

amazon

Vol 3 / 2024

Expedition MAGAZINE

ISSN 29658136

Publication online

Amazon Expedition Magazine

(p 12-27)

English and
Portuguese

Ayahuasca or Hoasca

after all, which tea is drunk

**Plant dehydration, alkaloid concentration, and
cytotoxicity on ayahuasca traditional tea**

**Observations on
the connection of
the 11-year Solar
Cycle and the El
Niño and La Niña
phenomena**
rainfall in the
Amazon (1980-
2030)

Cosmic rays and
rainfall in the Amazon.
Forbush Phenomenon

**FRACTUS – Looking
for evidence of
Saharan dust**
Spectroscopy analyzes
show metals in
municipalities in the
Central Amazon.

**Tribes of the Park at
the Tarumã (Manaus-
Brazil) facing the
Anthropocene to go to
COP-30.**

amazon

Expedition MAGAZINE

FÍSICA DE PARTÍCULAS – PARTICLE PHYSICS
CLIMA ESPACIAL – SPACE WEATHER

FORBUSH PHENOMENON AND THE RAINS IN THE AMAZON

Fenômeno Forbush e as chuvas na Amazônia

Newton Silva de Lima¹, Roseilson Souza do Vale²

(1) Manaus Lutheran University Center (2) Federal University of Western Pará
newtonulbra@gmail.com; roseilsondovale@gmail.com

