiano.

A equação que conduz a essa formula é uma equação do 2º grão e a incognita o angulo horario, referido ao meridiano superior, correspondente ao momento em que a insolação passa de uma face da parede á outra.

Applicando ao caso de Curitiba, é sufficiente o conhecimento dos angulos horarios relativos aos dias 21 de cada mez, após o que, por um calculo simples, consegue-se determinar o numero de horas de insolação.

Desde então facil se torna a construcção do graphico correspondente.

Para isso toma-se um systema de eixos plano, rectilíneo e orthogonal, e faz-se coincidir a origem com o dia do solstício do verão, approximadamente 21 de Dezembro.

Ao longo do eixo das abcissas marcam-se, numa escala conveniente, os dias 21 de cada mez, e sobre o eixo das ordenadas distancias eguaes representativas das horas de insolação.

Uma vez obtidos os valores correspondentes á insolação de cada face marcam-se, por meio de suas coordenadas, os diversos pontos, que, ligados entre si nos dão a curva de insolação dessa face.

No graphico, fig. 15(*), foram escolhidas as orientações *NS*, *LO*, *NE-SO*, *NE-SSO*, *ENE-OSO*, por serem as mais importantes e de interesse pratico.

Para se conhecer, por meio d'elle, o numero de horas de

(*) Feito em collaboração com o Dr. Plinio A. Monteiro Tourinho, Director da Faculdade de Engenharia do Paraná e profecto professor de Astronomia na mesma Faculdade.

insolação que uma parede de orientação conhecida recebe numa determinada epoca do anno, basta se ler, nas curvas correspondentes a essa orientação, a ordenada de cada uma de suas faces.

Assim, si quizermos saber qual o numero de horas de insolação de uma parede vertical orientada na direcção *LO*, no dia 21 de Dezembro, procuraremos, ao longo do eixo dos *X*, a ordenada desse dia que percorremos até ao ponto de encontro com as curvas correspondentes aos dous paramentos do muro.

O ponto de intersecção com a curva *LO_n* nos dará as horas de insolação da face Norte e o ponto de intersecção com a curva *LO_s* a insolação da face voltada para o Sul, ou sejam, respectivamente 3h.20m. e 10h.16m. Tal facto está de accordo com o que a simples observação nos podia fornecer.

Realmente, nesse dia, o maior do anno, o Sol attinge e descreve o tropico de Capricornio; portanto, para a nossa Cidade, cujo zenith elle não alcança, nessa posição extrema de sua orbita, ao contrario do que ocorre com as cidades do Rio e S. Paulo, elle ainda insola a face *N*, embora num periodo de tempo relativamente pequeno — 3h.20m.

O mesmo graphico ainda indica que as paredes orientadas segundo a meridiana têm as suas faces igualmente insoladas, o que assim deve ser, porquanto o meridiano é, no movimento diurno, um plano de symetria, valendo-lhe, por isso, a denominação de circulo do meio dia porque tambem é conhecido.

Para as demais orientações os insolamentos são desiguaes, accentuando-se essa desigualdade á medida que o plano da parede se approxima do primeiro vertical, em cuja posição a differença é maxima, visto que, no intervallo dos equinoxios, a face Sul da parede nenhuma insolação recebe.

Nas paredes dispostas segundo as direcções *NE-SO* ou *NO-SE* e *NNE-SSO* ou *NNO-SSE*, nas condições as mais desfavoraveis (solsticio do inverno) as differenças de inso-

lação variam, como se pode verificar pelo graphico, de 5h.54m. para o primeiro caso a 2h.22m. para o segundo.

Dos confrontos apresentados concluimos que, para effeito de uma efficiente insolação, os eixos principaes dos edificios devem ser locados dentro dos sectores *NNE-SSO* ou *NNO-SSE*, onde é minima a differença de insolamento.

Insolação interior

Até aqui temos considerado a insolação exterior dos edificios, que é util e necessaria sob todos os aspectos mormente si considerarmos que a insolação interior della depende.

Porem a insolação interior é de maxima importancia porque ella coopera efficazmente na conservação das condições hygienicas da habitação que a presença do homem tende a alterar.

E assim, em vez de defender o homem contra as modalidades metereologicas, que é esse o seu intuito evidente, a habitação pode exercer acções restrictivas sobre os agentes naturaes de salubridade, creando obices graves ao exercicio normal das nossas funcções e á mantença do organismo em condições saudaveis.

