

Mapa de Céu Claro para uso em Aerofotogrametria

MSc Daniel Carneiro da Silva ¹
Prof. Dr. Quintino Dalmolin ²

Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas
Universidade Federal do Paraná

¹ ✉ dcsilva@geoc.ufpr.br

² ✉ dalmolin@geoc.ufpr.br

Conteúdo	
	1 Introdução
	2 Áreas com Nebulosidade Constante Excessiva
	3 Construção dos Cartogramas de Céu Claro
	3.1 Obtenção dos dados
	3.1.1 Observações terrestres
	3.1.2 Dados de satélites meteorológicos
	3.2 Tratamento dos Dados
	3.3 Atualização dos Cartogramas
	3.4 Classificação de Época Favorável
	4 Cartogramas de Dias Favoráveis Usados no Brasil
	5 Área de estudo do Nordeste
	5.1 Análise dos Dados
	5.2 Cartograma Proposto
	6 Conclusões
	7 Referências Bibliográficas

Resumo: Para o planejamento de um levantamento aerofotogramétrico é necessário, e de grande importância, um mapa atualizado que indique a quantidade média mensal de dias de céu completamente claro para uma certa região, e a melhor época para realizá-lo. Os mapas usados com esta finalidade hoje no Brasil, estão desatualizados e também não trazem informações sobre as áreas que apresentam uma nebulosidade constante e excessiva durante todo o ano. Esta deficiência pode levar a sérios erros da estimativa do tempo de voo necessário e conseqüentemente a prejuízos para contratante e contratado. Este trabalho além de ressaltar a importância da atualização dos dados de céu claro, devido ao aumento comprovado da nebulosidade em geral na Terra e detectada também no Brasil, mostra uma metodologia para confecção de um mapa novo e mais detalhado. Os dados utilizados são de observações diárias de postos meteorológicos do INMET, numa série de 10 anos, de 1989 a 1998, situados na parte oriental do Nordeste brasileiro. O tratamento estatístico e a análise das observações de postos com características semelhantes permitiram separar as zonas climatológicas de nebulosidade e confeccionar um mapa e uma tabela. Estes, que em conjunto, fornecem a média de dias favoráveis em cada mês do ano, para cada uma das cidades representativas em cada zona. A metodologia empregada pode ser expandida facilmente para a execução de um mapa de céu claro completo de todo o Brasil.

Palavras chave: Fotogrametria, Nebulosidade, Planejamento de voos

Abstract: The aerial photogrammetric planning need updated charts of clear sky. These charts depict the amount of clear days and the best season to flying. Nevertheless, the charts used nowadays in Brazil are all no updated and so, can to infer serious mistakes of surveying time. This paper presents a study of a cloudy area of Northeast of Brazil. The cloudy data are daily terrestrial observations of meteorological stations of INMET, in a 10 years series. The data was worked to sort stations in climatological cloudy zones and the final result is a example of a chart and a table witch gives the favorable number days by months of clear sky. This example can expanded to all Brazil area.

Keywords: Photogrammetry, Cloudy, Aerial Surveying

1 Introdução

Para planejar a execução de um levantamento aerofotogramétrico em uma determinada área é necessário, entre outras informações, o conhecimento do número de dias com céu completamente claro em cada época do ano. Esta informação é fundamental porque a partir dela é estimado o período que a aeronave e tripulação ficarão a disposição do serviço e calculado o custo dos dias parados, principalmente se área de levantamento for distante da base da empresa.

No Brasil são utilizados com esta finalidade alguns cartogramas que indicam as áreas e épocas mais favoráveis, porém frequentemente os resultados não tem sido satisfatórios para várias regiões. As prováveis causas identificadas para este problema são: a) escala muito pequena dos cartogramas, incapazes por exemplo para separar com precisão áreas de nebulosidade constante e excessiva todo o ano; b) a desatualização dos dados, tendo em vista a tendência de aumento da nebulosidade; c) a falta de informações sobre a qualidade dos dados usados na preparação do cartograma, que não dão um indicativo da confiabilidade em usar a previsão dada pelo cartograma.

Os estudos sobre distribuição de nebulosidade são muito importantes em meteorologia e são até bastante comuns, porém trabalhos equivalentes, específicos para levantamentos com sensores remotos como aerofotogrametria ou imageamento por satélites são bem poucos.

Para aerofotogrametria, os trabalhos pesquisados e encontrados na literatura, são apenas os cartogramas de Sette de 1939 reproduzidos em Slama(1984) e depois atualizados por Lee(1985) para os EUA, os do Interdepartmental Committee on Air Surveys

reproduzidos em Fleming(1971) para o Canadá e as tabelas de Myers &Watts(1981) para a Austrália. Para o Brasil existem os cartogramas de Girardi (1975), Chede&Chede (1985) e 1°/6° Grupo de Aviação do Ministério da Aeronáutica (1/6° GAV, 19??).