Image: Courtesy of the Pierre Auger Observatory – Malmargüe - Argentina

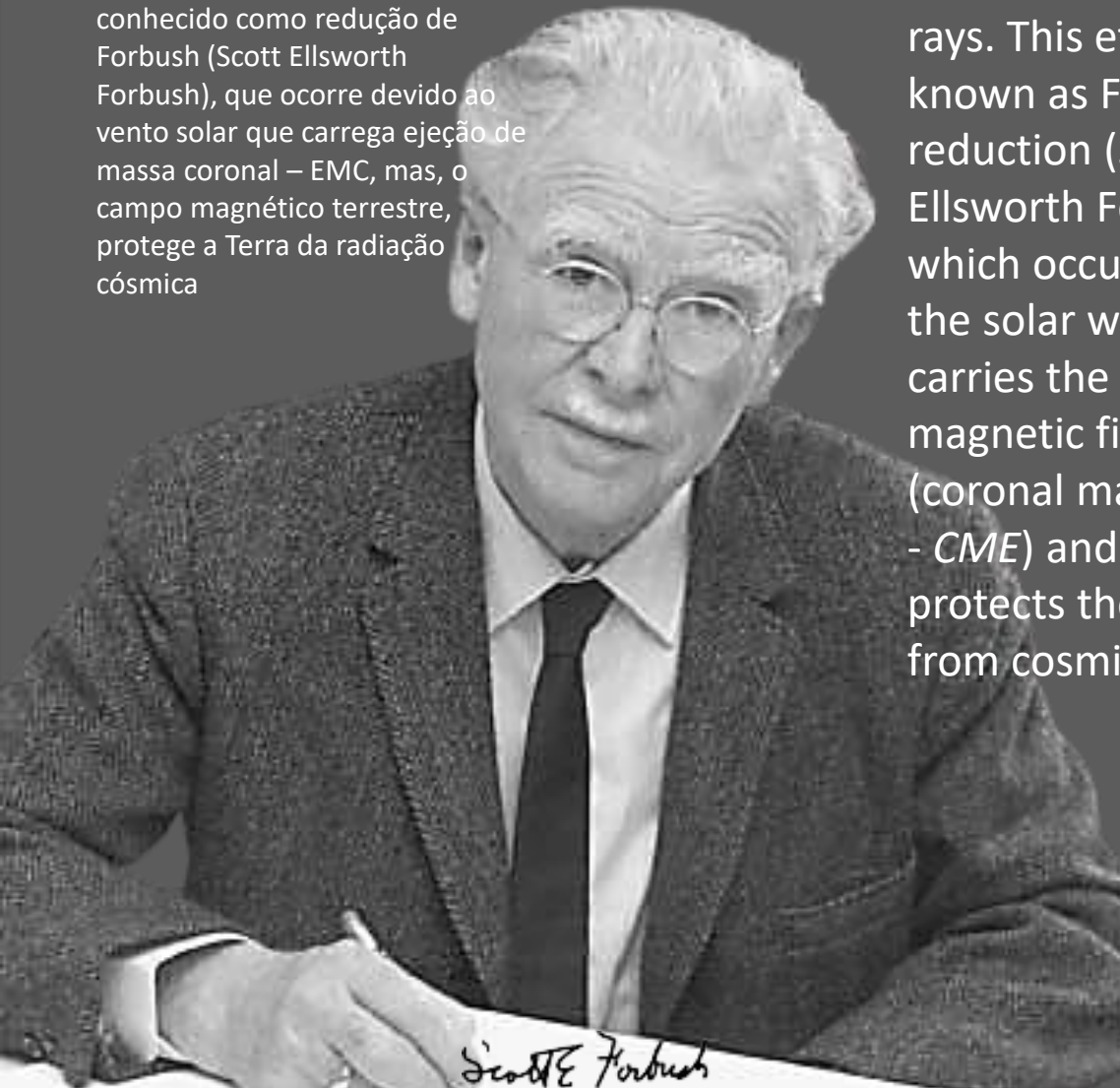
Phenomenon

FENÔMENO

FORBUSH

O aumento na intensidade dos raios cósmicos solares é frequentemente seguido por uma diminuição nos raios cósmicos extra-solares. Este efeito é conhecido como redução de Forbush (Scott Ellsworth Forbush), que ocorre devido ao vento solar que carrega ejeção de massa coronal – EMC, mas, o campo magnético terrestre, protege a Terra da radiação cósmica

The increase in the intensity of solar cosmic rays is often followed by a decrease in the extra solar cosmic rays. This effect is known as Forbush reduction (Scott Ellsworth Forbush), which occurs due to the solar wind that carries the Sun's magnetic field, with (coronal mass ejection - CME) and thus, protects the earth from cosmic radiation.



Scott E Forbush
Scott Ellsworth Forbush (1904-1984)

amazon

Expedition MAGAZINE



15 km ~ 20 km

COSMIC SHOWER

CHUVEIRO CÓSMICO

The cosmic bomber is more intense at the poles and smaller in the equatorial region, due to its alignment with the Earth's magnetic field.

O bombardeiro cósmico é mais intenso nos pólos e menor na região equatorial, devido ao seu alinhamento com o campo magnético terrestre.

Raios cósmicos

São núcleos altamente energéticos que atravessam nosso universo

Composição

Cerca de 87% dos raios cósmicos observados são núcleos de hidrogênio, 12% são núcleos de hélio e o restante são elementos mais pesados, como carbono e ferro.

Velocidade

Perto da luz no vácuo
Energia de uma bola de tênis com
 $v = 57 \text{ m/s}$ para uma massa $0,00000000000001$ menor que a da bola de tênis.

Cosmic Rays

They are highly energetic nuclei that cross our universe

Composition

About 87% of the observed cosmic rays are Hydrogen nuclei, 12% are Helium nuclei and the rest are heavier elements such as Carbon and Iron

Velocity

Close to light in a vacuum
Energy of a tennis ball with
 $v = 57 \text{ m/s}$ for a mass of $0,00000000000001 <$ (smaller) than the tennis ball.

Electron Photonics Component
Componente Eletrón Fotônica

Hadronic Component
Componente Hadrônica

Muonic Component
Componente Miônica



O Chuveiro Atmosférico Extenso

The Extensive Atmospheric Shower

A radiação cósmica primária é composta principalmente de prótons, partículas α e núcleos pesados, ao penetrar na atmosfera terrestre, inicia uma cadeia de interações com os núcleos atmosféricos. As interações ocorrentes produzem uma variedade de partículas altamente energéticas, principalmente prótons, nêutrons e mésons carregados, que se espalham na atmosfera, iniciando novas interações nucleares, formando um feixe de pequena abertura, conhecido por Núcleo do Chuveiro de partículas.

Numa interação nuclear, com certa fração de energia, pode produzir mésons π^0 s que decaem imediatamente em fótons. Tais fótons altamente energéticos, iniciam uma cascata eletromagnética dando origem a um grande número de elétrons negativos e positivos (pósitrons). Dando origem a componente mole do chuveiro extenso atmosférico terrestre.

Primary cosmic radiation is mainly composed of protons, α particles and heavy nuclei, upon penetrating the Earth's atmosphere, it begins a chain of interactions with atmospheric nuclei. The interactions that occur produce a variety of highly energetic particles, mainly protons, neutrons and charged mesons, which spread in the atmosphere, initiating new nuclear interactions, forming a small-aperture beam, known as the Particle Shower Nucleus.