Essa restricção resulta seja da adopção de uma viciosa disposição interior, seja dos processos de construcção ou seja das acções exteriores.

O Sol inundando com os seus raios a habitação e o sólo que o cerca exerce o seu poder altamente esterilisante sobre tudo que nelles se encontra e sobre o ar que respiramos, sobre os bolores, fermentos, germens, poeiras, etc.

Por isso, nunca é demais exaltar o seu poder e encarecer a sua necessidade si elle resguarda a nossa vida contra tantas

influencias maleficas saneando o meio cosmico sob cuja acção fatal e indeclinavel vive o homem.

E a nossa legislação, como de resto a de toda parte, dispondo sobre a largura das ruas, altura dos edificios, pateos interiores, vãos na alvenaria, pés direitos, superficies de pisos, etc. nada mais pretende que vir em auxilio dessa poderosa força natural impedindo que seja restricta a sua acção saneadora.

No interior das habitações o Sol tem accesso habitualmente pelos vãos deixados na alvenaria, e, dentre elles, por ser o unico preposto a esse fim, temos a janella.

A superficie do muro a tornar-se diaphana aos raios solares é função seja da superficie, seja do volume da peça a illuminar.

A extensão superficial das janellas se calcula á razão de um quinto ($1/5$) da area a illuminar ou então na proporção de um metro quadrado para cada 35 metros cubicos de volume.

Vê-se assim que as janellas são proporcionadas não com as fachadas nas quaes se abrem, mas com as peças que ellas illuminam.

Conhecida a superficie total illuminante ella é repartida n'um determinado numero de janellas, adoptando, segundo os casos, poucas janellas, porem largas, ou janellas estreitas e multiplicadas. Uma sala profunda exige janellas altas ao mesmo tempo que largas, ao passo que uma galeria ficará mais bem illuminada com janellas estreitas e approximadas.

Nem toda a superficie da janella é aproveitada na insolação da peça. A penetração do facho solar depende não só da posição da abertura como da altura do Sol sobre o horizonte.

Ha o obstaculo das peças de madeira que constituem a esquadria, que diminuem mais ou menos de 30% a superficie util das janellas e ha tambem a relativa opacidade dos vidros que podem reduzir de 5 a 80% o seu poder illuminante.

Admittindo as condições das vidraças communs o prisma de luz que penetra na habitação será, para uma mesma hora, tanto maior quanto mais inclinados forem os raios solares sobre o plano da janella, verificando-se o maximo quando os raios incidirem orthogonalmente, e o minimo quando forem parallelos áquelle plano.

A posição do Sol acima do horizonte tambem muito influe sobre o aproveitamento dos seus raios no insolaimento interior dos edificios. O maximo effeito se obteria com o Sol no horizonte, si os seus raios não fossem grandemente absorvidos pela athmosphera que elles atravessam sob grande obliquidade, dando-se o minimo quando o astro attinge o plano vertical da janella, porque, então, os seus raios se tornam parallelos ao paramento do muro.

Dahi se conclue, pois, que a verga das janellas deve estar situada bem alto e o peitoril o mais baixo possivel.

Quanto á maior ou menor obliquidade dos raios solares sobre o plano da abertura, que torna maior ou menor a insolação interior, só temos um recurso para tornar **efficiente a insolação**, que é augmentar o numero ou a superficie das janellas.

O modo de se fazer esse augmento não pode ser arbitrario. E' preciso conhecermos preliminarmente qual a quantidade de sol que entra por um vão de secção determinada, suppondo variavel o angulo de incidencia, considerando-se, não a secção obliqua que o feixe luminoso soffre ao atravessar a janella, o que viria falsear os resultados, mas a respectiva secção recta.

O calculo dessa secção, do dominio da Geometria Descritiva ou da analyse elementar, é feito levando-se em conta a posição do Sol no plano do horizonte e do meridiano no dia do solsticio do inverno.

O quadro n. 1 foi calculado suppondo o vão da janella de um metro de largura por um metro de altura, para a lati-

tude de Coritiba, nas diversas orientações da rosa dos ventos.

Por meio d'elle podemos comparar janellas á mesma hora do dia. Assim, uma abertura voltada para o *NE*, deixa, ás 11 horas, penetrar no aposento quantidade de sol dupla da que penetraria si a abertura, de area igual, estivesse voltada para o *NO*.

