Processos modernos em topographia

PHOTOTOPOGRAPHIA

Pelos principios elementares enunciados nos numeros anteriores e conhecendo quanto se podem prestar para levantamentos topographicos as photographias das zonas a levantar, pode-se estabelecer as condições a que deve satisfazer um instrumento, para com elle se fazer levantamentos phototopographicos.

Essas condições são as seguintes:

1) o instrumento deve ter uma boa camara photographica e estar munido de todos os accessorios necessarios para garantir que a vista photographica, com elle tirada, se preste para o desenho das plantas, podendo se resumir, attendendo a isto, estes accessorios nos seguintes dispositivos:

a) uma objectiva orthoscopica que mesmo com campo angular grande, dê imagens perspectivamente certas, devendo ainda a sua distancia focal ser sufficientemente grande para dar imagens nitidas.

b) um dispositivo no plano da placa ou pellicula sensivel, que permitta traçar em cada prova o horizonte e o traço do plano vertical principal, o que melhor se consegue com um quadro graduado.

2) os elementos de orientação da photographia, a saber, o azimuth e o angulo de inclinação da vertical principal, devem-se poder determinar com toda a exactidão, para o que se necessita de:

a) que a objectiva da camara fique exactamente sobre a vertical do centro do limbo horizontal do instrumento e que este se possa centrar correctamente. (O azimuth poderá, pois, ser lido directamente no limbo.)

b) que haja na camara um dispositivo que permitta a leitura do angulo de inclinação da vertical principal do quadro com o horizonte o que se consegue por niveis e circulos verticaes graduados. Se o apparelho estiver munido de bussola, os azimuths magneticos podem facilitar a orientação.

Os instrumentos construidos para levantamentos phototopographicos, que satisfazem mais ou menos as condições acima enumeradas, receberam os nomes de photogrammetros e phototheodolitos. Um grande numero de ambos typos de apparelhos têm sido construidos em França, na Italia, na Allemanha, na Austria e nos Estados Unidos.

Sendo impossivel citar aqui os principaes destes apparelhos de cada paiz, e não sendo tão pouco o nosso objectivo dar descripções detalhadas e rectificações, fazer o estudo comparativo quanto a vantagens e inconvenientes inherentes a este ou áquelle typo de instrumento, vamos nos limitar a dar a classificação geral dos apparelhos empregados em phototopographia.

São cinco os grandes grupos em que se póde classificar os apparelhos até hoje conhecidos, a saber:

A) apparelhos photographicos communs adaptados para os levantamentos photogrammetricos.

B) apparelhos photogrammetricos propriamente dictos ou PHOTOGRAMMETROS.
C) PHOTOTHEODOLITOS.
D) apparelhos de panorama ou cylindrographos.
E) Estereophotogrammetros ou theodolitos.

No primeiro grupo figuram entre outros o apparelho adaptado por Meydenbauer, que sempre defendendo o principio que a phototopographia não poderia nunca concorrer com os outros processos topographicos, achava sufficiente para os terrenos completamente inaccessiveis aos outros processos, fazer a photogrammetria com um simples apparelho photographico em que por travessas applicadas externamente tornava-se invariavel a distancia focal. Separava pois Meydenbauer como se o faz sempre para os photogrammetros, a camara photographica dos apparelhos destinados a dar os angulos azimuthaes e verticaes.

No grupo dos photogrammetros encontra-se a maior variedade de apparelhos, differindo entre si em questão de detalhes. Querendo citar nomes tão sómente, teremos: Laussedat, Rousson, Legros, na França; Meydenbauer, Vogel & Doergens, Finsterwalder, etc., na Allemanha; Werner, Pollack, etc., na Austria; Deville, no Canadá.

No grupo dos phototeodolithos contamos entre outros o phototheodolito de Paganini, na Italia, o de Koppe na Allemanha, o de Bridge's Lee na Inglaterra, o do prof. Dr. A. Schell, construido por Starke & Kammerer, em Vienna, na Austria.

Apparelhos de panorama são muito pouco usados e limitamo-nos a citar aqui o cylindrographo de P. Meossard.

No ultimo grupo, finalmente, o dos estereophotogrammetros, ultima creação no assumpto, só podemos citar os apparelhos do Dr. Pulfrich, de Jena, na Allemanha, parecendo até a presente data nada ter sido apresentado de mais moderno.

