



CARTA DE CONDICIONANTES AMBIENTAIS

PAULO MARCOS PAIVA DE OLIVEIRA, MRU
LACAM - Laboratório de Controle Ambiental
FAU - Universidade de Brasília
Campus Universitário - Brasília - DF
CEP 70910-900

RESUMO

Este trabalho mostra o desenvolvimento e proposição de Carta de Condicionantes Ambientais para a latitude de 16°S e longitude de 48°W, englobando as variáveis paisagens, percursos aparentes do sol, horas efetivas de sol, regime dos ventos, etc. Apresenta ainda um diagrama auxiliar da utilização da CCA e mostra sua aplicação num caso concreto.

ABSTRACT

This paper presents the design of a Environmental Conditionants Diagram to 16°S latitude and 48° longitude. It contain the variables landscape, apparent movement of the sun, effective sun hours, the regime of the winds and so for. Complementary diagram of its utilizations and its applications in a real site are also presented.

1.0 - INTRODUÇÃO

A determinação do controle climático visando o bem estar do homem, passa pela compreensão dos seus aspectos perceptivos, pelo conhecimento das condições ambientais do sítio para o qual se projeta e pela utilização de métodos e técnicas de projeção arquitetônica de sistemas ambientais que garantam a qualidade necessária ao desenvolvimento confortável das praticas sociais.

Na percepção humana do ambiente climático intervêm fatores físicos, fisiológicos e psicológicos (1). O homem troca calor com o meio segundo as leis da física, por condução/convecção e por radiação; produz calor, através do seu metabolismo basal e de atividades musculares, com o compromisso voluntário e/ou involuntário de manter certas condições fisiológicas que lhe permitam evitar, o stress ~ provocado por situações de desconforto higrotérmico.

O meio ambiente físico - a paisagem circundante, o sol, o clima regional - condicionam o ambiente arquitetônico a se manifestar atmosféricamente dentro de certas características perceptíveis ao homem, que nem sempre apresentam condições de conforto ambiental. O estudo dos elementos climáticos temperaturas, umidade, ventos, precipitações, etc., e de seus fatores condicionantes conduzem a identificação de determinadas formas de desempenho climático ou microclimático.

A ciência e a tecnologia ambiental tornam possível a otimização dos recursos do meio para propiciarem a máxima qualidade ambiental com o mínimo desperdício, podendo contribuir assim para a conservação de energia. A arquitetura que se utiliza dessa ciência e tecnologia - ambientalmente corretas - desde o início de sua concepção, e capaz de produzir assim edifícios realmente inteligentes (2), intervindo para

controlar as condições ambientais seja maximizando as condições propicias do sítio, seja minimizando as condições desfavoráveis (3).

A arquitetura, como um sistema de ambientes projetados para abrigarem o homem, é interposta então, entre esses e o meio ambiente pré-existente para controlar aquelas condições ambientais que de outro modo, se apresentariam inadequadas ao bem estar de cada indivíduo.

Como afirmam Koenigsberger et alli (1977), *Não é fácil compreender a natureza de um clima particular olhando simplesmente a vasta quantidade de dados publicados nos registros da estação meteorológica mais próxima. É necessário recortar, resumir e simplificar os dados disponíveis com referência aos objetivos e requisitos do desenho climático. Isto se realiza melhor adotando-se um método standard de representação gráfica (4).*

São vários os standards de representação gráfica e de variáveis climáticas em função do projeto ambiental, já existentes. Os objetivos e requisitos de desenho ambiental conduzem a utilização de gráficos e diagramas em suas várias etapas metodológicas. Desde aquela etapa que mostra o registro de dados climáticos, aquela que em função dos dados ambientais permite uma avaliação das necessidades humanas de correção climática - ~ o caso da carta bioclimática do Olgyay (1953), do polígono de conforto de Vogt e Miller-Chagas (1970), etc. - e aquela etapa que visa dimensionar e calcular as soluções projetuais do desenho ambiental (5). Respondendo a essa última etapa, estão as cartas e diagramas de representação dos percursos aparentes do sol para cada latitude específica, os gráficos de frequência dos ventos, etc.

A procura de uma carta que sintetize e apresente diagramaticamente mais de uma variável ambiental, conduziu à pesquisa de um standard gráfico que possa mais facilmente instrumentar a tomada ambientalmente correta de decisões projetuais

O próximo item 2.0 apresenta uma revisão dos sistemas de representação utilizados até agora na elaboração, de cartas e diagramas solares, permitindo assim uma análise crítica das vantagens e desvantagens que apresentam. Em seguida, a apresentação de um novo sistema de representação que servira de base à elaboração de Carta de Condicionantes Ambientais, a ser apresentada no item 3.0 final deste trabalho.

2.0 - SISTEMAS DE REPRESENTAÇÃO DE DIAGRAMAS SOLARES

São vários os sistemas de projeções geométricas que viabilizam a feitura de diferentes cartas e diagramas solares. Entre os mais conhecidos e utilizados estão: as cartas solares originadas de projeções paralelas perpendiculares (ver fig. 1); as originadas de projeções cônicas estereográficas (ver fig. 2); as originadas de rebatimento e projeção equivalente (ver fig. 3); as originadas de projeção gnômica (ver fig. 4) - os diagramas originados de representação cilíndrica (ver fig. 5); os diagramas de sombras solares (6); os diagramas solares de representação azimutal equidistante (7).

Em todas essas cartas e diagramas, são representados num plano bidimensional os caminhos aparentes do sol na abóbada celeste, identificados a cada hora pelas respectivas altura - ângulo vertical que os raios solares fazem com o plano horizontal - e pelo azimute - ângulo horizontal em relação ao norte, sendo cada carta ou diagrama projetados em função de cada latitude sobre a superfície do planeta.

2.1 - Análise crítica da aplicação e utilização das cartas e diagramas solares

A carta solar elaborada com projeções paralelas perpendiculares traz o inconveniente de apresentar pouca definição dos pontos de tangência dos caminhos do sol com a linha de horizonte; a paisagem circundante a um ambiente e representada nessa carta solar como numa foto tirada com urna máquina *full field* Robin Hill (8), onde as alturas maiores estão convergindo para o centro da carta - nesse caso, essas imagens assim geradas simulam o olho desse tipo de máquina e não o olho humano. No entanto, parece ser o tipo de carta hoje mais utilizada; junto a ela, são utilizados diagramas auxiliares para o traçado de linhas que facilitam o processo de estudo e desenho de soluções de controle do sol.