O imageamento por satélites tem estudos específicos de ocorrência de céu claro, principalmente para simulações e avaliação da efetividade operacional antes do lançamento. Estas pesquisas envolveram muitos pesquisadores e foram iniciadas pela NASA nos anos 60 (Salomonson,1969) (Greaves et al, 1971). Também no Brasil isto foram desenvolvidos estudos pelo INPE –Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Arai et Al, 1996) e (Maurício,1987).

Este trabalho comenta na primeira parte os cartogramas usados no Brasil e evidências de suas desatualização e em seguida são apresentados os primeiros resultados de uma pesquisa em andamento para a elaboração de um mapa de céu claro para uso em planejamento de vôos fotogramétricos. Nesta fase foram usados apenas dados de observações terrestres de 20 postos meteorológicos do INMET(Instituto Nacional de Meteorologia) do Ministério da Agricultura formando uma série de 10 anos no período 1989-1998. Os postos estão situados no extremo oriental do Nordeste brasileiro, onde localiza-se uma das áreas de nebulosidade reconhecidamente difícil para vôos fotogramétricos. O tratamento estatístico e a análise das observações de postos que apresentam características semelhantes permitiram separar as zonas climatológicas de nebulosidade e confeccionar um único mapa e uma tabela, que em conjunto, fornecem a média de dias favoráveis em cada mês do ano, para cada uma das cidades representativas em cada zona. A metodologia empregada pode ser expandida facilmente para a execução de um mapa de céu claro completo do Brasil.

2 Áreas com Nebulosidade Constante Excessiva

Os cartogramas de céu claro naturalmente preocupam-se em mostrar as áreas onde ocorrem grande número de dias favoráveis aos vôos e assim com eles é difícil fazer planejamento em certas sub-regiões onde estas condições raramente ocorrem. A identificação das áreas de nebulosidade excessiva naturalmente não é o objetivo principal destes cartogramas mas como elas realmente ocorrem pode ser conveniente saber sua localização aproximada, o que pode ser feito usando os cartogramas de nebulosidade média mensal ou anual disponibilizado pelo INMET na Internet, (INMET,1999) dos quais a Figura 1 mostra. um exemplo.

As áreas de nebulosidade excessiva tornam-se ainda mais problemáticas quando a mesma é constante durante todo o ano, e não se tem um período que possa ser chamado de favorável, como será visto adiante. Algumas destas áreas no Brasil situam-se em áreas economicamente importantes como pode se ver na Figura 1. No Nordeste estão localizadas duas áreas. A área marcada com a letra "A" vai do norte do Estado da Paraíba até Alagoas; a área marcada com " B" cobre parte do norte da Bahia e a área "C" situa-se em Minas Gerais. O problema que estas áreas representam para levantamentos fotogramétricos é tão significativo que apenas em 1999 seis cartas na escala 1:100.000 do mapeamento sistemático na área "A" foram mapeadas com radar, sob patrocínio da SUDENE-Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste.

Existem outras áreas problemáticas na região Norte, mas que pelo sua menor importância econômica e pouca densidade populacional não demandam ainda muita atividade de mapeamento para atualização mas nem por isto deixam de merecer pelo menos o mapeamento sistemático, que é muitas vezes substituído por simples cartas imagens obtidas de mosaicos de imagens do LANSAT, tal a dificuldade de vôos fotogramétricos.

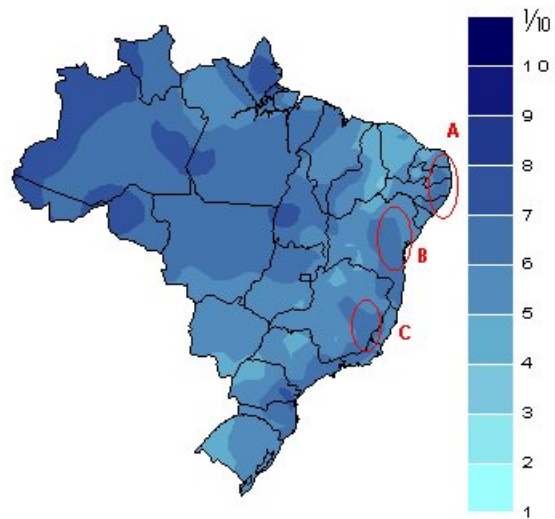


Fig. 1 : Nebulosidade Média Anual no Brasil com destaque de algumas áreas de nebulosidade excessiva e constante todo o ano (Baseada em INMET,1999)

3 Construção dos Cartogramas de Céu Claro

3.1 Obtenção dos dados

Os cartogramas de céu claro mostrando as épocas e áreas favoráveis ao planejamento dos vôos fotogramétricos podem ser construídos a partir de observações terrestres de postos meteorológicos ou de imagens de satélites, também meteorológicos. As observações obtidas com os dois métodos dão resultados estatísticos com diferenças significativas (Guedes et Al, 1999) (Appleman,1962). Os dois métodos apresentam características próprias bem diferentes. Os dados de observação terrestre ou de satélites se diferenciam pelos ângulos de observação das nuvens, área de abrangência e forma de registro espacial: o primeiro é pontual e o segundo é área contínua.