Para que tivéssemos egualdade de insolamento pelos dous vãos seria necessario, pois, tornar a área illuminante do segundo dupla da do primeiro.

A comparação de superficie de janellas em horas differentes não pode mais ser feita com os mesmos numeros, porque, de uma hora para outra, crescendo a altura do Sol sobre o horizonte, tornam-se menores as camadas de athmosphera que os seus raios têm que atravessar, variando os effeitos em sentido inverso.

A's 7 horas da manhã, por exemplo, no dia do solsticio do inverno uma abertura de um metro por um metro, voltada para *NNE*, deixa penetrar no aposento quasi a mesma quantidade de Sol que passa por uma abertura igual, voltada para o *N*, ao meio dia.

No entanto os effeitos não são os mesmos, evidentemente.

Pela manhã, quanto mais proximo o Sol do horizonte, maior a camada de athmosphera que seus raios têm que vencer para attingir a Terra; e, nessa travessia grande é a absorpção delles, principalmente na porção violeta do espectro.

Por isso o Sol do inverno é muito mais frio que no verão e menos brilhante.

Para tornarmos comparaveis os effeitos devemos, então, conhecer qual a redução que soffre a intensidade calorifica dos raios do Sol tendo em vista a absorpção por parte da athmosphera, e, depois, reduzil-os ao zenith para termos uma unica referencia.

Secção recta do prisma de luz e valor da insolação reduzida ao
zenith no dia do solsticio do inverno para janella de 1^m X 1^m

Latitude de Curitiba

Orientações	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
SE	0.3004 0.0199	0.1740 0.0774	0.0238 0.0161								
E SE	0.6422 0.0424	0.5211 0.2318	0.3905 0.2647	0.1702 0.1345							
E	0.8862 0.0586	0.7945 0.3534	0.6488 0.4398	0.4587 0.3626	0.2376 0.2001						
ENE	0.9952 0.0658	0.9469 0.4212	0.8435 0.5717	0.6918 0.5469	0.5025 0.4253	0.2882 0.2481	0.0637 0.0539				
NE	0.9528 0.0630	0.9551 0.4248	0.9098 0.6167	0.8196 0.6479	0.6911 0.5749	0.5326 0.4583	0.3552 0.3006	0.1709 0.1351			
NNE	0.7653 0.0506	0.8180 0.3638	0.8376 0.5077	0.8226 0.6503	0.7743 0.6554	0.6959 0.5960	0.5925 0.5015	0.4716 0.3708	0.3411 0.2312	0.2099 0.0934	0.0870 0.0026
N	0.4613 0.0305	0.5563 0.2474	0.6379 0.4324	0.7004 0.5537	0.7398 0.6262	0.7532 0.6483	0.7398 0.6262	0.7004 0.5537	0.6379 0.4324	0.5563 0.2474	0.4613 0.0305
NNO	0.0870 0.0026	0.2099 0.0934	0.3411 0.2312	0.4716 0.3708	0.5925 0.5015	0.6959 0.5960	0.7743 0.6555	0.8226 0.6503	0.8376 0.5077	0.8180 0.3638	0.7653 0.0506
NO				0.1709 0.1351	0.3552 0.3006	0.5326 0.4583	0.6911 0.5749	0.8196 0.6479	0.9098 0.6167	0.9551 0.4248	0.9528 0.0630
ONO					0.0637 0.0539	0.2882 0.2481	0.5025 0.4253	0.5918 0.5469	0.8435 0.5717	0.9469 0.4212	0.9952 0.0658
O							0.2376 0.2001	0.4587 0.3626	0.6488 0.4398	0.7945 0.3534	0.8862 0.0586
OSO								0.1702 0.1345	0.3905 0.2647	0.5211 0.2318	0.6422 0.0424
SO									0.0238 0.0161	0.1740 0.0774	0.3004 0.0199

Quadro N. 1

O valor da insolação fica dependendo da absorpção ou perda de calor, que Pouillet avalia em $\frac{3}{4}$, e é dado pela formula

$$Aae$$

onde

$A = 6^{\circ}72C$, constante solar correspondente a 1,7633 pequenas calorías, ou seja a quantidade de calor que o Sol envia normalmente, durante 1 minuto, sobre uma superficie de 1 centimetro quadrado.

$a = 0,75$, constante athmospherica.

$e =$ espessura da camada athmospherica, considerada igual á unidade no zenith e igual a 1 centesimo do raio terrestre.