A carta solar estereográfica (sistema de Pleijel) apresenta boa definição dos pontos de tangência dos caminhos do sol com a linha de horizonte; a paisagem circundante a um ambiente e representada nessa carta solar como numa foto tirada com urna máquina *full field* Robin Hill (8), onde as alturas maiores estão convergindo para o centro da carta - nesse caso, essas imagens assim geradas simulam o olho desse tipo de máquina e não o olho humano. No entanto, parece ser o tipo de carta hoje mais utilizada; junto a ela, são utilizados diagramas auxiliares para o traçado de linhas que facilitam o processo de estudo e desenho de soluções de controle do sol.

Os diagramas de sombras de projeção gnômica, por exemplo, os do CSTB (9), talvez por exigirem maior abstração no processo de estudo de controle do sol, são hoje menos difundidos. Neles, vê-se o elemento a ser controlado - a luz do sol - através de sua negação - a sombra. Quando se trata dos pontos de tangência dos caminhos aparentes do sol com o horizonte, tornam-se irrepresentáveis pelo tamanho do papel que exigiriam: igual crítica pode ser feita representação gnômica (ver figura 2). O tipo de diagrama de sombras, no entanto é bastante útil para ser acoplado a modelos reduzidos em estudos de simulação do sol com o próprio sol (10).

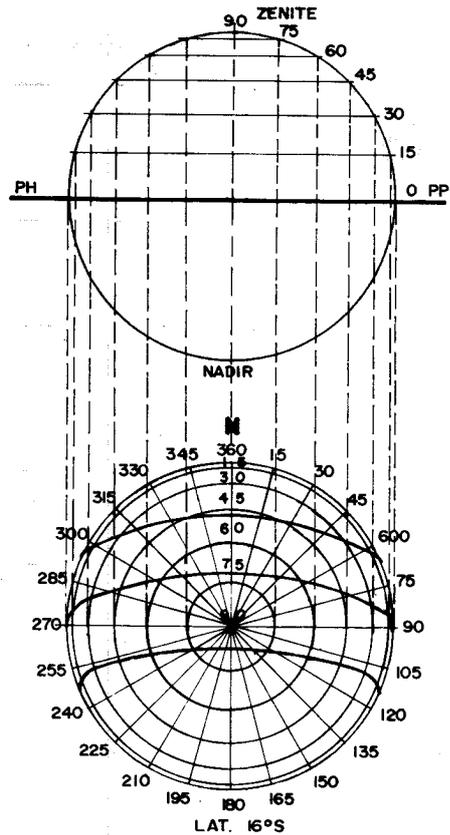


Figura 1 - Projeção com paralelas perpendiculares

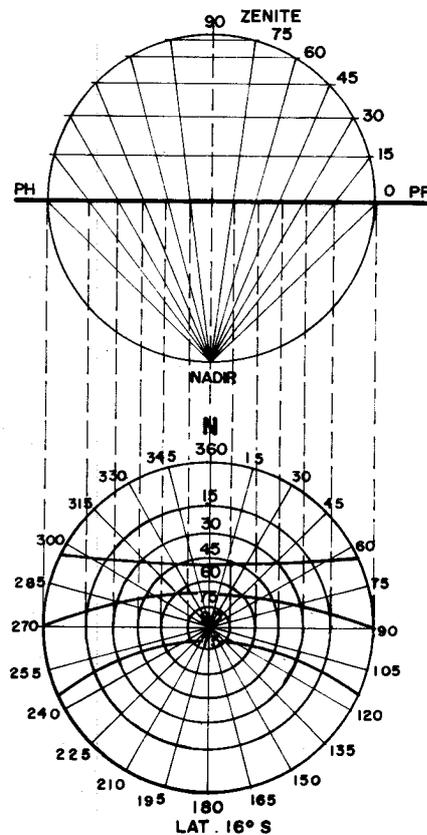


Figura 2 - Projeção cônica estereográfica

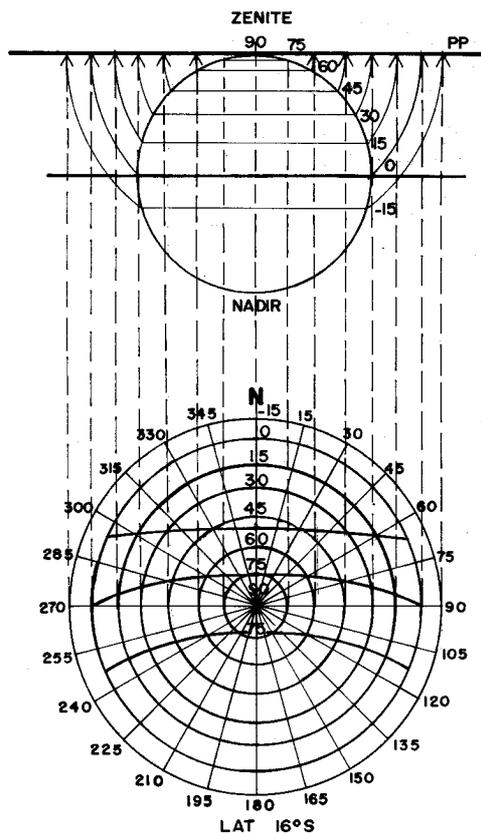


Figura 3 - Representação Equivalente

0 diagrama solar construído em representação azimutal equidistante (List, 1966; Finizola, 1974; Fonseca, 1983) em muito se assemelha a carta solar estereográfica, utilizando-se também de diagramas auxiliares com várias funções: estudo de ângulos de ocultação de sombras, de luminosidade, de radiação direta e difusa adaptados de Olgay (11). Parece apresentar as mesmas vantagens e limitações de carta solar estereográfica.