Vamos em seguida occupar-nos da descripção mais detalhada de dous typos recommendaveis de photogrammetro e phototheodolito, o primeiro sendo o photogrammetro pequeno para exploradores de Sedelbauer em Munich, e o segundo o phototheodolito do prof. dr. Schell, recommendados o primeiro por Finsterwalder e o segundo por Dolezal.

Já tinhamos dito anteriormente que as photographias nos permittiam, sendo conhecida a distancia focal da lente, traçar os angulos, reduzidos ao horizonte, das diversas visuaes sobre os pontos photographados e que se devia conhecer mais a posição exacta do ponto principal em cada uma das photographias, posição esta determinada, aliás, pela intersecção das linhas que unem as marcas do horizonte e do plano vertical principal. Estes dous elementos, constantes para uma determinada camara photographica, constituem as constantes ou elementos de orientação interna. São as unicas que se têm num apparelho photographico adaptado e usado sem tripeça: ellas são, pois, independentes da posição do apparelho em relação á vertical do logar. A posição do apparelho no espaço é determinada pela orientação externa. São elementos da mesma, o azimuth, o angulo de inclinação da perpendicular sobre o quadro com o horizonte, a posição do horizonte em relação ao plano focal normal e a do traço do plano vertical principal.

Assim podemos concluir desde já que, para que um apparelho photographico qualquer possa servir para levantamentos, é preciso

que, além de ter uma lente orthoscopica, esteja munido da apparelhagem indispensavel para garantir a sua orientação interna. Si além disto o apparelho tem os dispositivos indispensaveis para se poder verificar a orientação externa em relação á vertical do logar na occasião de se tirar a photographia, dizemos ser o apparelho um photogrammetro.

Chama-se phototheodolito a reunião em um só apparelho, de um theodolito e de um apparelho photographico, instrumento este, pois, com que se poderá fazer indistinctamente photographias orientadas ou medidas correntes de angulos azimuthaes e verticaes.

Para trabalhos de phototopographia, só entram em linha de conta, apparelhos como já vimos de distancia focal constante o que geralmente é obtido nos apparelhos por uma camara de forma tronco-conica, rigida, de metal.

Para ficar em todas as photographias indicada a linha do horizonte e a vertical principal, é necessario como já se disse antes que haja marcas ligadas á camara (não aos chassis) cuja impressão se faz em todos os negativos. Usa-se tambem um quadro de dimensões conhecidas graduado que limita todos os negativos e de cujas dimensões se deduz as da perspectiva no escriptorio.

Em geral nos photogrammetros se emprega o quadro exclusivamente na posição vertical e exprimindo o campo de visão pelo angulo dado pelas linhas que unem as marcas verticaes e horizontaes ao foco de objectiva, ter-se-á geralmente, para o horizontal, angulos entre 45 e 60 graos e para o vertical entre 35 e 45 graos sexagesimaes.

Acontece porém que com esta amplitude vertical para o campo de visão nas montanhas não se alcança campo sufficiente, pelo que todos os photogrammetros vêm munidos de um dispositivo que permitte deslocar a objectiva verticalmente, ficando este deslocamento registrado para os trabalhos ulteriores de escriptorio numa escala milimetrica externa á camara.

As dimensões mais usuaes para camaras de photogrammetros são as de 9 por 12 e 18 por 24 com distancias focaes entre 10 e 27 cm.

Apezar de ser a precisão que se pode obter, directamente proporcional á distancia focal, levam comtudo vantagem os formatos pequenos sobre os grandes. Crescendo approximadamente o peso do apparelho com o cubo da distancia focal, é preciso que os apparelhos grandes sejam desmontaveis alem de que o que se ganha em precisão com o augmento da distancia focal perde-se pelo augmento das deformações da lente, da impraticabilidade de chapas sensiveis absolutamente planas, e da falta de estabilidade dos apparelhos desmontaveis.

Pode-se assim estabelecer, segundo Finsterwalder, que o formato 9 por 12 com 11 cm. de distancia focal e 3,5 kg. de peso, se presta perfeitamente para explorações scientificas de que devam os levantamentos de itinerarios serem desenhados na escala de 1:25000.

Para levantamentos de mais detalhe que devam ser desenhados na escala de 1 por 5000 convem então empregar um apparelho de 12 por 16 com 15 cm. de distancia focal e 10 kilos de peso approximadamente.

