
Programa ARM

Guia de Instrumentos

*Estação do Arquipélago dos Açores
Portugal*

RPT(AMF)-001.006PT

Abril 2009

Gabinete de Gestão do Programa ARM/Pacífico Ocidental Tropical

Laboratório Nacional de Los Alamos

Departamento de Energia do Estados Unidos da América

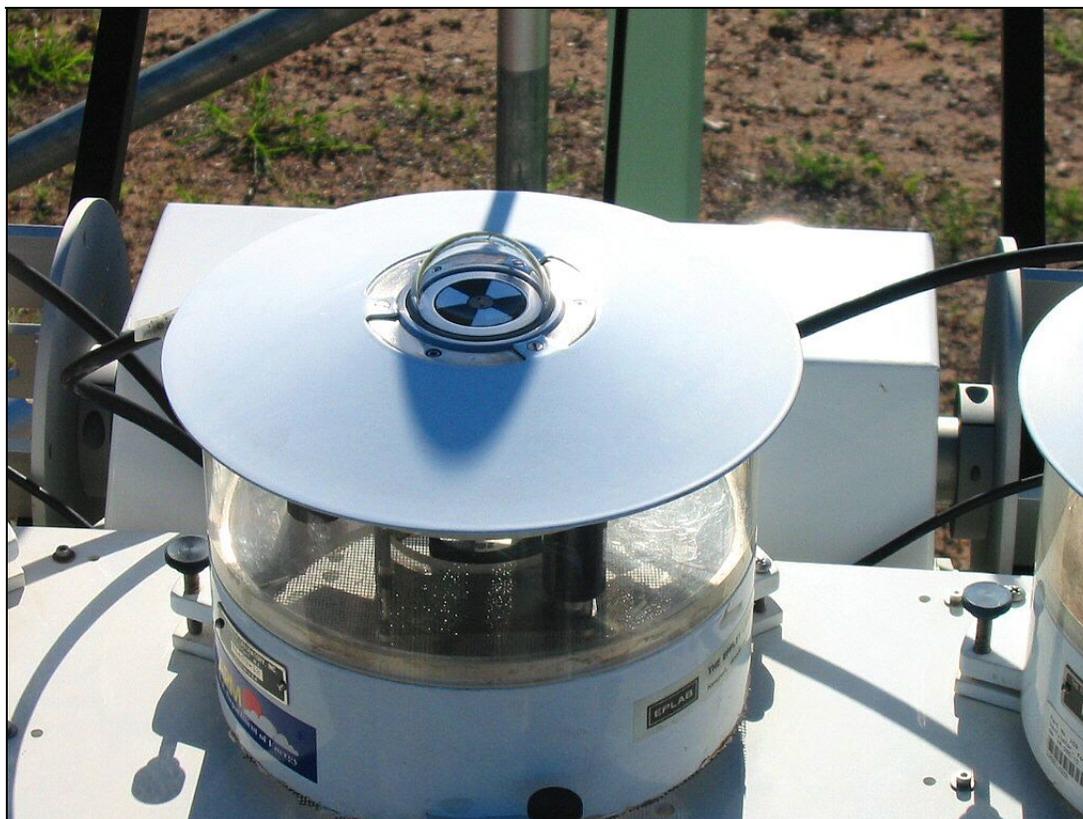
www.twppo.lanl.gov

Índice

Instrumentos da SKYRAD	1
Piranómetro Preto e Branco (P/B) Sombreado da SKYRAD	1
Radiómetro de Infravermelhos de Precisão Sombreado (PIR) da SKYRAD	2
Piranómetro Espectral de Precisão Não-Sombreado (PSP) da SKYRAD	3
Pirheliómetro de Incidência Normal (NIP)	4
Termómetro de Infravermelhos com Mira Ascendente (IRT)	5
Radiómetro Multi-Filtro Espectral com Banda de Sombra Rotativa (MFRSR)	6
Colector Total de Imagens do Céu (TSI)	7
Instrumentos da GNDRAD	8
Piranómetro Espectral de Precisão (PSP) da GNDRAD	8
Radiómetro de Infravermelhos de Precisão (PIR) da GNDRAD	9
Termómetro de Infravermelhos de Mira Descendente (IRT)	10
Instrumentos Meteorológicos De Superfície (SMET)	11
Sensores de Vento por Ventoinha (WND) - (Anemómetros)	12
Sensores da Temperatura e da Humidade Relativa (T/RH)	13
Barómetro	14
Pluviómetro Óptico (ORG)	15
Detector das Condições Metereológicas Actuais (PWD)	16
Sistema de Medição de Fluxos por Correlação de Vórtices Turbulentos (ECOR)	17
Radiómetro de Microondas (MWR)	18
Perfilador Radiómetro de Microondas (MWRP)	19
Radiómetro de Microondas - Alta Frequência (MWRHF)	20
Ceilómetro	21
Lidar Micropulsado (MPL)	22
Sistema de Sondagem por Balão (BBSS)	23
Interferómetro Atmosférico da Radiação Emitida (AERI)	24
Sistema de Observação de Aerossóis (AOS)	25
Radar ARM de Nuvens de Banda Larga (WACR)	26
Perfilador Radar-Vento (RWP)	27
Fotómetro Solar Cimel (CIMEL)	28
Radiómetro Zenital de Campo de Visão Estreito e de 2 Canais (2NFOV)	29

Instrumentos da SKYRAD

Piranómetro Preto e Branco (P/B) Sombreado da SKYRAD



O Piranómetro Preto e Branco Sombreado mede a quantidade de radiação solar (i.e., luz solar) que recai sobre o sensor que se encontra sob a cúpula transparente. Quando o piranómetro Preto e Branco se encontra acoplado a um sistema rastreador solar e é sombreado por luz solar directa, medirá apenas a parte da radiação solar difundida em sentido descendente pelas nuvens ou outro material que se encontre na atmosfera, e pela própria atmosfera. O valor é designado de irradiação solar “difusa” e aumenta com a presença de nuvens. O piranómetro P/B é diferente do Piranómetro Espectral de Precisão não sombreado (PSP) uma vez que é menos afectado pelo arrefecimento por radiação.