0 diagrama solar de projeção em plano vertical cilíndrico (figura 5) parece apresentar uma certa vantagem na sua comunicação visual, que e a de produzir uma representação semelhante a um quadro vertical de 360° de amplitude horizontal - aproximando-se da visão sequencial do ser humano ao girar 360° em volta de si. Traz a vantagem de mostrar a graficação de aberturas tipo portas e janelas mais assemelhadas com a visualização da realidade - ou seja, a linha de terra e a linha de horizonte se encontram na base inferior do diagrama; as vergas de portas e janelas, se encontrarão representadas na parte superior do diagrama. No entanto, esse diagrama traz a desvantagem de interromper a representação no 180° de azimute - apresentado simultaneamente a direita e esquerda do diagrama - quando a realidade mostra uma sucessão ininterrupta de imagens. Essa desvantagem se fará sentir principalmente em estudos do sítio de um projeto.

3.0- CARTA DE CONDICIONANTES AMBIENTAIS

0 estudo dos vários sistemas de representação utilizados para a elaboração de cartas e diagramas solares - vistos no item 2.0 - bem como suas utilizações na prática de ensino e de pro-

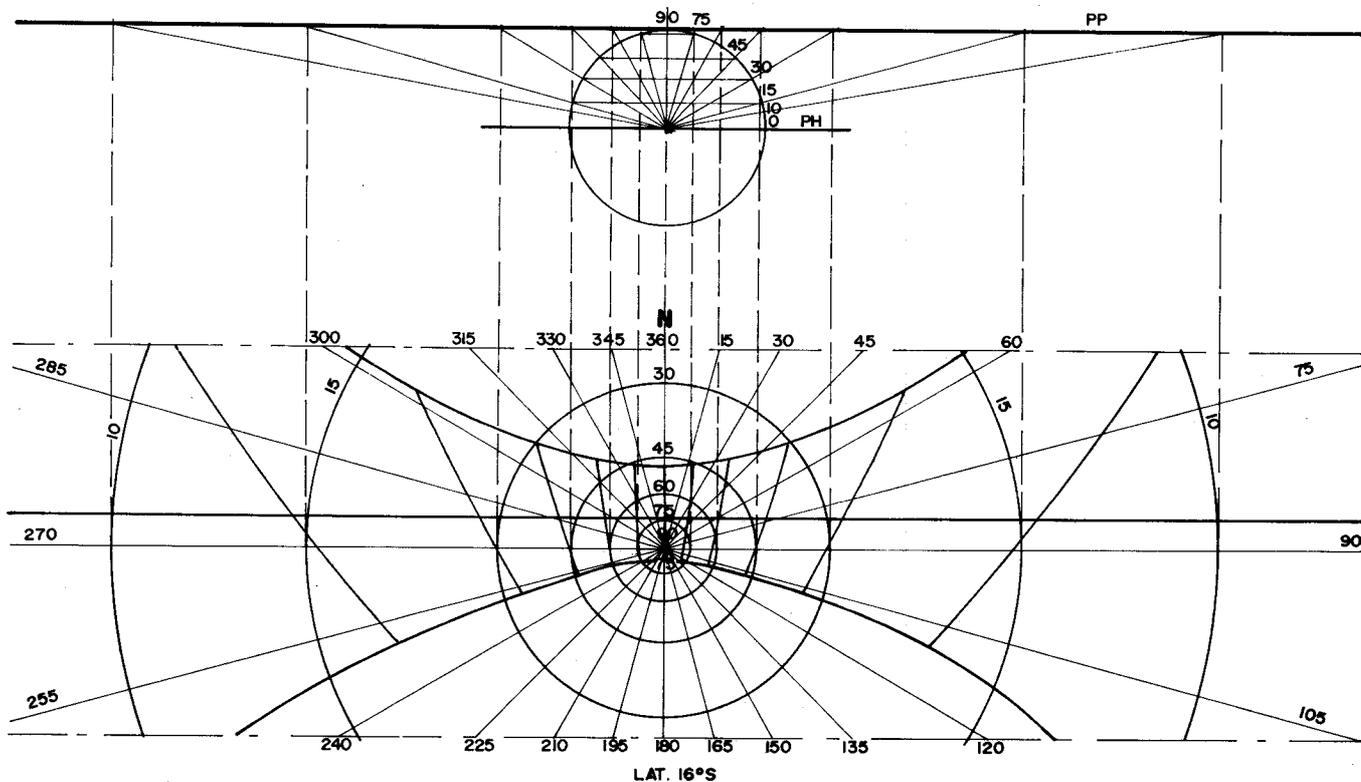


Figura 4 - Representação gnomônica

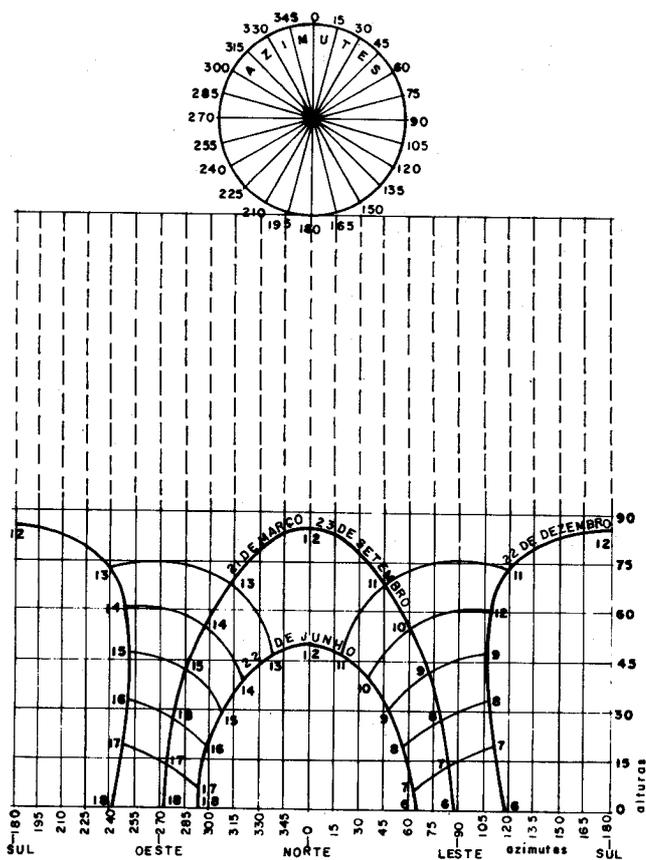


Figura 5 - Projeção Cilíndrica

jeto, conduziu a formulação de um sistema de representação - descrito no sub-item 3.1 - julgado apropriado para a elaboração de cartas de condicionantes ambientais e respectivos diagramas auxiliares. Nos sub-itens seguintes, descreve-se a carta de condicionantes ambientais e diagrama auxiliar; mostra-se exemplo de carta para a latitude de 160S e 480 de longitude, delineiam-se os desdobramentos da pesquisa e suas limitações.