Como exemplo de um pequeno photogrammetro proprio para exploradores queremos citar aqui o que é fabricado por Sedelbauer, em Munich, recommendado por Finsterwalder, como satisfazendo perfeitamente ás exigencias impostas. Além de ser leve (3,5 kg. com tripeça, caixa e chapas) é barato, pois é vendido pelo fabricante por 360 marcos.

Rapidamente vamos descrever este photogrammetro:

Uma camara rigida de 9 por 12, constituida por uma armação de aluminio coberta de couro, de forma trapezoidal na base; tem na frente mais estreita uma objectiva *a*, guiada por uma corrediça: a objectiva é um Protar da casa Zeiss com 112 mm. de distancia focal.

A posição da objectiva pode ser alteada ou baixada de 25 mm., estes deslocamentos podendo ser lidos numa escala com approximação de 0,1 mm. A 108 m/m atraz da objectiva está o quadro, que tem de luz as dimensões 105 por 75 m/m. Contra este quadro vem encostar-se o chassis de madeira duplo typo Kodak: as corrediças destes chassis são de borracha vulcanisada; a chapa sensibilisada está a 4 mm. do quadro no foco principal da lente. O quadro sae representado sobre a chapa com 108,8 por 77,8 m/m. Desvios ou falta de parallelismos, etc. da chapa em relação do quadro apparecem com as respectivas deformações na chapa e podem ser devidamente levados em conta nos desenhos. O campo de visão é horizontalmente dado por um angulo de 52 graos e verticalmente por um angulo de 30 para cima e 6,5 graos para baixo quando a corrediça estiver na posição extrema de 19 mm. approximadamente para cima e viceversa.

Dentro de um campo de visão de 43 graos, o erro de deformação da lente não passa de 2,5': A tripeça é provida de joelho universal, parafuzo de pressão e chamada. A calagem é verificada num nivel espherico *c*, aferido para 2 m/m. de desvio com approximação de 3'. Este nivel está dentro de uma bussola *e* com 80 mm. de diametro e divisão em graos. A leitura na bussola e a calagem perfeita do nivel se faz depois de posto o chassis na camara e retirada a corrediça, isto é: exposta a chapa. Afim de se poder verificar que parte da paisagem está abrangida na chapa ha um visador que se vê claramente na Fig. n. 1.

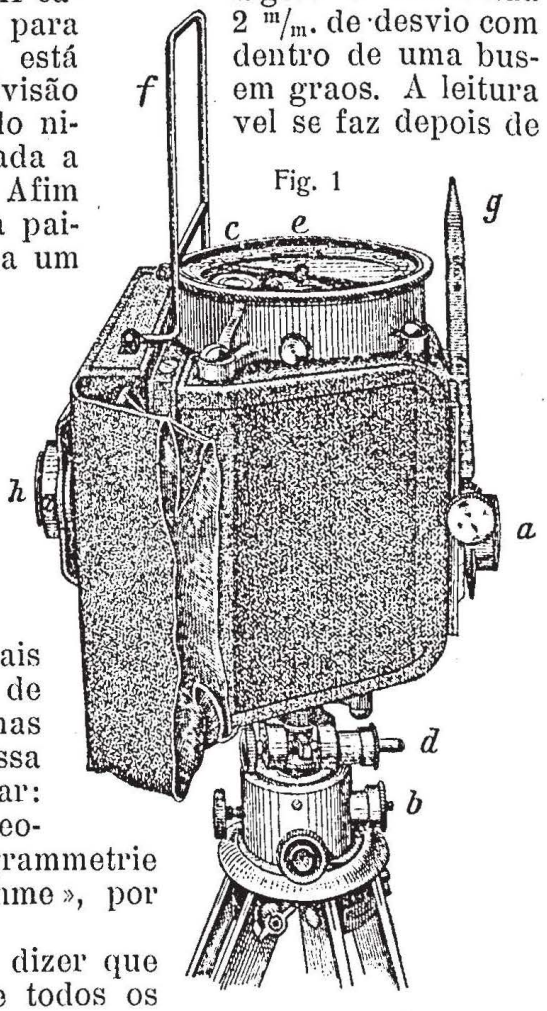


Fig. 1

Si o apparelho está munido de um reticulo esticado entre as marcas do quadro pode-se adaptar no vidro despolido uma ocular de grande angulo *k* obtendo-se assim em combinação com a objectiva uma luneta cuja inclinação é verificada na escala da corrediça da objectiva.