Instrumentos da SKYRAD:**Radiómetro de Infravermelhos de Precisão Sombreado (PIR) da SKYRAD**

O Radiómetro de Infravermelhos de Precisão Sombreado mede a quantidade de energia de infravermelhos (i.e., calor) que recai sobre o sensor que se encontra sob a cúpula brilhante. Esta energia é do mesmo tipo que a energia de calor sentida junto a uma fogueira ou a um fogão de cozinha. A cúpula brilhante reflecte a radiação solar mas permite a passagem da radiação de infravermelhos. Este Radiómetro de Infravermelhos de Precisão encontra-se acoplado a um rastreador solar e o respectivo sensor é sombreado por luz solar directa. Este sombreamento previne o aquecimento da cúpula e do instrumento devido à luz solar directa; uma situação de aquecimento que poderia originar erros na medição.

No AMF, existem dois Radiómetros de Infravermelhos de Precisão Sombreados (n.º 1 e n.º 2).

Instrumentos da SKYRAD:**Piranómetro Espectral de Precisão Não-Sombreado (PSP) da SKYRAD**

O Piranómetro Espectral de Precisão Não-Sombreado mede a quantidade de radiação solar (i.e., luz solar) que recai sobre o sensor que se encontra sob a cúpula transparente. Quando direccionado e apontado para cima e não sombreado, medirá a quantidade total de radiação solar proveniente directamente do sol e a radiação difundida no sentido descendente pelas nuvens, outro material na atmosfera ou pela própria atmosfera. Este valor é designado de irradiação solar “total” ou “global”. O valor é reduzido com a presença de nuvens.

Instrumentos da SKYRAD: Pirheliómetro de Incidência Normal (NIP)



O Pirheliómetro de Incidência Normal é como um telescópio com um campo de visão estreito. Tem um sensor na extremidade do visor que mede a quantidade de radiação solar que nele incide. O Pirheliómetro de Incidência Normal encontra-se acoplado a um sistema rastreador solar para que esteja sempre a apontar directamente para o sol. O valor é designado de irradiação solar “directa” e decresce quando o sol está mais baixo no céu. Quando existe a presença de nuvens espessas (i.e., quando não se consegue ver o disco solar), a medição deverá ser de aproximadamente zero.