A reducção ao zenith consiste em se considerar a intensidade calorifica igual á unidade, suppondo-se o Sol no zenith, e comparar com ella a intensidade dos raios solares nas diversas horas do dia.

Assim procedendo obtivemos os numeros inferiores de cada pauta do quadro n. 1, os quaes, por serem todos da mesma natureza, nos permitem comparar o effeito do Sol através de janellas collocadas em orientações diversas, em horas tambem diversas.

Si quizermos, por exemplo, conhecer a relação, quanto aos effeitos do Sol, entre duas janellas, uma voltada para *SE* e a outra para *ONO*, respectivamente ás 8h. e ás 13h., procuraremos, no quadro referido, nas orientações e horas desejadas, os valores já reduzidos ao zenith, e obteremos 0,0774 e 0,4253.

Quer isto dizer que a abertura voltada para *SE* deve ter uma superficie, approximadamente, seis vezes maior que a primeira, para que, naquellas horas, sejam equiparados os effeitos dos raios solares.

O quadro n. 1 nos faz conhecer o effeito isolado que o Sol exerce sobre um aposento através de uma janella de orientação determinada. Para julgarmos do effeito continuado que

elle exerce uma, duas ou mais horas do dia, lançamos mão do graphico da fig. 16, construido, tomando-se como ordenadas os valores de insolação reduzidos ao zenith e como abscissas os tempos.

O contorno polygonal delimitado dá-nos, no limite, uma curva continua, na hypothese dos tempos serem muito approximados, que nos mostra claramente o effeito total transmitido através da janella durante o tempo que ella recebe o Sol.

Na impossibilidade de avaliar algebricamente essa curva, cuja equação ainda não foi estabelecida, podemos resolver approximadamente o problema medindo a area comprehendida entre a curva e o eixo das abscissas, por qualquer dos processos que a Geometria nos põe ao alcance.

O exame desse graphico, como de resto o calculo das areas respectivas nelle consignadas, nos mostra que as aberturas voltadas para o Norte, no dia do solsticio do inverno, recebem mais sol que as aberturas de *L*, *O*, *SE* e *SO* juntas, suppondo-se o ceu limpido e sem nuvens.

Essas areas representam o numero de horas-sol (Atkinson) que passam atravez das aberturas consideradas naquellas orientações no decurso do dia.

Por meio dellas podemos resolver questões de grande interesse pratico.

Seja, por exemplo, determinar a area illuminante de uma peça, dispondo de aberturas apenas para o *N.E.*, com 40,m2 de superficie de piso, admittindo-se um minimo de 3 horas de insolação.

A superficie minima, nas peças principaes, sendo de 10 metros quadrados, a área illuminante, de accrdto com o que dissenos linhas atrás, será de 2 metros quadrados, ou sejam 6 horas-sol a quantidade minima para que a insolação seja perfeita.

A superficie da peça tendo 40,m2 exigirá um total de 24 horas-sol.

As janellas que se abrem no paramento de *NE*, deitam 3,118 horas-sol por metro quadrado; portanto, para termos as 24 horas-sol requeridas necessitamos de uma superficie illuminante de 7,69 metros quadrados, ou 8,m2 em numeros redondos.

Esses assumptos não entraram ainda de todo no dominio da pratica, mas a nossa lei sanitaria já cogitou delles fixando aquelle minimo que serviu de base ao nosso calculo.

O nosso paiz, extendendo-se tanto no sentido da profundidade não pode ser regido por uma norma unica, dada a preponderante influencia que exerce a latitude sobre os effeitos do Sol.

Por isso as soluções não poderão ser as mesmas no Norte como no Sul. E' de se esperar, pois, que a lei soffra molificações para cada caso concreto afim de não se tornar lettra morta por inexequivel, quando não prejudicial.

Largura das ruas e altura dos edificios

O graphico da fig. 15 foi construido na supposição de ter o edificio, de todos os lados, um horizonte amplo; nas cidades isso não se verifica habitualmente porque os predios prejudicam com as sombras projectadas os que lhe são contiguos ou fronteiros.

Dahi a necessidade evidente de se levar em consideração não só as distancias que os predios devem guardar uns dos outros, como a altura dos edificios tendo em vista a largura das ruas.