Abstemo-nos de entrar aqui em mais detalhes sobre rectificações, modo de uzar, etc., por falta de espaço, mas recommendamos a quem se interessa por este photogrammetro consultar: « Anleitung für wissenschaftliche Beobachtungen auf Reisen: Die Photogrammetrie als Hilfsmittel der Geländeaufnahme », por Finsterwalder.

De um phototheodolito se pode dizer que é um photogrammetro provido de todos os dispositivos necessarios para fazer photographias com as chapas inclinadas arbitrariamente e, da apparelhagem necessaria para que possa servir como theodolito perfeito, isto é: capaz de medir angulos verticaes e horizontaes com precisão.

Parece que até hoje a melhor solução tem se dado a esta combinação seguindo as indicações dadas originalmente por Pio Paganini.

Em seu phototheodolito, Paganini empregou o artificio de aproveitar a lente da camara photographica como objectiva da luneta do theodolito, adaptando convenientemente no plano do reticulo o dispositivo para receber os chassis photographicos.

Aproveitando esta solução e combinando-a com os melhoramentos introduzidos por outros fabricantes, o prof. Dr. A. Schell, ideou o seu phototheodolito, que Dolezal recommenda como satisfazendo inteiramente. Dizendo que, com todo o rigorismo, este phototheodolito preenche todas as condições que se impõe a um instrumento de precisão, Dolezal, que o experimentou praticamente, faz a seguinte descripção do apparelho:

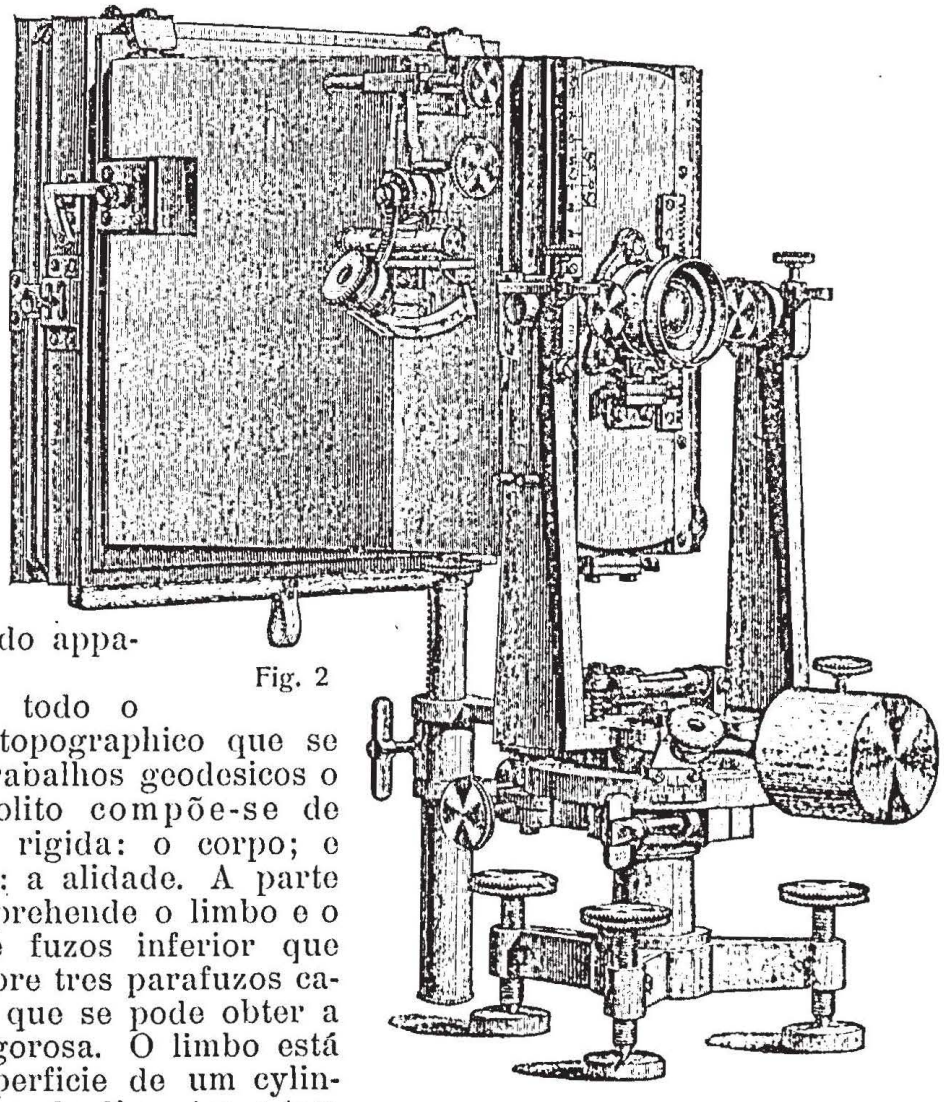


Fig. 2

«Como todo o apparelho topographico que se destina a trabalhos geodesicos o phototheodolito compõe-se de uma parte rigida: o corpo; e uma movel: a alidade. A parte rigida comprehende o limbo e o systema de fuzos inferior que repousa sobre tres parafuzos calantes com que se pode obter a calagem rigorosa. O limbo está sobre a superficie de um cylindro de 14 cm. de diametro e tem divisão sexagesimal na qual se pode lêr angulos horizontaes por meio de um vernier com a approximação de um minuto. Pelo resto a alidade gyra no fuzo do systema do limbo commandada por parafuzos de pressão e chamada. Niveis cylindricos permittem a verificação da calagem.

A camara prismatica pode ser engatada nos supportes ou mancaes do porta alidade de forma tal que o segundo ponto nodal da objectiva venha cair exactamente sobre a vertical da estação, no centro da alidade. Na camara, de forma de um prisma, de quatro

faces, duas horizontaes e duas verticaes, está na parte dianteira a objectiva presa a uma chapa que, por meio de corrediças, pode ser deslocada verticalmente, movimento este regulado por um parafuzo de pressão, e registravel numa escala millimetrica com approximação de 0,05 m/m.

O movimento da objectiva tem por fim, em primeiro logar levar a imagem produzida pela objectiva a qualquer ponto da chapa ou vidro depolido e em segundo logar permittir a medida indirecta dos angulos verticaes dos objectos pela amplitude do deslocamento da objectiva e a distancia focal conhecida. Finalmente ainda se pode approximar ou afastar a objectiva do quadro para photographar pontos proximos.

Na face da camara opposta á que tem a objectiva está ligado com a camara um quadro metallico provido de serrilha de dentes triangulares espaçados de um centimetro, havendo quatro mais salientes que indicam o horizonte e a vertical principal. Em contacto com este quadro pode-se collocar um vidro depolido que tem no centro uma pequena occular de Ramsden munida de reticulo.

Esta occular com o reticulo em combinação com a objectiva formam a luneta do phototheodolito, typo este adoptado como já dissemos originalmente por Paganini. A maior parte dos outros constructores tem preferido empregar lunetas excentricas separadas da camara photographica o que exige emprego de contrapesos e torna muito pesado o apparelho.

Tanto o quadro do vidro depolido como o chassis podem ser regulados em posição relativa á camara para obter a coincidencia da linha horizontal da serrilha e a do fio horizontal doreticulo.

Feita a visada atravez do reticulo e escolhida a posição conveniente da paisagem no vidro depolido retira-se este e colloca-se o chassis fazendo-o encostar na serrilha do quadro por pequenas molas.

A camara de 18 por 24 está equilibrada por um contrapeso que se acha á frente do apparelho. Pode-se levantar ou baixar a camara que gyra em torno dos munhões de descanço por meio de uma cremalheira, bem visivel na nossa fig. n. 2.

Para que tambem fiquem directamente registrados os angulos verticaes de inclinação ha um segmento graduado provido de nivel, adaptado lateralmente á camara, a aproximação de leitura destes angulos sendo de 1'. Finalmente na parte superior da camara pode-se adaptar ainda uma bussola. Quanto á tripeça e apparelho de callagem são do typo commummente empregados nos bons theodolitos.

Ainda por falta de espaço abstemo-nos de entrar aqui em mais detalhes sobre rectificações, modo de usar, etc., deste phototheodolito, indicando porém o livro «Anwendung der Photographie in der praktischen Messkunst», de Eduard Dolezal, para informações mais detalhadas.