3.1.1 Observações terrestres

As observações terrestres, ou de superfície, são o resultado de uma estimativa visual da parte da abóbada celeste que está coberta com nuvens naquele instante. A quantificação pode ser feita em oitavos ou décimos da área da abóbada que tem nuvens. O observador tem um raio de visão até o horizonte que depende da altura das bases da nuvens. Para nuvens do tipo cúmulos de bom tempo, com altura da base em torno dos 600m, o observador poderia vê-las teoricamente segundo um plano tangente à superfície do planeta, até um raio de 87km. Mas quando se considera uma abóbada de raio igual a altura da nuvem com o observador no seu centro, o campo de observação tem o raio reduzido para apenas 17km. De modo geral se considera que um posto meteorológico atinge um círculo com diâmetro de 30 a 50 km. Na realidade a percepção das nuvens pelo observador se dá em perspectiva e ele não tem instrumentos para avaliar corretamente a quantidade de nuvens segundo sua projeção sobre a superfície do terreno, assim ele vê e avalia também a área correspondente à altura da nuvem. De modo geral ele tende a superestimar o percentual observado e não vê as nuvens mais altas quando estão encobertas pelas mais baixas.

As observações terrestres realizadas pelo INMET da nebulosidade são coletadas às 12 ,18 e 24 GMT (Greenwich Meridian Time). Já o Serviço Meteorológico da Aeronáutica registra de hora em hora, nos aeroportos que dispõe de estação.

Os dados utilizados nesta pesquisa são observações terrestres coletados pelo INMET.

3.1.2 Dados de satélites meteorológicos

Os satélites meteorológicos constituem uma fonte abundante de dados de nebulosidade, tanto pela quantidade atualmente em operação quanto pela quantidade de observações diárias que realizam. Os satélites meteorológicos têm órbita hélio-síncrona, como os da série NOAA ou geostacionários, como os da série GOES e METEOSAT. O tamanho do pixel da imagem no terreno varia de 4 a 7km. O número de canais também varia.

Os aspectos mais relevantes para o mapeamento da nebulosidade com precisão são o tamanho do pixel da imagem em relação ao tamanho da nuvem e necessidade de muito processamento. A relação tamanho do raio da nuvem/pixel deve ser no mínimo de 10 para que a contaminação do pixel por partes da nuvem seja reduzida para 10% de precisão (Shenk & Salomonson, 1971), mas isto por outro lado implica em sensores de alta resolução e grande massa de dados, o que não é necessariamente os objetivos dos satélites meteorológicos. Os dados coletados, sejam de um canal ou vários, necessitam de muito processamento e de algoritmos especiais de detecção de nuvem de modo que se separe nuvem de solo coberto com neve, por exemplo (Rossow et Al, 1996).

3.2 Tratamento dos Dados

A grande massa de dados a serem processados, qualquer que seja a origem dos mesmos, é um dos obstáculos a serem enfrentados para a construção de um bom cartograma

A separação ou classificação das regiões climáticas com bastante precisão com dados terrestres necessita de uma grande quantidade de postos meteorológicos uniformemente distribuídos e para que os resultados tenham alguma confiabilidade estatística o fenômeno deve ter uma série mínima de 10 anos (Sharon, 1967). Todos os dados devem ser tabulados, depurados de erros grosseiros processados e gerados muitos gráficos para facilitar a separação das regiões e sub-regiões, até se obter um mapa mensal ou anual. Uma outra dificuldade para esta tarefa, particularmente aqui no Brasil, refere-se ao fato que todos os dados existentes ainda não estão em meio magnético e são de difícil aquisição

Os dados obtidos de satélites são retirados de imagens recebidas pelas estações de rastreio. De qualquer forma uma única imagem tem um grande arquivo digital e seu armazenamento para formar um banco de dados utilizável posteriormente requer instalações computacionais de grande porte e uma grande equipe de trabalho. Neste sentido existe o ISCCP (International Satellite Cloud Climatology Project) formado por dezenas de instituições de pesquisa internacionais que coleta e processa dados desde 1982 e os disponibiliza em vários formatos (Rossow et Al, 1996). Na pesquisa que está em andamento serão utilizados dados deste programa .