3.1 - Sistema de representação SOLIVEX

O sistema de representação azimutal equivalente de alturas semi-equivalentes - SOLIVEX - está simplificada graficamente na figura 6, que mostra o processo de rebatimento e projeção num plano horizontal de anéis de pontos de iguais alturas na abóbada celeste. Na figura, apenas estão graficados anéis de 15 em 15°. É a partir da linha de horizonte - e não de um só ponto - que se dá o rebatimento para o plano horizontal de todos os pontos de interesse sobre a abóbada. Para fora do círculo de 0° - linha de horizonte - estarão representados os pontos acima do horizonte, de 0° a 90° e para dentro deste círculo, estarão os pontos de altura negativa, até o limite de -60°.

A determinação, dos azimutes adotada é idêntica à apresentada nas cartas solares de projeção em plano horizontal - ou seja, de representação radial equidistante a partir de um centro - teoricamente local do observador, que neste sistema coincide com o ponto de - 60°.

A malha básica de azimutes e alturas, resultantes desse sistema de representação descrito, pode ser vista na figura 7, servindo de base para a carta de condicionantes ambientais elaborada para a latitude de 16° e 48° de longitude, descrita nos itens seguintes.

3.2 - Variáveis climáticas para a Carta de Condiçionantes Ambientais

As variáveis climáticas para a Carta de Condiçionantes Ambientais foram determinadas pela necessidade de caracterização, climática do lugar, tendo por objetivo aqui o ambiente construído - em função dos dados meteorológicos disponíveis e da compatibilização gráfica com a adotada malha básica de informações, apresentada em 3.1. Além dos percursos aparentes do sol durante todo um ano - graficados em função da latitude do lugar sobre a malha básica de azimutes e alturas, estão registrados na carta: o período horário teórico de insolação do lugar; o tempo médio medido de insolação diária de cada mês; a radiação solar (cal/cm²/dia) medida; as médias mensais da intensidade das chuvas; o número médio de dias com chuvas por mês (NDC); a amplitude térmica média mensal (A T); o regime dos ventos - direção, velocidade, predominância e meses de ocorrência; total anual de chuvas; totais anuais de horas de sol teóricas e efetivas; temperatura média anual; mínima temperatura média mensal; e máxima temperatura média mensal (ver fig. 7).

Para a colocação dos dados referentes ao regime dos ventos, foi acrescentado um anel externo a malha de alturas e azimutes, composto de uma malha de menores proporções, com 6 anéis, representando cada um 2 meses, a partir de dentro - meses de janeiro e fevereiro - até o último anel mais externo, representando os meses de novembro e dezembro. Esses anéis são destinados ao registro das ocorrências médias mensais dos ventos. A direção dos ventos - no sentido do azimute da sua graficação para o centro da carta. A intensidade - assinalada a partir do eixo do azimute do vento, e conforme legenda específica, quanto mais quadrinhos engloba na perpendicular ao azimute, maior a velocidade média apresentada. Se o gráfico dos ventos está pintado de negro, é a primeira predominância dos ventos - mas se está com seu interior branco, é a segunda predominância dos ventos no período mensal assinalado.

Os demais dados citados, são colocados junto as datas dos percursos do sol e na área central da carta, conforme apresentados na figura 7. Nesta, os percursos aparentes do sol são graficados conforme - usual nas outras cartas - quanto às horas solares iguais, essas são ligadas por linhas que abarcam todos os percursos do sol no ano. O nascer e o por do sol, em cada percurso, estão junto à linha do horizonte - 0° de altura.

3.3 Diagrama auxiliar SÓLIVEX e utilização da CCA

Para auxiliar a utilização da Carta de Condiçionantes Ambientais, foi concebido o Diagrama auxiliar (figura 8) para estudo dos ângulos de controle das variáveis ambientais através de aberturas e vedações do ambiente construído; serve também de auxílio à graficação da paisagem circundante ao ponto ambiental de estudo, na CCA. Esse diagrama é assemelhado aos desenvolvidos por outros autores como Pleijel