Instrumentos da SKYRAD: Termómetro de Infravermelhos com Mira Ascendente (IRT)



O Termómetro de Infravermelhos com Mira Ascendente mede a temperatura de um objecto para o qual está apontado, quantificando a radiação de infravermelhos (i.e., o calor) que provém do objecto. Se o apontar para uma fogueira, o instrumento informá-lo-á da temperatura do lume. Quando o Termómetro por Infravermelhos com Mira Ascendente está apontado para cima, medirá a temperatura de radiação da atmosfera, também designada de “temperatura do céu”. Quando existe uma nuvem baixa, o Termómetro de Infravermelhos com Mira Ascendente mede a temperatura da parte inferior (base) da nuvem. Quando existe uma nuvem mais alta, o instrumento mede a combinação da temperatura da radiação da atmosfera e da base da nuvem alta.

Instrumentos da SKYRAD: Radiómetro Multi-Filtro Espectral com Banda de Sombra Rotativa (MFRSR)



O Radiómetro Multi-Filtro Espectral com Banda de Sombra Rotativa utiliza as medições da radiação solar difusa e total para determinar as propriedades da atmosfera. Possui um braço de sombreamento preto que roda sobre o sensor de 15 em 15 segundos. Quando o sensor não se encontra sombreado, medirá a irradiação solar total. Quando o braço de sombreamento bloqueia o sol a partir do sensor, o MFRSR mede a irradiação solar difusa. A irradiação solar directa pode ser calculada subtraindo o valor difuso ao valor total.

O MFRSR efectua na realidade sete medições simultâneas recorrendo a sete detectores. Um dos detectores mede toda a luz solar que entra; este valor é muito semelhante ao obtido pelo Piranómetro Espectral de Precisão Não-sombreado com Mira Ascendente. As outras seis medições utilizam o mesmo tipo de detector com diferentes filtros à frente. Estes filtros apenas permitem a que determinadas porções de luz solar passem através deles e para o detector. Tal como com o Periheliómetro de Incidência Normal, a quantidade de radiação de luz solar depende da altitude do sol acima do horizonte e da claridade da atmosfera. Medindo a irradiação da luz solar directa a partir de diferentes ângulos do sol, é possível calcular a quantidade de radiação solar no topo da atmosfera e a quantidade que é removida pela atmosfera antes de chegar à superfície.

Colector Total de Imagens do Céu (TSI)



O Colector Total de Imagens do Céu providencia uma série cronológica de imagens hemisféricas do céu durante o dia e recuperações da cobertura fraccional do céu em períodos em que a elevação do sol é maior que 5 a 10 graus.

Instrumentos da GNDRAD

Piranómetro Espectral de Precisão (PSP) da GNDRAD



O Piranómetro Espectral de Precisão mede a quantidade de radiação solar (i.e., luz solar) que recai no sensor que se encontra sob a cúpula transparente. Quando o Piranómetro Espectral de Precisão está apontado para baixo, mede a quantidade de radiação solar reflectida da superfície inferior. O valor depende da quantidade de luz solar que incide na superfície e a forma como a superfície subjacente reflecte a luz solar.

Instrumentos da GNDRAD:**Radiómetro de Infravermelhos de Precisão (PIR) da GNDRAD**

O Radiómetro de Infravermelhos de Precisão mede a quantidade de energia de infravermelhos (i.e., calor) que recai sobre o sensor que se encontra sob a cúpula brilhante. Esta energia é do mesmo tipo que a energia de calor sentida junto a uma fogueira ou a um fogão de cozinha. A cúpula brilhante reflecte a radiação solar mas permite a passagem da radiação de infravermelhos. Quando o Radiómetro de Infravermelhos de Precisão se encontra apontado no sentido descendente, mede a irradiação ascendente de infravermelhos ou a energia de calor proveniente da superfície inferior.

Instrumentos da GNDRAD:**Termómetro de Infravermelhos com Mira Descendente (IRT)**

O Termómetro de Infravermelhos de Mira Descendente mede a temperatura de um objecto para o qual está apontado, medindo a radiação de infravermelhos (i.e., o calor) que provém do objecto. Se o apontar para uma fogueira, o instrumento informá-lo-á da temperatura do lume. Quando o Termómetro de Infravermelhos está apontado no sentido descendente para a relva, mede a temperatura da relva. De forma semelhante, se o apontasse no sentido descendente para a pista do aeroporto, este iria medir a temperatura da pista. Este valor é designado de “temperatura da superfície” e depende do material da superfície, das condições meteorológicas na região e da hora do dia.