3.3 Atualização dos Cartogamas

Os cartogramas devem ser atualizados com frequência devido ao aumento de nebulosidade provocada por alterações climáticas que afetam toda a Terra. Este fenômeno já foi detectado por Lee(1985) nos EUA, por Fleming(1971) no Canadá e por Graham & Read(1998) na Europa. No Brasil também é possível perceber este aumento analisando-se os gráficos de nebulosidade média de duas séries: do ano 1931-1960 e de 1961-1990 com dados do INMET mostrados na Figura 2, para algumas cidades do Nordeste, principalmente em João Pessoa, Maceió e Sobral.

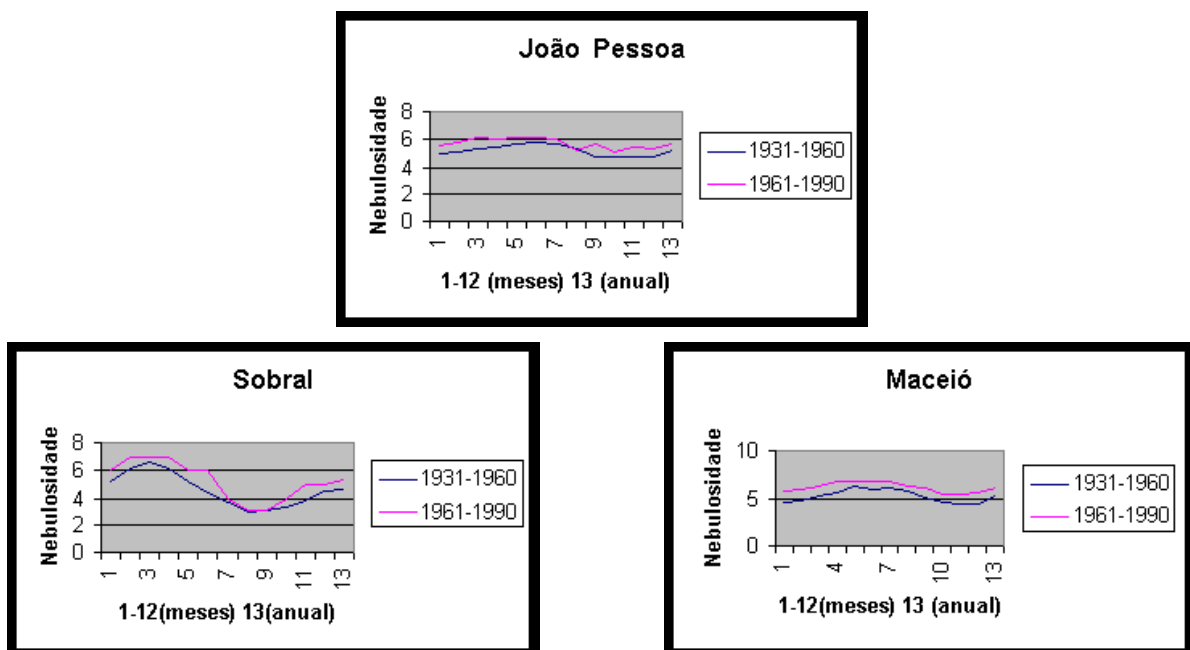


Fig. 2 : Nebulosidade em décimos nos períodos 1931-1960 e 1961-1990 para João Pessoa, Maceió e Sobral (Baseado nas Normais Climatológicas do MA de 1969 e 1992)

3.4 Classificação de Época Favorável

Um cartograma completo de destinado a auxílio do planejamento de aerolevantamentos, deveria mostrar as épocas do ano onde ocorressem simultaneamente as seguintes condições ideais:

- sol com altura mínima de 30° acima do horizonte;
- visibilidade horizontal maior que 16km;
- céu completamente livre de nuvens.

Mas como estas condições ideais são muito difíceis de serem encontradas em muitos lugares, podem ser admitidas certas tolerâncias, desde que não cheguem a prejudicar a utilização das fotografias (Silva & Dalmolin, 2000). No Brasil a altura do sol não chega a ser uma restrição séria mesmo no Sul do país, onde as latitudes são maiores, mas o mesmo não ocorre com as demais condições. A visibilidade é um problema grave em grandes áreas do Brasil na época das queimadas e a nebulosidade é constante em várias outras, como já citado acima.