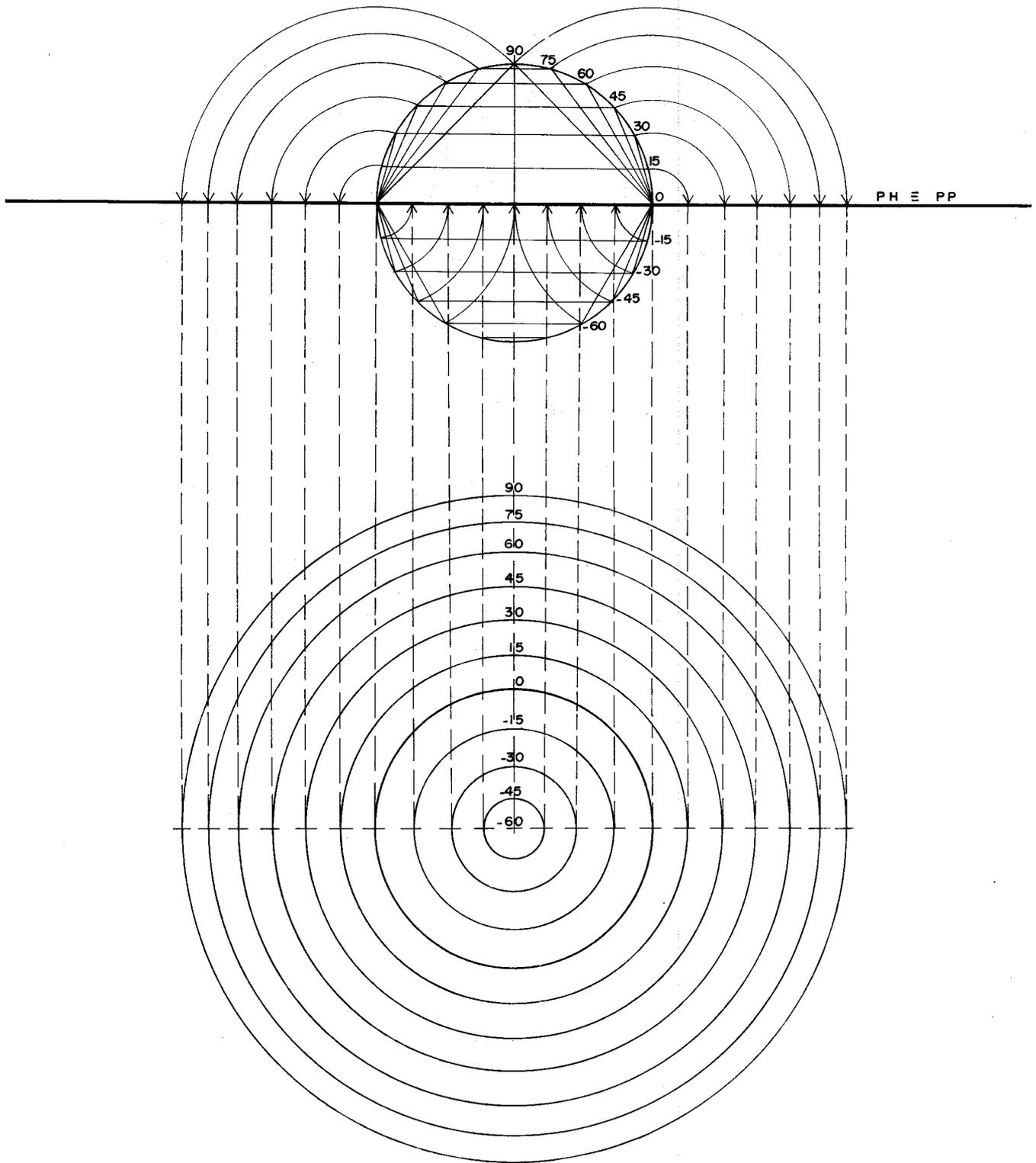
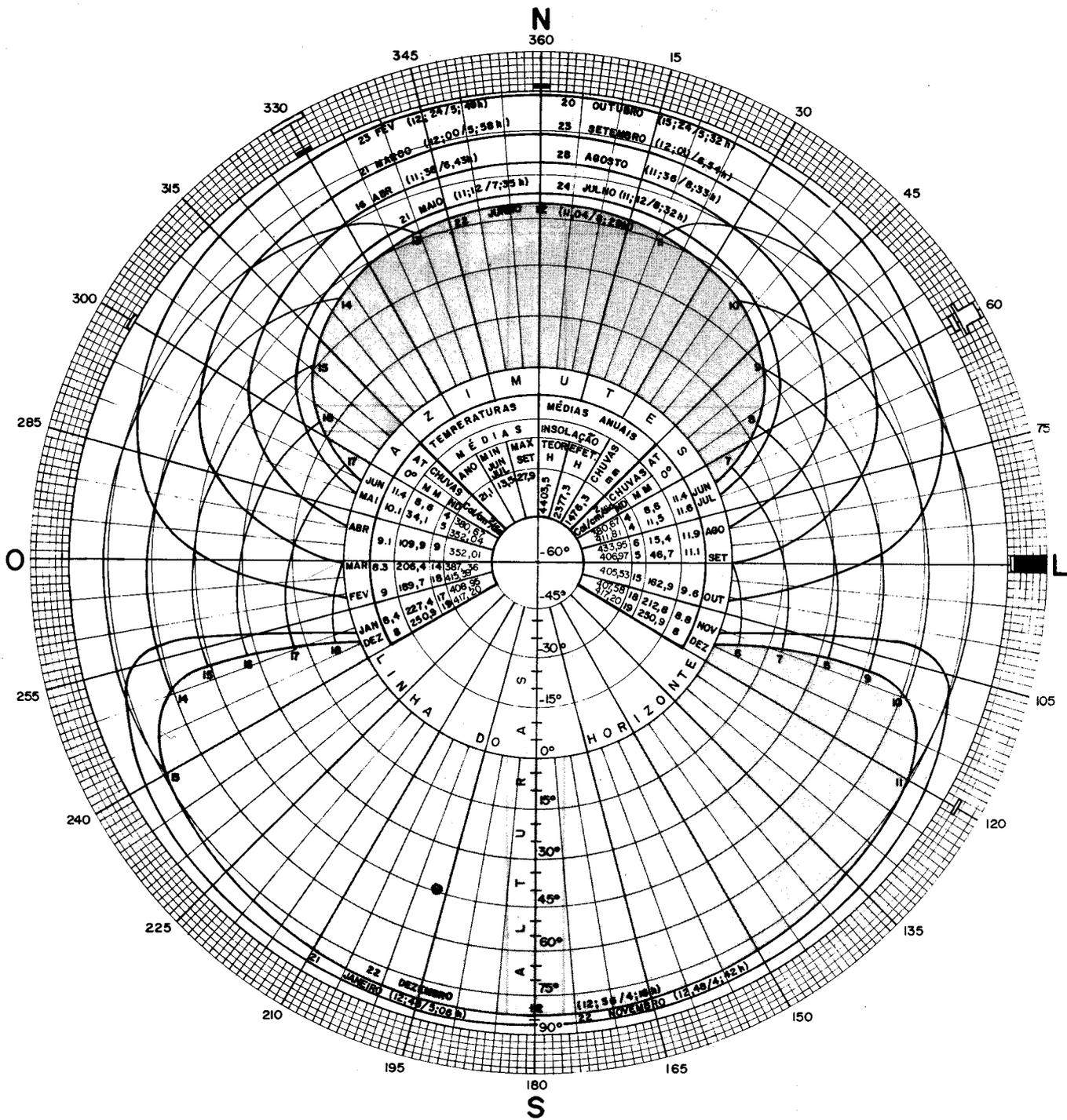


Figura 6 - Sistema de representação SOLIVEX



LEGENDA

- AT - amplitude térmica média mensal
- MM - média mensal
- ND - número de dias
- (/) - (horas de sol teóricas do dia/média diária de horas de sol efetivas)
- - primeira predominância dos ventos
- - segunda predominância dos ventos
- ▣ - ventos médios de 3,1 a 3,6 m/s
- ▤ - ventos médios de até 4,1 m/s

Figura 7 - Carta de Condicionantes Ambientais
Brasília - latitude 16°S e longitude 48°

(12) ou como Fonseca (7); foi desenhado pelo mesmo princípio de representação SOLIVEX mostrado na figura 6.