Quanto á distancia que um edificio deve guardar do que lhe é contiguo praticamente é medida irrealisavel nas grandes cidades, por motivos facéis de comprehender, podendo-se, entretanto, na abertura de novas ruas dispor os seus eixos de tal modo que, na epoca mais desfavoravel do anno, a projecção de sombra pelos edificios fronteiros não impeça as habitações de receberem, na medida das necessidades, o Sol a que têm direito.

A quantidade de luz solar recebida pelas paredes é variavel de uma face á outra no decorrer do anno, pois depende da orientação da rua e da altura dos edificios, podendo mesmo se observar o seu não insolamento, como ocorre com a face Sul das paredes orientadas segundo a linha *LO*.

Para que não se verifiquem esses inconvenientes, aliás bem desagradáveis na estação fria, ha dous recursos a adoptar: o primeiro é orientar as ruas de modo que seus eixos fiquem dentro dos sectores *NNE-SSO* ou *NNO-SSE*; e o segundo é fixar a altura dos edificios em funcção da largura das ruas.

A formula que traduz essa relação deriva da theoria do movimento solar, observando-se a variação da sombra projectada por um estilete vertical para uma dada direcção da rua, tendo em vista a inclinação dos raios solares e o valor do arco diurno do Sol.

Como exemplo consideremos as orientações *NS*, *LO* e *NE-SO*.

Para as ruas orientadas segundo a meridiana, o calculo da fórmula citada nos dá, sendo *l* a largura das ruas e *h* a altura dos edificios, para uma insolação de 2 horas:

$$\frac{l}{h} = 0.718$$

O diagramma da fig. 15 assignala, para o dia 21 de Junho, naquella orientação, para qualquer dos paramentos do muro, a insolação de 5h.12m. Como a formula foi instituida considerando-se a sombra projectada pelos edificios de um lado da rua sobre os do outro, segue-se que as fachadas voltadas para o Nascente começam a ser insoladas ás 10h. da manhã, deixando de sel-o ás 12h., enquanto que as fachadas do Poente recebem o Sol das 12 ás 14 horas.

Para as ruas orientadas na direcção *LO* a relação é a seguinte:

$$\frac{l}{h} = 1.29$$

A face Sul não sendo insolada, a do Norte deveria, si não houvesse obstaculo, receber a insolação total de 10h.27m., mas,

nas condições referidas, receberá o Sol durante 4 horas, sendo 2h. pela manhã, das 10h. ás 12h., e 2h. á tarde, das 12h. ás 14h. Para as ruas orientadas na direcção *NE-SO*, admittindo-se 1h. de insolação para a face menos favorecida, tem-se:

$$\frac{1}{h} = 0.57$$

Como nessa direcção a face voltada para *SE* tem de insolação total 2h.12m. e a de *NO* 8h.15m., no dia do solstício do inverno, a primeira face será insolada de 7h.56m. ás 8h.56m. e a outra de 8h.56m. em diante, num espaço de tempo superior a 2 horas.

Do exposto concluimos:

- 1º) — A orientação das ruas e, portanto, dos edificios deve obedecer ao problema da insolação;
- 2º) — Os eixos principaes dos edificios devem cahir dentro dos sectores *NNE-SSO* e *NNO-SSE*;
- 3º) — A altura dos edificios deve subordinar-se á largura das ruas.

Adoptando-se esse criterio tira-se o maximo proveito da luz solar, que, no dizer de Duclaux, é o agente de saneamento ao mesmo tempo o mais universal, o mais activo e o mais economico de que se pode valer a hygiene publica ou particular.

Visto.

Secretaria da Faculdade de Medicina do Paraná, 23 de Novembro de 1926.

DR. OCTAVIO SILVEIRA.

Secretario.

Obras consultadas

C. Flammarion	Astronomie populaire
F. C. Dreyfus	L' evolution des mondes et des sociétés
C. Nordmann	Le royaume des cieux
Sebastião Alves	Noções de Astronomia
M. Moitessier	La lumière
Arnould	Hygiène
P. Oudin et Zimmern	Radiothérapie
Saidman	Les rayons ultra-violetés en therapeutique
D. Spataro	Archittetura Sanitaria
Dr. João Candido	Conferencia sobre o ar e o sol (Retrospecto)
Alexandre de Albuquerque	Conferencia sobre a insolação
Saturnino de Britto	Tracé sanitaire des villes
Domingos Cunha	Memoria sobre a insolação
L. Cloquet	Traité d' Architecture