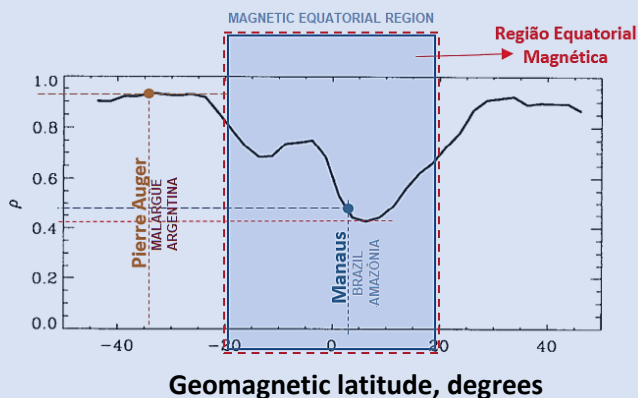
In a nuclear interaction, with a certain fraction of energy, it can produce π^0 s mesons that immediately decay into photons. Such highly energetic photons initiate an electromagnetic cascade giving rise to large numbers of negative and positive electrons (positrons). Giving rise to the soft component of the extensive terrestrial atmospheric shower.

Chuveiro Cósmico e a cobertura de nuvens

"cosmic shower and the cloud cover"



Henrik Svensmark
Division of Solar System Physics at the Danish National Space Institute (DTU Space) | Copenhagen.



Latitude profile of zonal average values of the correlation between the cosmic ray flux and the cloud cover over the oceans. The zonal averages have been derived corresponding to geomagnetic latitudes (dipole field with pole at 78.5°N 291°E)

Source (Fonte): H. Svensmark, E. F. Christensen. *Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationships. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 59, 11 (1997) 1225.

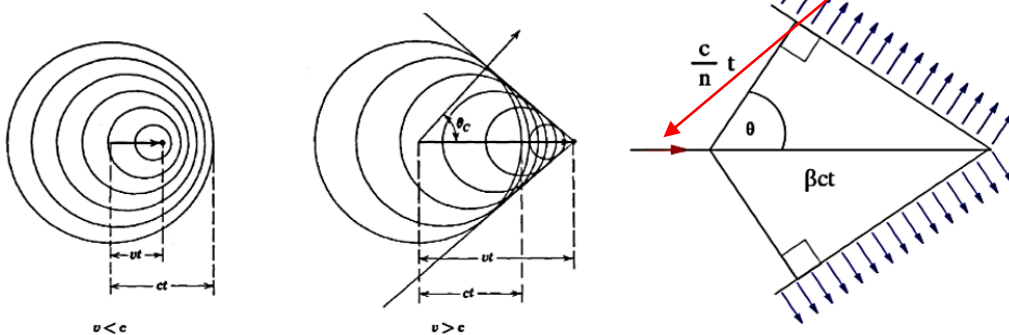
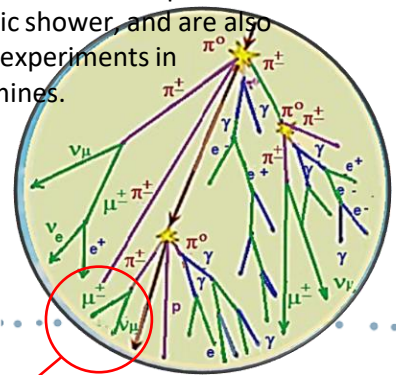
A componente mole é caracterizada por possuir uma cascata eletromagnética e ser absorvida por materiais de alto número atômico com o chumbo por exemplo.

A produção por interação nuclear de mésons π carregados, decaem em mésons μ e neutrinos. Eles tem interação fraca com a matéria, logo são bastante penetrantes, denominados componentes duros do chuveiro atmosférico, também são muito utilizados em experimentos em minas subterrâneas.

Teoria (Theory)

The soft component is characterized by having an electromagnetic cascade and being absorbed by materials with a high atomic number, such as lead, for example.

The production by nuclear interaction of charged π mesons decays into μ mesons and neutrinos. They have a weak interaction with matter, so they are quite penetrating, called hard components of the atmospheric shower, and are also widely used in experiments in underground mines.



$$\cos\theta_c = \frac{1}{\beta n}$$

$$\beta n = \frac{vn}{c}$$

Endler, 2010; Takeda, 2018

“Os raios cósmicos galácticos são as principais fontes de ionização na atmosfera mais baixa”.

Atmospheric Electricity in the Planetary Boundary Layer

William A. Hoppel, R. V. Anderson, and John C. Willett Naval Research Laboratory

O espalhamento múltiplo das partículas na atmosfera terrestre faz com que elas se espalhem lateralmente e como resultado do efeito acumulativo de muitas deflexões, as partículas do chuva chegam ao nível do mar distribuídas numa grande área. Sua densidade é maior no centro, local onde a partícula primária deveria incidir caso não tivesse interagido na atmosfera, e vai decrescendo com o aumento da distância ao centro do chuva.