Instrumentos Meteorológicos de Superfície (SMET)

Existem vários instrumentos associados à Torre Meteorológica com uma altura de 10 metros. Estes medem a velocidade e a direcção do vento, a temperatura, a humidade, a pressão e a precipitação atmosférica.



Instrumentos da SMET: Sensores de Vento por Ventoinha (WND)



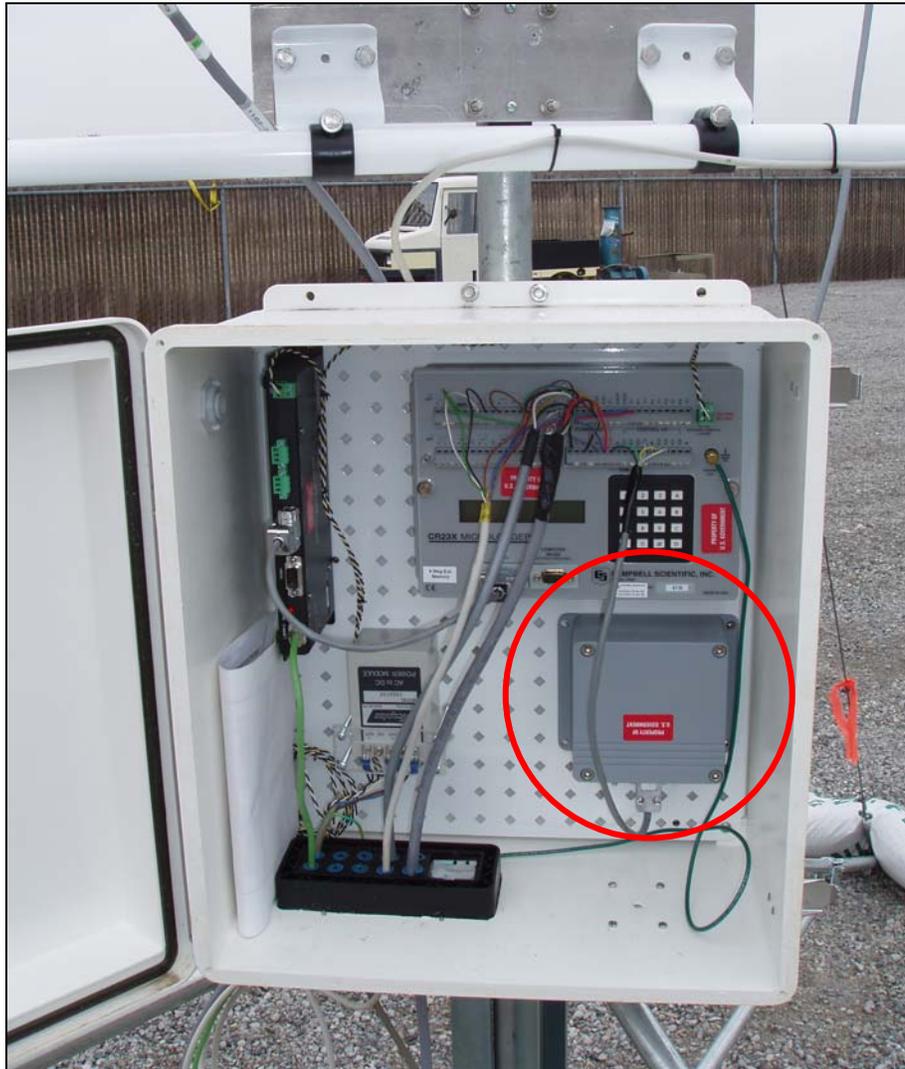
Os Sensores de Vento por Ventoinha encontram-se montados no topo da Torre Meteorológica. A hélice mede a velocidade do vento, sendo a direcção do vento medida pela posição da ventoinha.

Instrumentos da SMET: Sensores da Temperatura e da Humidade Relativa (T/RH)



Os Sensores da Temperatura e da Humidade Relativa encontram-se montados dentro de um tubo que os protege da luz solar directa. O tubo é fixado próximo da parte inferior da Torre Meteorológica. Uma pequena ventoinha numa extremidade permite a entrada de ar para o tubo e sobre os sensores.

Instrumentos da SMET: Barómetro



Um barómetro mede a pressão atmosférica e encontra-se alojado dentro da caixa registadora na Torre Meteorológica.