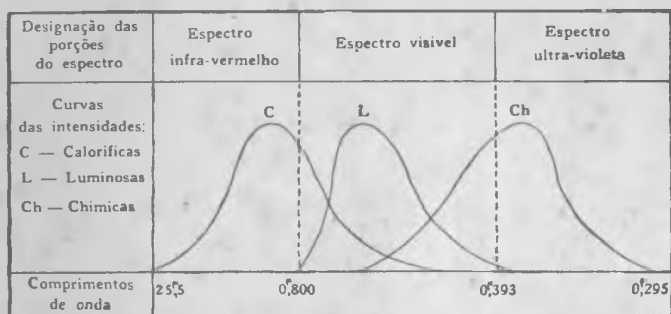


Fig. 1

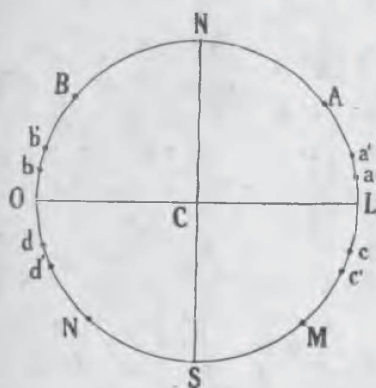


Fig. 2

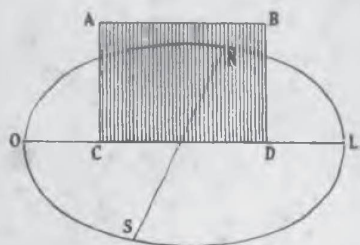


Fig. 3

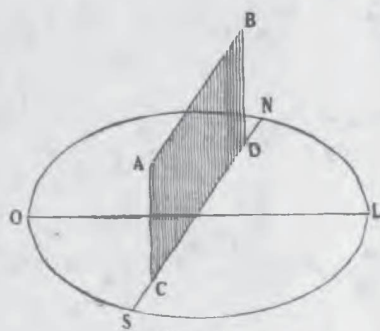


Fig. 4

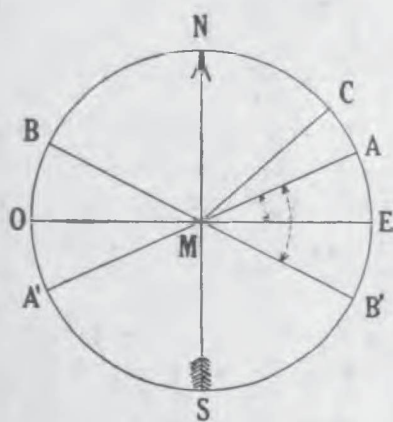


Fig. 5

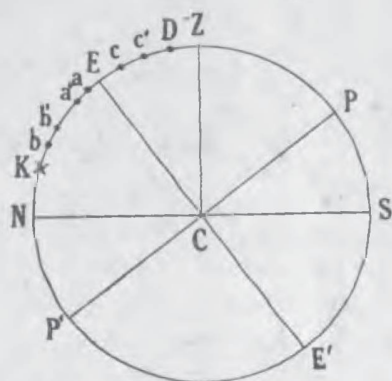


Fig. 6

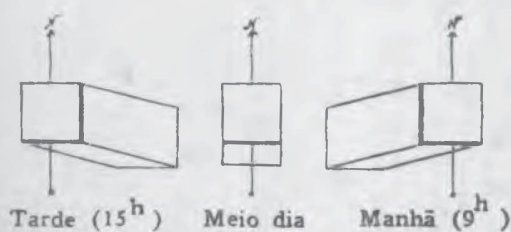


Fig. 7 — Equinoxio de Setembro.

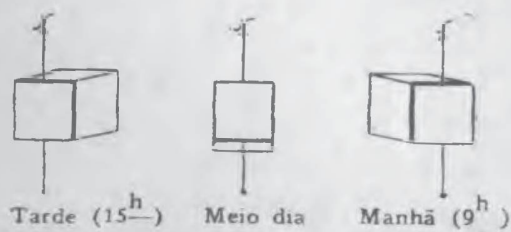


Fig. 8 — Solstício de Dezembro.