De modo geral os cartogramas apresentam apenas o mapeamento da condição de céu claro, admitindo até 10% de nuvens. A frequência mínima para que a área e época sejam consideradas favoráveis varia em torno de 25%. Girardi(1975) considerou o mínimo de 7 dias por mês (23%) e o 1°/6° GAV até 30%. Estes percentuais convertidos em dias são usados por algumas empresas de aerolevantamentos no chamado " índice de dificuldade meteorológico", que é igual ao inverso da relação: Número de dias Claros/30. Por exemplo, para 6 dias claros por mês o índice é 30/6=5. O índice é então multiplicado pelo número de dias que efetivamente seria necessário para realizar todo o levantamento em condições ideais, para se chegar ao total estimado de mobilização. Neste caso se a quantidade de horas de voo fosse cumprido em dois dias, o tempo de mobilização seria de 2diasx5=10dias.

4 Cartogramas de Dias Favoráveis Usados no Brasil

Os cartogramas usados no Brasil, identificados até o momento por esta pesquisa, são do 1°/6° GAV, os de Girardi(1975), Chede e Chede(1985). Estes cartogramas mostram com realce as áreas favoráveis mês a mês. Exemplos de cada um deles, do mês de Janeiro, são mostrados respectivamente nas Figura 3a, 3b e 3c. Basta uma comparação visual para evidenciar as grandes diferenças entre os limites das áreas favoráveis de cada um deles: a grande mancha que cobre o NE em Janeiro na figura 3a, não aparece na 3b e esta bem menor na 3c. Estas diferenças provêm da desatualização dos dados e das diferentes metodologias com que foram gerados, que não são bem conhecidas.

Os cartogramas do 1°/6° GAV estão em uso pelo menos desde fins dos anos 60 e não trazem nenhuma informação que identifique a origem e tipo dos dados utilizados. Como os aeroportos têm serviço meteorológico é possível que sejam oriundos deles.

Chede & Chede(1985) cita que os cartogramas foram elaborados de acordo com o Anexo 3 da ICAO (International Civil Aviation Organization), mas esse anexo mostra apenas como preparar mapas e relatórios destinados à aviação. Igualmente como o anterior não diz a origem ou tipo dos dados usados ou período analisado.

Os cartogramas de Girardi(1975) foram gerados a partir de imagens do satélite meteorológico ESSA VIII num período mais ou menos entre 1969-1973. Não esclarece o intervalo de tempo entre as observações.



Fig. 3A : Exemplo de cartograma usado no Brasil para o mês de Janeiro (1°/6° GAV, 19??)



Fig. 3B : Exemplo de cartograma usado no Brasil para o mês de Janeiro (Girardi, 1973)



Fig. 3C : Exemplo de cartograma usado no Brasil para o mês de Janeiro (Chede & Chede, 1985)

5 Área de estudo do Nordeste

5.1 Análise dos Dados

Os dados disponíveis correspondem a 20 postos meteorológicos do INMET espalhados em volta de uma área, de antemão reconhecida como problemática para a execução de voos fotogramétricos (área "A" da Figura 1). Os dados são diários, observados as 12 e 18 GMT, que correspondem a 9 e 15 horas locais, no período de 1989-1998. Cerca de 50 % não estavam digitalizados e tiveram de ser copiados a mão e depois digitados. Com a ajuda de programas de computador foram obtidas as frequências relativas e absolutas de cada uma das 10 classes de cobertura de nuvens, que têm intervalos de 10%.

A classe ideal para o mapeamento de céu claro é obviamente a classe 1 (0-10%). Mas os estudos que estão sendo ainda realizados mostram indícios de que, devido aos erros e ao modo de observação terrestre, é possível incluir a classe 2 (10-20%) e talvez a 3 (20-30%) nas estatísticas finais, porque muitas vezes a nuvem é de tipo muito alto e tênue, como as Cirrus, que não prejudicariam voos baixos; ou as nuvens formam um bloco único, que ocupa apenas um setor da abóbada. Neste último caso, os setores que estão livres são uma área de extensão considerável.

Inicialmente foram preparados gráficos das médias anuais de todas as classes de cobertura de todos os postos para os dois horários observados. Em seguida foram analisadas apenas as médias de cada mês ao longo do ano para a classe 1. Como já era esperado, vários postos, apresentaram frequências de dias claros muito baixa ou nula, como mostra o gráfico de Arcoverde na figura 4. Assim a solução foi analisar as tendências das três primeiras classes de cobertura, que apresentam, no geral, um comportamento muito semelhante (Vide figura 4).