Para o registro gráfico da paisagem na CCA, as arestas e demais linhas verticais são desenhadas linhas retas coincidentes com o próprio azimute dessas, a partir do centro da carta. Para o desenho de arestas e linhas horizontais são utilizadas as curvas do diagrama auxiliar que convergem para a direita e esquerda no encontro com a linha base do diagrama com a curva de 0° de altura, representando essa, o horizonte teórico (ver figura 8).

Para o desenho de aberturas de ambientes tipo janelas e portas, pelas linhas radiais do diagrama auxiliar devem ser traçadas as verticais limites das aberturas. Já para o desenho das vergas e peitoril, são utilizadas as linhas curvas que cruzam a normal ~ fachada em estudo - numeradas de 10 em 10°, sendo 0° a altura do ponto objeto de estudo ou ponto de vista de observador/destinatário do ambiente em estudo projetual.

Devido à concepção SOLIVEX da CCA, é possível registrar linhas abaixo do horizonte teórico, ou abaixo do plano de trabalho, o que propicia visualização mais real de um ambiente, como podemos ver na representação resultante do estudo de um ambiente localizado no ponto A mostra do na figura 11 e cuja representação na CCA se encontra na figura 12.

Por fugir aos objetivos dessa comunicação não se analisa aqui a propriedade ou impropriedade das soluções de projeto mostradas no exemplo

do estudo do ambiente do ponto A. Contudo parece que a partir dos dados graficados, torna-se mais fácil a análise para fundamentar o preces se decisório do projeto ambientalmente correto.

3.4 - Conclusões e desdobramentos da Pesquisa CCA

A partir da malha básica de alturas e azimutes e do diagrama auxiliar originados do sistema de representação SOLIVEX, é possível desenhar outros diagramas complementares - de radiação difusa, de fator de céu, etc. - para auxiliar o estudo de controle ambiental das variáveis bioclimáticas, a exemplo de outros estudos, como o contido no kit de *Desenho Solar* desenvolvido por Ferreira, 1983.

Também podem ser elaboradas Cartas de Condicionantes Ambientais para as várias latitudes/ longitudes, em função do ambiente climático específico de cada lugar e dos dados básicos disponíveis. É possível a cada mergulho microclimático no local em estudo, dar sintonia fina ao controle permitido pela disposição de dados microclimáticos.

O emprego de cores e/ou computação gráfica, darão maior facilidade de visualização e utilização da CCA.

Sequências de percursos de pedestres através de espaços urbanos poderão ser assim melhor estudadas com o auxílio da CCA auxiliadas por software específico, visando qualidade ambiental desses espaços.