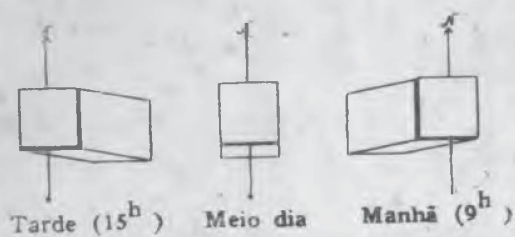


Fig. 9 — Equinoxio de Março

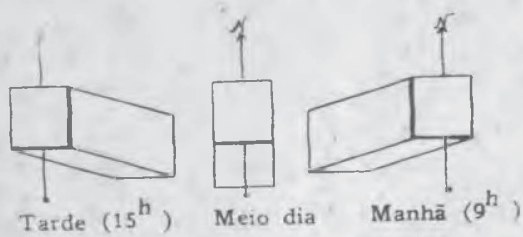


Fig. 10 — Solsticio de Junho

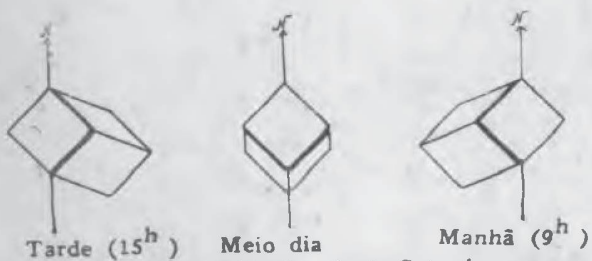


Fig. 11 — Equinoxio de Setembro

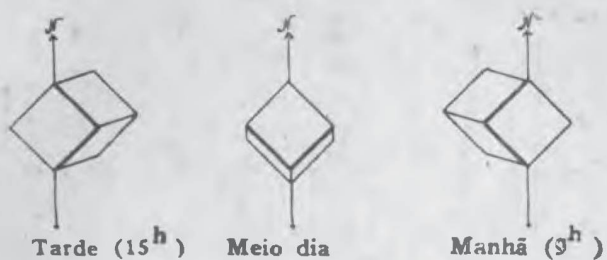


Fig. 12 — Solstício de Dezembro

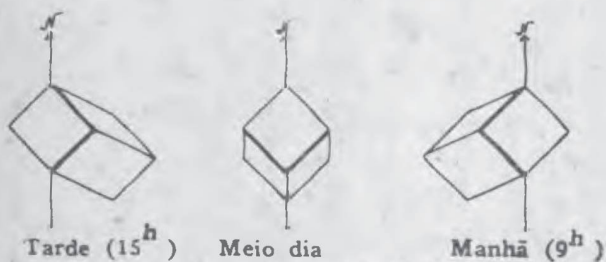


Fig. 13 — Equinoxio de Março

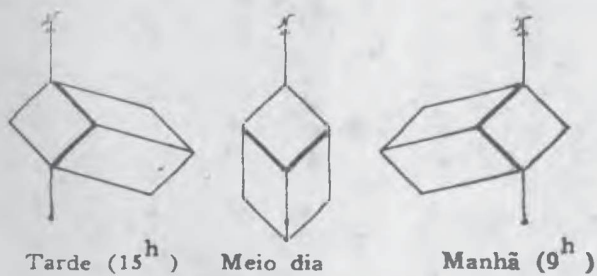


Fig. 14 — Equinoxio de Junho

Diagramma da insolação na latitude de Curitiba, 25° 25' S

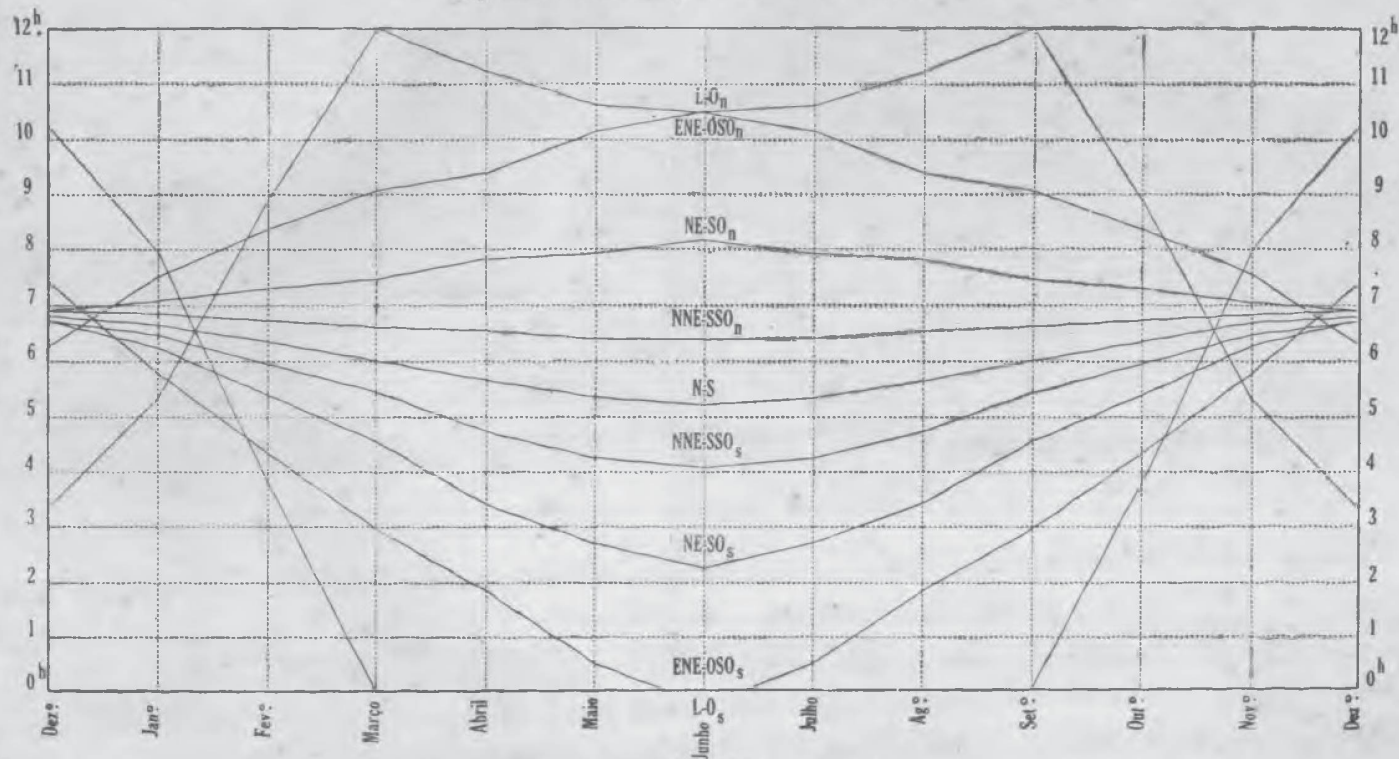