Figura 4. Exemplos de gráficos de frequência média anual para todas as classes de cobertura e gráficos de frequência mensal das classes 1, 2 e 3

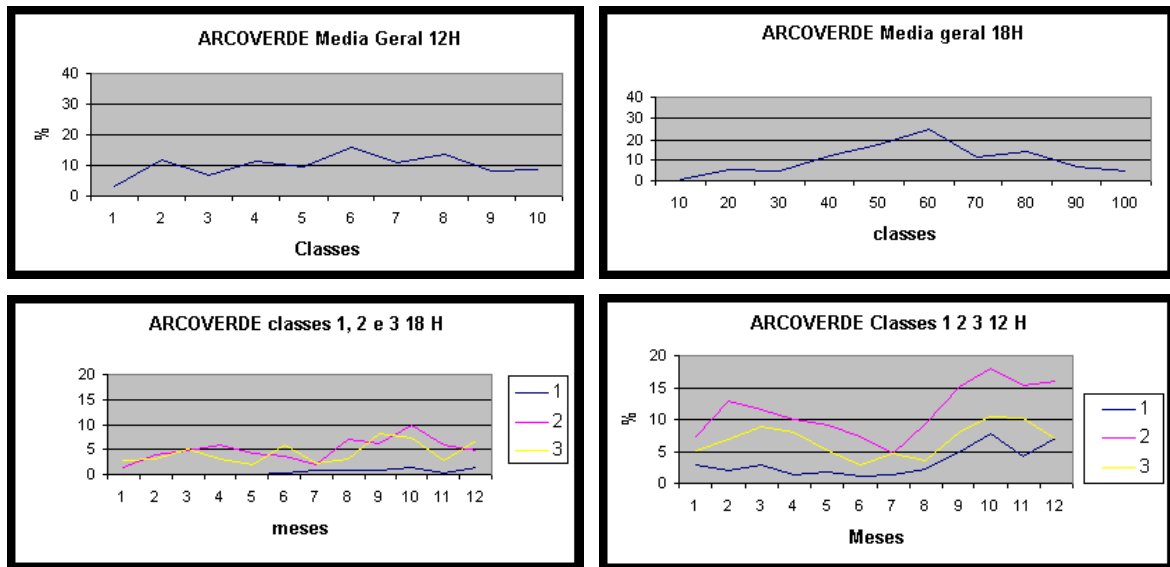


Fig. 4a : Arcoverde

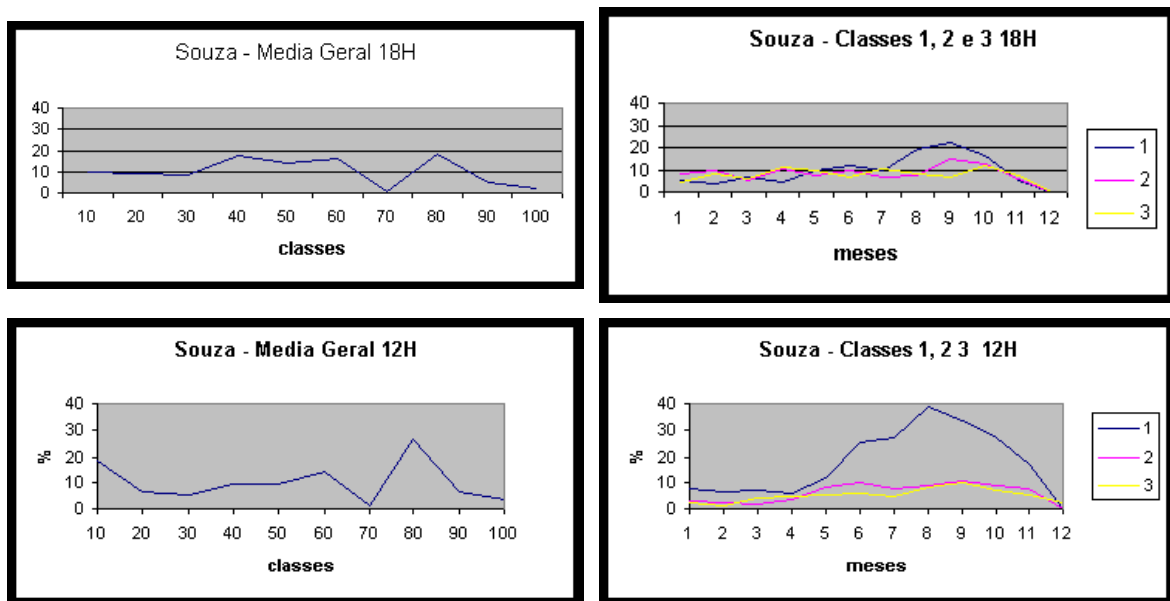


Fig. 4b : São Gonçalo (Souza)

5.2 Cartograma Proposto

A forma de representação para indicar as épocas favoráveis, escolhida para esta pesquisa, é apenas de uma mapa e uma tabela, segundo a forma empregada por F.J Sette em 1939, citado por Lee(1985), que também a usou no seu trabalho de atualização dos cartogramas para os EUA.

A primeira etapa é a classificação dos 20 postos meteorológicos pela semelhança do formato das curvas de frequências foram identificadas 7 sub-regiões. Em seguida usando as relações entre as médias anuais e as médias mensais de cada posto para as três classes , 1 2 e 3, foi gerada a Tabela 1.