Instrumentos da SMET: Pluviómetro Óptico (ORG)



Instalado na Torre Meteorológica, o Pluviómetro Óptico mede a taxa de precipitação atmosférica em milímetros por hora (mm/hr). O instrumento envia um feixe de luz invisível de uma das suas extremidades para um detector na outra extremidade. Ao caírem, as gotas “quebram” o feixe. A taxa de precipitação é determinada medindo a frequência com que o feixe é “quebrado” e pode ser utilizado para calcular a quantidade total de chuva que caiu num determinado período.

Instrumentos da SMET:**Detector das Condições Meteorológicas Actuais (PWD)**

O Detector das Condições Meteorológicas Actuais mede a visibilidade junto à superfície estimando a quantidade de água das chuvas e combinando-a com o sistema de difusão por difracção óptico e as medições da temperatura. O AMF está equipado com o PWD22 da Vaisala que mede a visibilidade até 20 km, dependendo das condições meteorológicas.

Sistema de Medição de Fluxos por Correlação de Vórtices Turbulentos (ECOR)



O Sistema de Medição de Fluxos por Correlação de Vórtices Turbulentos fornece médias *in-situ* e de meia em meia hora dos fluxos turbulentos verticais de *momentum*, calor sensível e latente. Os fluxos são obtidos por meio de uma técnica de correlação de vórtices turbulentos; correlacionando o componente da estrutura vertical dos ventos com o componente da estrutura horizontal dos ventos, a temperatura sónica (aproximadamente igual à temperatura virtual) e a densidade do vapor de água. Este sistema é composto por dois instrumentos:

1. Um sensor de vento tri-dimensional (3-D) e de rápida resposta (anemómetro sónico) para obter os componentes da estrutura ortogonal dos ventos e a velocidade do som que deriva na temperatura do ar.
2. Um analisador de gás infravermelho de caminho livre para obter a densidade do vapor de água e a concentração de CO₂.

Radiómetro de Microondas (MWR)



O Radiómetro de Microondas mede as séries cronológicas das quantidades integradas na coluna de vapores de água e água em estado líquido. O vapor de água corresponde apenas às moléculas de água no ar e é normalmente invisível. A água em estado líquido corresponde às gotas de água nas nuvens. O valor que o radiómetro de microondas regista em relação ao vapor é o que iria obter se conseguisse retirar todo o vapor de água acima de um pluviómetro para condensação como água em estado líquido no pluviómetro. Embora as nuvens possam parecer que contêm muita água, os valores da água em estado líquido medidos pelo radiómetro de microondas correspondem normalmente a poucas décimas de um milímetro. Uma vez que o radiómetro de microondas não detecta gelo, também não identifica as partículas de gelo nas nuvens mais altas que se encontram tipicamente acima dos 5 km.

Perfilador Radiómetro de Microondas (MWRP)



O Perfilador Radiómetro de Microondas fornece perfis verticais do vapor de água, da água em estado líquido e da temperatura até 10 km de altitude. Esses mesmos perfis são obtidos em intervalos de 10 segundos e em condições meteorológicas limpas, com nebulosidade e com precipitação. As medições da temperatura são efectuadas com o Termómetro de Infravermelhos (IRT) instalado no topo.

Radiómetro de Microondas – Alta Freqüência (MWRHF)



O Radiómetro de Microondas – Alta Freqüência efectua medições em séries cronológicas das temperaturas da luminosidade a partir de dois canais centrados a 90 e 150 Ghz. Estes dois canais são sensíveis à presença de água em estado líquido e ao vapor de água precipitável.

Ceilómetro



O Ceilómetro mede a distância que vai do solo à base de uma nuvem situada directamente acima até cerca de 8 km acima da superfície. Esta distância é designada de “altitude da base da nuvem”. O Ceilómetro envia um impulso de luz e mede o tempo de retorno da luz após ser reflectida da base de uma nuvem.

Lidar Micropulsado (MPL)



Tal como o Ceilómetro, o Lidar Micropulsado mede a altitude das nuvens. Este instrumento consegue detectar nuvens a uma distância de 16 a 17 km; uma medição a uma maior altitude que o Ceilómetro.