Fig. 15

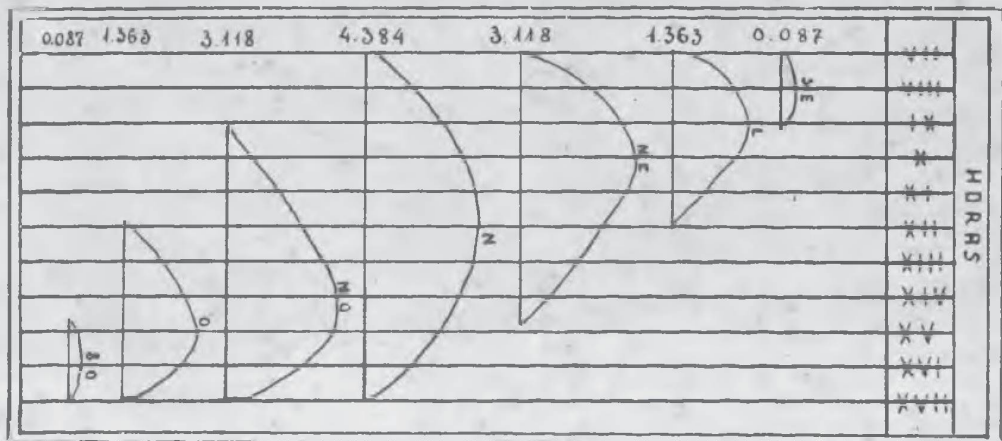


Fig. 16

Errata

<i>Pagina</i>	<i>Linha</i>	<i>Onde se lê</i>	<i>Leia-se</i>
13	7	para se tornarem nullas	para se tornarem quasi nullas
14	20	de salubridade	da salubridade
14	28	só têm	só tem
19	19	inferir	referir
19	29	Tm	Em
20	3	de salubridade	da salubridade
32	13	dirige ao rumo	dirige rumo
35	6	quqe	que
35	31	profecto	profecto
41	12	qualquer	qualquer
48	2	ha dous recursos a adoptar	ha duas condições a satisfazer.
48	3	o primeiro	a primeira
48	4	o segundo	a segunda
23	5	factores	factos