A segunda etapa foi a delimitação das sub-regiões do mapa da figura 5. A partir da localização geográfica dos postos e tomando em conta outros fatores, como relevo, e classificação preliminar de um conjunto de imagens de satélites meteorológico METEOSAT, foram definidos os limites, que devem numa etapa posterior serem reavaliados. Abaixo do nome de cada posto meteorológico, ou cidade, estão dois números. O primeiro é a média geral das tres classes para os dois horários e que foi usado para o cálculo dos índices da tabela. O segundo, seguido das letra M ou T, é o maior valor médio da classe 1, entre as observações das 9 horas (Manhã) ou das 18 (Tarde). O segundo número e a indicação do horário de maior ocorrência de observações de céu serviu para provar que nem sempre o horário mais limpo é pela manhã e serviu também para confirmar o comportamento semelhante de cada sub-região.

A análise dos produtos finais desta etapa da pesquisa comprovam o que já era previamente conhecido: a existência de uma área de

nebulosidade constante e excessiva todo o ano. Com efeito as sub-regiões de 3 a 7 têm índices muito baixos de céu claro e apenas as 1 e 2 têm cidades que em alguns meses, notadamente de agosto-outubro e setembro-novembro, poderiam ser classificadas como sendo áreas mais favoráveis, por terem índices superiores a 20%, portanto um pouco menores que os 25% citados antes, como sendo um valor razoável de classificação. Os índices muito baixos de céu claro mostram que é necessário usar dados meteorológico de outras origens, que não apenas os terrestres, visto que os resultados não trazem números com valores práticos, suficientemente bons para garantir uma estimativa de vôo em tempo razoável. Fazer o planejamento de um vôo cuja previsão é de apenas um ou dois dias de céu claro por mês não leva, pelo método citado antes, a um cálculo economicamente viável. Mobilizar uma aeronave e tripulação para aguardar 15 ou 20 dias por um dia de efetivo trabalho é muito pouco.

A tabela 1 junto com as informações do mapa da figura 5 permitem que se encontre o número médio de dias claros em qualquer mês do ano, para qualquer ponto do mapa, conforme sua localização. A adoção de um outro número vai depender do planejador do vôo, visto que tais números são médias com uma variância ainda não determinada e de levar em consideração se é ou não, período de atividade do El Niño, quando a nebulosidade diminui.

Tabela 1. Índice Média Mensal/Média Anual de ocorrência de dias claros

	Jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
Regiao1	0.5	0.4	0.5	0.5	1.0	1.1	1.3	1.6	1.9	1.5	0.9	0.8
Regiao2	0.7	0.7	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	1.1	1.5	1.6	1.2	1.3
Regiao3	0.8	0.8	0.5	0.5	0.8	0.5	0.4	1.1	1.8	2.4	1.4	1.1
Regiao4	0.8	1.2	0.8	0.6	1.3	0.6	0.3	0.4	1.4	1.8	1.3	2.0
Regiao5	0.4	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	0.9	1.0	1.6	1.6	1.2	1.3
Regiao6	0.9	0.8	0.7	0.5	1.0	0.8	1.1	1.4	1.4	1.7	0.6	1.2
Regiao7	0.7	1.6	1.8	1.2	2.1	1.9	0.3	0.3	0.9	0.6	0.4	0.4



Fig. 5 : Cartograma de Céu Claro para o Nordeste do Brasil

Utiliza-se a tabela e a figura da seguinte forma: localiza-se a região onde se realizará o vôo e a cidade mais próxima que tenha abaixo do nome os números de média anual de dias claros. Procura-se na tabela 1 o índice que corresponde à sub-região que abrange a área onde se realizará o levantamento. Este valor multiplicado pelas duas médias anuais fornecem as médias mensais de dias claros, o valor mais alto é mais otimista e pode ser usado para prever mais tentativas de vôos em eventuais buracos, enquanto que o menor é a previsão de ocorrência de até no máximo 10% de nuvens. A melhor época do ano será aquela que tenha o maior índice. Considera-se que a cidade seja representativa das condições de nebulosidade em sua volta. Para pontos intermediários é possível se fazer uma interpolação entre as duas cidades mais próximas.

Por exemplo, identificar a melhor época do ano para vôos em João Pessoa e calcular a quantidade média de dias claros naquele mês. A cidade tem médias anuais de 0,5 e 1,5 e está localizada na sub-região 6 e o maior índice mensal é do mês de outubro igual a 1,7; que multiplicados têm produtos 0,9 e 2,6 dias.

Ao fim da pesquisa serão cruzados os dados das observações terrestre com as de satélites com a finalidade de definir melhor os limites de cada sub-região. Será possível também fornecer maiores detalhes para o planejamento de voos nas áreas de baixo número de dias claros, como resultados de simulações e estimativas da duração em horas dos intervalos de céu claro.