Uma das grandes difficuldades que resta a vencer para quem provido de bom instrumento fez boas photogaaphias no campo é a da identificação de pontos em duas photographias no escriptorio. Como já tinhamos dicto, a theoria de Hauck, baseada sobre os pontos «Kern» das perspectivas, presta bons serviços em certos casos, como nas beiras de matto, cursos dagua, etc.

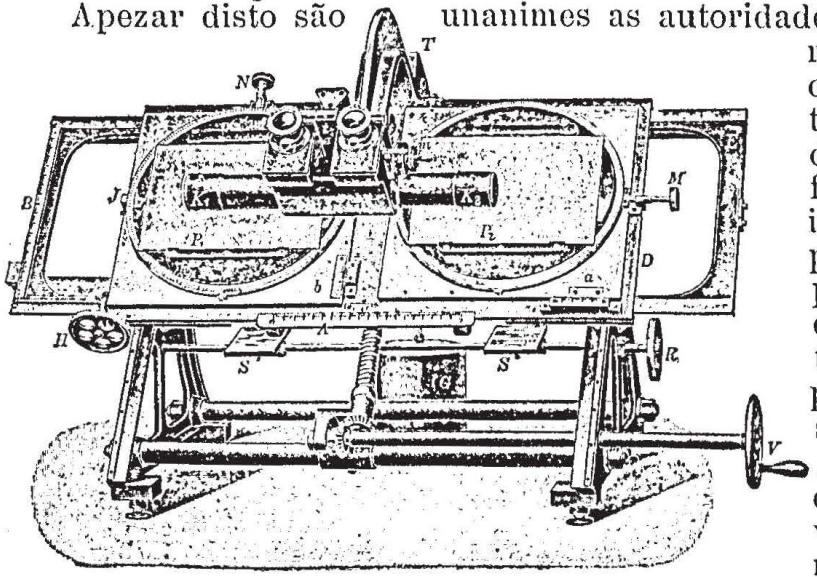
O Dr. Pulfrich, de Iena, construiu, baseado na estereoscopia, um apparelho que permitte recompor plasticamente duas photographias vistas atravez do binoculo de seu estereocomparador e desta forma identificar sobre ellas os pontos e mesmo medir as distancias da estação a elles.

E' porém necessario que as photographias para poderem ser aproveitadas pelo estereocomparador tenham sido tiradas com os planos principaes parallelos entre si e perpendiculares á base previamente medida entre as duas estações.

Certamente ha grande vantagem em se ter pela imagem plastica da região photographada, mais certeza no reconhecimento de pontos identicos, ainda mais que pelo processo commummente usado de marcar os pontos por intersecção de visuaes das estações sobre os pontos, se pode ás vezes ter duvidas sobre a identidade dos mesmos.

Basta lembrar que um pico visto de dous pontos differentes dá na silhoueta aspectos bem diversos.

Apezar disto são unanimes as autoridades no assumpto em recommendar o processo antigo das intersecções mas com distancias maiores, fazendo de estações intermediarias apropriadas photographias estereoscopicas, que possam ser tratadas pelo Komparator, servindo assim a estereophotogrammetria como complemento de alto valor nos levantamentos phototopographicos.



Estereo compârador do Dr. Pulfrich fabricado na casa Zeiss, Iena

Concluindo vamos transcrever aqui uma observação que faz Koppe em um artigo publicado no «Prometheus» n. 914 (1910):

A photopographia não poderá nunca em nenhuma de suas formas, fazer um levantamento completo em si, precisando sempre do auxilio dos outros methodos topographicos para aquelles detalhes que não sahem bastante claros nas photographias, como thalwegs, etc.

Assim sempre será necessario completar os levantamentos phototopographicos por um topographico qualquer de detalhe e na pratica em geral divide-se as zonas conforme a melhor adaptabilidade a um ou outro processo, para serem levantadas em combinação.

Si até hoje a phototopographia teve relativamente muito pouca applicação, é isto devido a que ella não é tão facil como parece á primeira vista, dependendo a sua applicação judiciosa mais das circumstancias locaes e principalmente das aptidões do operador na phototopographia do que nos outros processos directos de medição, pelo que tambem estes manter-se-hão predominantes na frequencia de applicação.

Dr. João Lüderitz.