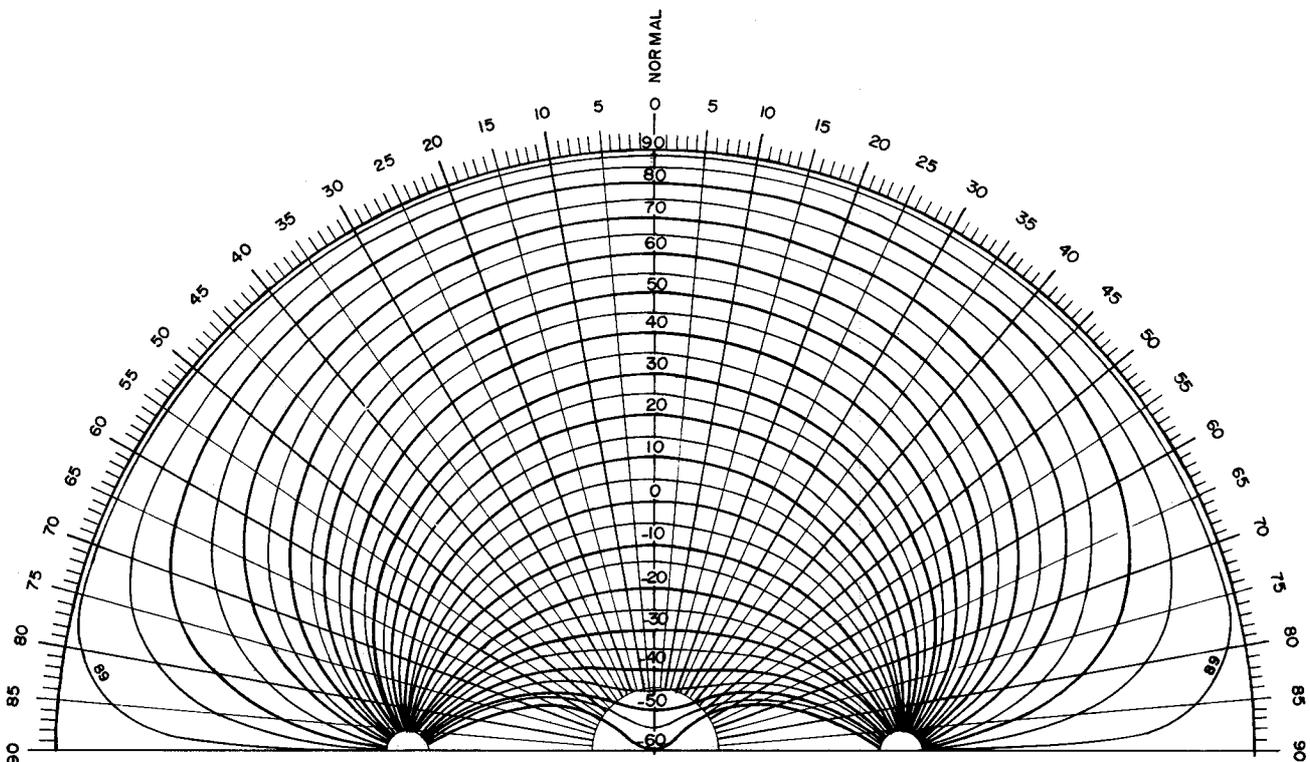


Figura 8 - Diagrama Auxiliar SOLIVEX
Para linhas horizontais e verticais

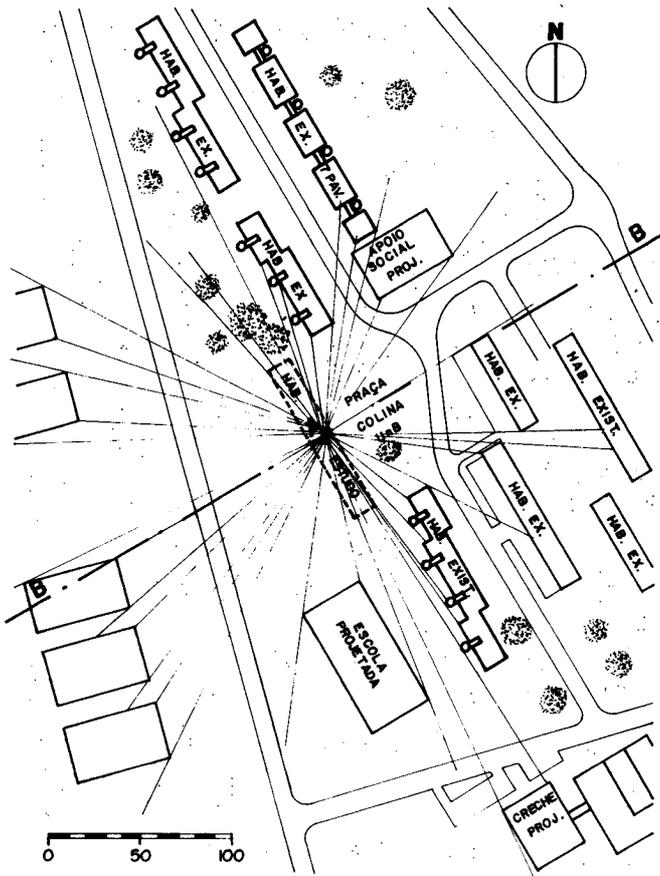


Figura 9 - Estudo Ambiental do Ponto A
Planta de Localização

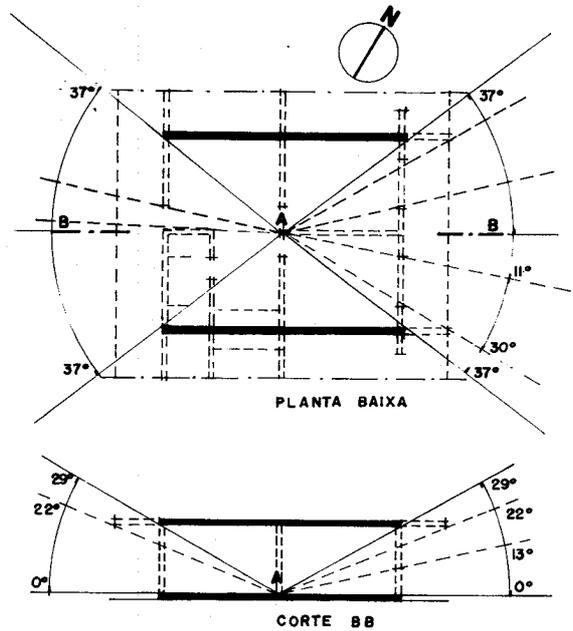


Figura 11 - Estudo Ambiental do ponto A
Planta baixa e Corte

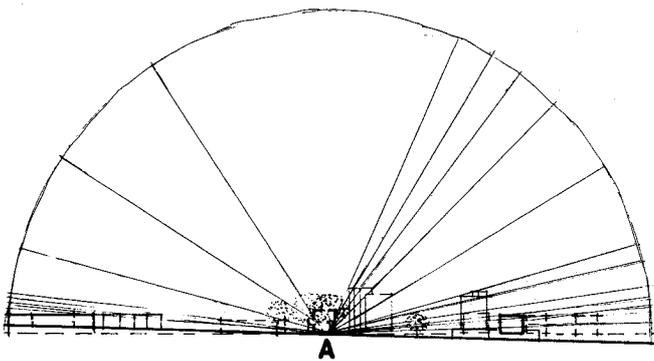


Figura 10 - Estudo Ambiental do Ponto A
Corte BB

Uma das limitações da CCA parece ser quanto a graficação de aberturas zenitais de ambientes em estudo; apesar de tecnicamente se apresentar correta, no entanto a graficação não é de fácil visualização ao se comparar com a representação em outros tipos de cartas.

O estudo da influência dos obstáculos aos ventos mostrados pela paisagem graficada na CCA facilita a sua compreensão e tomada de decisões projetuais. Parece ser possível desenvolver mecanismos de análise das sombras de vento que poderão acontecer no ambiente em questão, a partir da área, ou fator de céu que o obstáculo na paisagem circundante apresenta.

A carta de Condicionantes Ambientais parece apresentar as vantagens da representação apresentadas pelo diagrama cilíndrico, associado as vantagens dos diagramas de projeção horizontal cônica ou equidistante, contudo, sem aquelas limitações (verificadas no item 2.1).