6 Conclusões

Os cartogramas de condições favoráveis a vôos fotogramétricos usados no Brasil estão desatualizados e não trazem nenhuma informação sobre as áreas de nebulosidade constante e excessiva que existem em várias regiões do país.

O tratamento e processamento dos dados de observações terrestres de postos meteorológicos do INMET, no período 1989-1998, confirmaram estatisticamente a existência de uma região crítica de nebulosidade para fins aerofotogramétricos no extremo oriental do NE e que o tratamento estatístico convencional usado até o momento não ajudam no planejamento de vôos em regiões problemáticas.

Com os dados disponíveis foi gerado um novo mapa de céu claro que em breve, ao fim de uma pesquisa em curso, será melhorado com dados adicionais de satélites meteorológicos. O cartograma obtido demonstra a viabilidade de construção de um mapa mais rico em informações e que pode ser expandido para todo o Brasil.

Os autores agradecem ao INMET pela cessão dos dados, que fazem parte do acervo do 3º Distrito Meteorológico em Recife-PE.

7 Referências Bibliográficas

Appleman, M.S. **A Comparison of Simultaneous Aircraft and Surface Cloud Observations**. Journal of Applied Meteorology. V. 1, n. 4, p.548-551. 1962

Chede, F.C., Chede, I. C.G. **Estudo das Regiões Climatológicas Brasileiras e sua Utilização Prática na Aerofotogrametria**. 2ª edição. Escola de Aperfeiçoamento e Preparação da Aeronáutica Civil. Rio de Janeiro. 43 p. il. 1985.

Fleming, J. **Patterns of Aerial Photo Weather in Canada**. The Canadian Surveyor. V. 25 n.1. p 42-48. Mar, 1971.

Grupo de Aviação. **Climatologia Mensal**. Fotografia de coleção de 12 mapas. Seção de Informação. Setor de Planejamento Meteorológico. Base Aérea de Recife. 19??

Girardi, L; C. **Áreas e Épocas Favoráveis aos Vôos Aerofotogramétricos**. IAE-M-03/73. Centro Técnico Aeroespacial- IAE. São José dos Campos. 22 p il. 1973.

Graham, R. W., Read, R. E. **Practical Experiences with Films, Cameras and Navigation Systems**. Photogrammetric record. V. 91 n 16 p. 19-36. Apr 1998.

Greaves et Al. **Development of a Global Cloud Cover Model for Simulating Earth-Viewing Space Missions**. NASA CR-61345. Marshal Space Flight Center. 133 p. il. 1971

Guedes, R.L., et Al. **Cobertura de Nuvens e Temperatura a Superfície Observada e Obtida por Satélites: uma Comparação**. A ser publicado na Revista Brasileira de Meteorologia.

INMET. Mapas de Nebulosidade. Disponível na Internet. URL <http://www.inmet.gov.br>. Arquivo capturado em 06.10.1999.

J. E. **Expectancy of Cloudless Photographic Days in the Contiguous United States**. PE&RS. V. 51 n.12. p. 33-41. 1956.

Maurício, J. A. **Efeito da Cobertura de Nuvens em Sensoriamento Remoto**. Dissertação de Mestrado. INPE. São José dos Campos. 195 p. il. 1996.

Ministério da Agricultura. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília. Departamento Nacional de Meteorologia- INMET. 1992.

Ministério da Agricultura. **Normais Climatológicas**. Volume II. Escritório de Meteorologia. 1969.

Myers, B. J.Watts, S. J. **Shadowless Aerial Photography**. Divisional Report No 7. CSIRO: Camberra, Austrália. 41 p. 1981.

Rossow, et Al. **International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP). Documentation of New Cloud Data Sets**. Disponível na Internet via FTP. URL <ftp://isccp.giss.nasa.gov>. jan 1996.

Salomonson, V. V. **Cloud Statistics in Earth Resouces Technology Satellite (ERTS) Mission Planning**. NASA TM X-63674. Goddard Space Flight Center. 19 p. il. 1969.

Shenk, W. E., Salomonson, V. V. A **Simulation Study Explorating the Efect of Sensor Spatial Resolution on Estimates of Cloud Cover from Satellites**. NASA TND-6247. Goddard Space Flight Center. 19 p. il. 1971.

D. C. , Dalmolin, Q. O **Problema das Especificações am Serviços Aerofotogramétricos e Derivados**. Disponível na Internet URL http://geodesia.ufsc.br/geodesia_online. 2000.

Torsani, J. ^a, Viswanadham, Y. **Distribuição de Nebulosidade Total no Brasil**. INPE. São José dos Campos. Il 15p. 1982.