Sistema de Sondagem por Balão (BBSS)



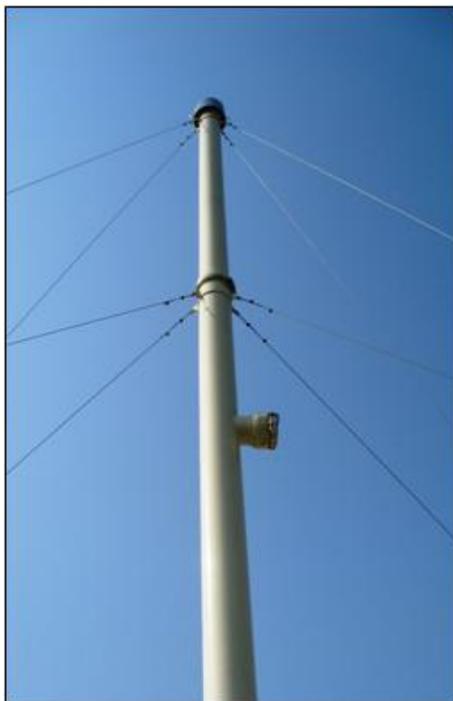
O Sistema de Sondagem por Balão fornece perfis verticais do estado termodinâmico (i.e., a temperatura) e da velocidade do vento, não descurando a direcção da atmosfera. Os dados são recolhidos por uma radiossonda acoplada a um balão meteorológico. Os principais componentes deste instrumento são uma radiossonda, um balão, uma antena para receber dados (mostrada acima) e o DigiCORA, um programa informático que recolhe dados a partir da radiossonda.

Interferómetro Atmosférico da Radiância Emitida (AERI)



O Interferómetro Atmosférico da Radiância Emitida mede um espectro de radiação de calor do céu emitido directamente no instrumento. Um espectro é uma distribuição de energia que atravessa uma série de comprimentos de onda. Uma vez que o instrumento mede um espectro de radiação de calor, os seus dados produzem perfis da temperatura e do vapor de água da atmosfera acima do instrumento. Os cientistas também utilizam os dados deste instrumento para melhorar os modelos de comportamento da radiação do calor na atmosfera terrestre.

Sistema de Observação de Aerossóis (AOS)



O Sistema de Observação de Aerossóis efectua medições de aerossóis *in-situ* na superfície. As principais medições são a absorção de aerossóis e dos coeficientes de difusão como uma função da dimensão das partículas e dos comprimentos de onda da radiação. As medições adicionais incluem a concentração do número de partículas, a distribuição da dimensão, o crescimento higroscópico e a composição química inorgânica. Este instrumento mede as propriedades ópticas aerossóis no sentido de uma melhor compreensão da forma como as partículas interagem com a radiação solar e influenciam o equilíbrio da radiação na Terra. .

Radar ARM de Nuvens de Banda Larga (WACR)



O Radar ARM de Nuvens de Banda Larga é um radar zenital que funciona com uma frequência de 95 GHz. O principal objectivo deste radar é determinar os limites das nuvens (i.e., a base e o topo das nuvens). Este radar consegue igualmente registar a reflectividade do radar (dBZ) da atmosfera até 20 km. Este instrumento tem, igualmente, uma funcionalidade Doppler que permite a medição das velocidades verticais dos constituintes das nuvens.

Perfilador Radar-Vento (RWP)



O Perfilador Radar-Vento mede os perfis do vento de 2 a 5 km e os perfis da temperatura virtual de 1 a 2 km, transmitindo energia electromagnética para a atmosfera e medindo a força e a frequência da energia difundida de volta.

Fotómetro Solar Cimel (CIMEL)



O Fotómetro Solar Cimel é um radiómetro multi-espectral, automático, de rastreio solar que mede os aerossóis, o vapor de água e o ozono, não descurando a radiação solar directa e a radiação do céu reflectida na superfície da Terra. As medições são efectuadas em comprimentos de onda pré-determinados e discretos nas partes visíveis do espectro perto dos infravermelhos no sentido de determinar a transmissão atmosférica e as propriedades de difusão. Este instrumento opera apenas durante o dia (i.e., com o sol acima do horizonte).

Radiómetro Zenital de Campo de Visão Estreito e de 2 Canais (2NFOV)



Este instrumento é um radiómetro instalado em terra que se encontra direccionado directamente para o céu. Com um estreito campo de visão, mede a radiação zenital descendente e numa série cronológica de 1 segundo. A radiação é medida a um comprimento de onda de 869 nm. Um exemplo da utilização dos dados recolhidos por este instrumento é a análise da estrutura interna das nuvens.