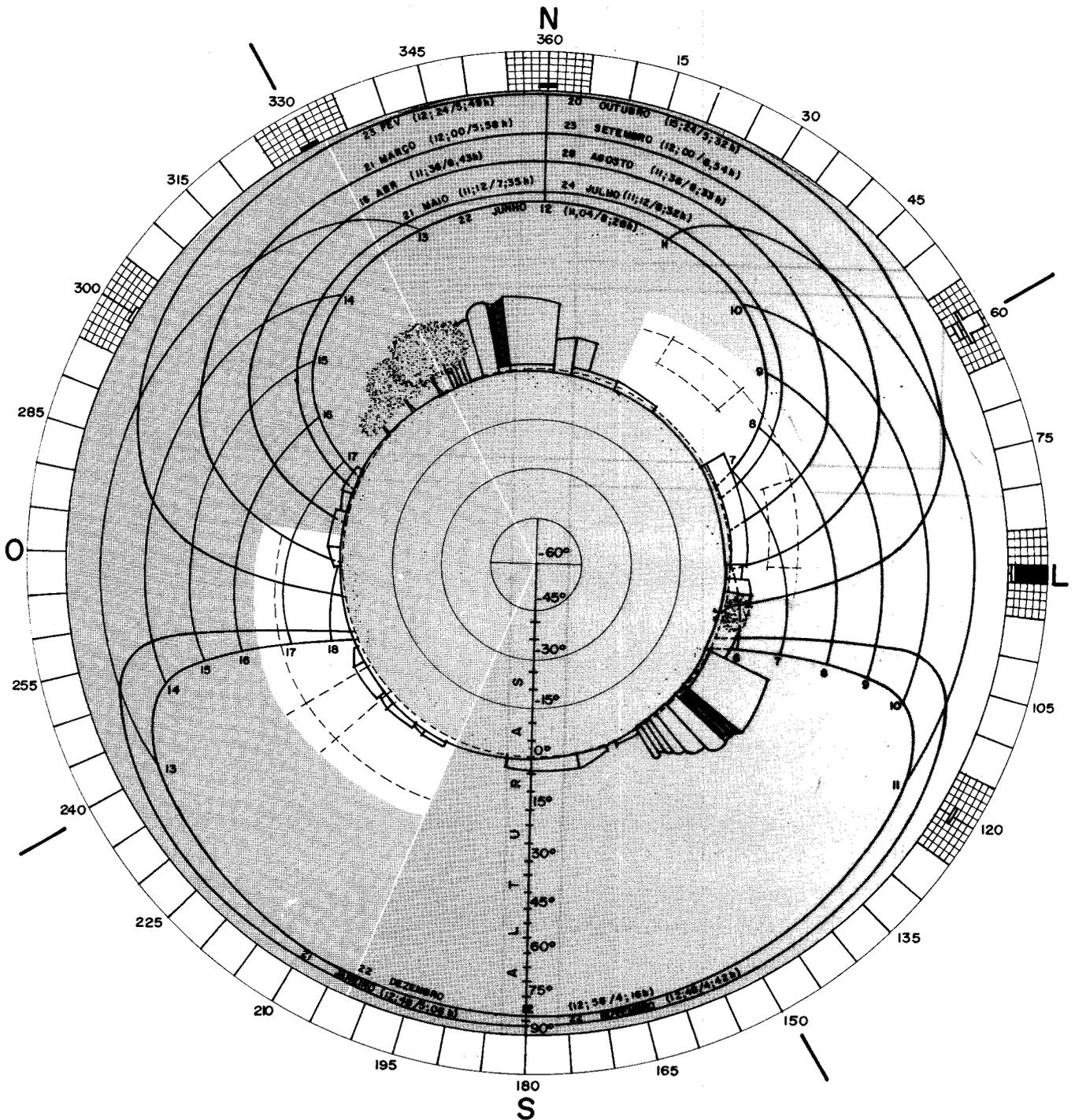


Figura 12 - Estudo Ambiental do ponto A
 Carta de Condicionantes Ambientais
 Colina - UnB - Brasília - Lat. 16°S, Long. 48°W

4.0 - NOTAS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) - MILLER-CHAGAS, P./Vogt, J.J., *Confort Thermique - Définition physiologique et détermination pratique de z~nes de confort thermique* C.E.B. du CNRS, Strasbourg, 1969 (?).
- (2) Hoje, já no Brasil, são construídos com tecnologia de países de clima frio e temperado, edifícios -chamados inteligentes, que na verdade são híbridos de ignorância e inteligência, pois, a mais vezes são mal concebidos originalmente - no partido arquitetônico adotado - não objetivando a máxima conservação de energia que poderiam propiciar.
- (3) - Como fatores econômicos, políticos e sociais na maioria das vezes sobrepujam fatores ambientais, minimizar as condições desfavoráveis era até o desenvolvimento sustentado aparecer, a única alternativa.
- (4) - KOENIGSBERGER, O. H. et alii *Viviendas y edificios en Zonas C~lidas y Tropicales*. Madrid, Paraninfo, 1977.
- (5) - OLGYAY, V. *Bioclimatic Approach to Architecture*, in: *Housing and Building in Hot-Humid and Hot-Dry Climates*. Washington, DC 1953.
- (6) - Os diagramas solares desenvolvidos pelo C.S.T.B. (ver Cahiers du C.S.T.B. n952 -cahier 414, Paris, 1961) apresenta no método de utilização I, o dito método das sombras, pois os diagramas representam os percursos, sobre o plano horizontal, da extremidade da sombra fornecida por um estilete vertical.
- (7) - Também chamado por Hopkinson, 1975, de Diagramas radiais equidistantes, alternativamente para os diagramas de Pleijel. Fonseca, 1982, apresenta um conjunto de diagramas azimutais equidistantes.
 - HOPKINSON, R.G. et alii. *Iluminação Natural*, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1975.
 - FONSECA, M.R. , *Desenho Solar*, São Paulo, Projeto/IAB-Ba, 1982.
- (8) - HOPKINSON, opus citat, p. 447.
- (9) - C.S.T.B. *Diagrammes Solaires*, in: Cahiers du C.S.T.B. - n2 52 - cahier 414, Paris, 1961.
- (10) - RIVERO, 1986, e LAM, 1986, trazem relógios de sol ou *Polar Mundial* para que sejam utilizados no estudo de modelos reduzidos, simulando o sol com o próprio sol.
 - RIVERO, R. *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural*, 2~ ed. Porto Alegre, D.C. Luzzatto, 1986.
 - LAM, W.M.C. , *Sunlighting, as Formgiver for Architecture*, New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1986.
- (11) - FONSECA, 1982, opus citat.
- (12) - Pleijel, citado por HOPKINSON, 1975, por FONSECA, 1982.

Outras referências e fontes de dados básicos para a CCA apresentada:

- C.I.B./ENGEA, *Estudos e Impacto Ambiental*, Bras'1991 e 1992.
- FINIZOLA, D./SUDENE, *Posicionamento do sol e Sombras Projetadas*, in: *Atas do II Simpósio Brasileiro de Energia Solar*, UFPB/E.Eng. , João Pessoa. 1974.
- SNA EMBRATER - MA - ProVarzeas Nacional, *Informação Técnica n~2 01*.
- M.AERONÁUTICA - Diretoria de Rotas Aéreas *Tabelas Climatológicas, Vol.1 p. 15, 1967*.
- Estação Brasília - INEMET
Estação CPAC - EMBRAPA (CEPA, 1984)
Estação Aeroporto/BSB - VI COMAR, 1976.

5.0 - COLABORAÇÃO E DESENHOS

- Izabel de Miranda Pereira de Oliveira, arquiteta.
- Mario Oliveira Costa, desenhista, datilógrafo.