As dimensões dos chuvas atmosféricos extensos podem conter 30×10^9 partículas espalhadas numa área de 4 km de diâmetro e que correspondem à uma energia primária de 6×10^{19} eV. Estas energias são muito maiores que as atuais atingidas por aceleradores de partículas (cerca de 10^{12} eV). Então, pesquisa sobre este tema necessita de grande área para instalações de detectores é o caso do Observatório Pierre Auger (Malargüe-Argentina), situado nos pampas “amarillo”.

The multiple scattering of particles in the Earth's atmosphere causes them to spread laterally and as a result of the cumulative effect of many deflections, the shower particles reach sea level distributed over a large area. Its density is greatest in the center, where the primary particle would have impacted if it had not interacted in the atmosphere and decreases with increasing distance from the center of the shower.

The dimensions of extensive atmospheric showers can contain 30×10^9 particles spread over an area of 4 km in diameter and which correspond to a primary energy of 6×10^{19} eV. These energies are much higher than those currently reached by particle accelerators (about 10^{12} eV). Therefore, research on this topic requires a large area for detector installations, this is the case of the Pierre Auger Observatory (Malargüe-Argentina), located in the “Amarillo” pampas.



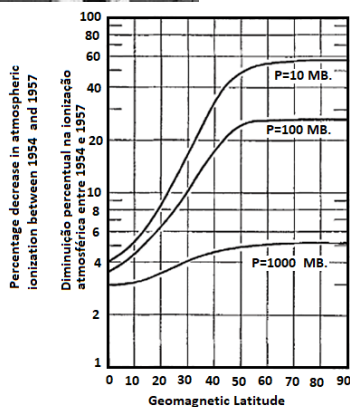
“Raios Cósmicos podem afetar o tempo e o clima”

“Cosmic rays can affect weather and climate” p. 451 – *Nature* 183 | 1959.

Cosmic Radiation and the Weather

EDWARD P. NEY

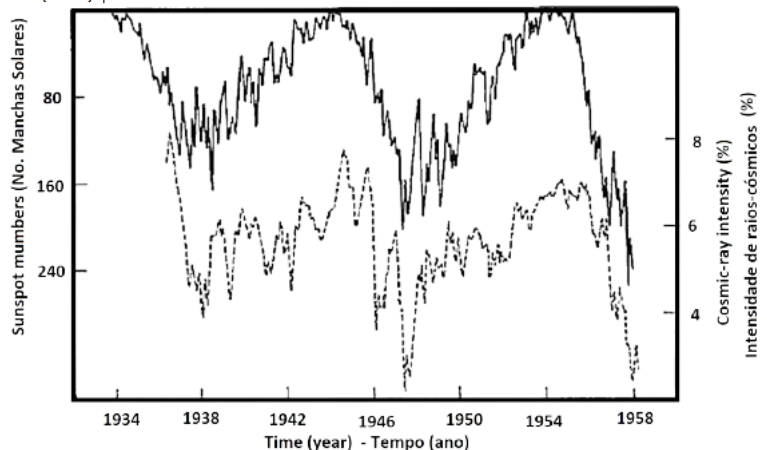
Nature 183, 451–452(1959) | Cite this article



Percentage reduction in atmospheric ionization during the last solar cycle. The percentage change is calculated with respect to the value of the ionization at sunspot minimum in 1954

Latitude Geomagnética

Redução percentual na ionização atmosférica durante o último ciclo solar. A variação percentual é calculada com em relação ao valor da ionização no mínimo das manchas solares em 1954



Forbush's results ref. (1) Showing the inverse correlation of cosmic-ray intensity and solar activity. _____ Sunspot numbers; - - - - - cosmic-ray intensity.

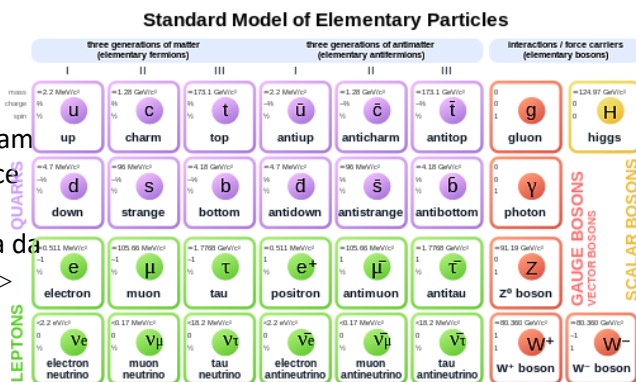
Resultados de Forbush. Mostrando a correlação inversa da intensidade dos raios cósmicos e da atividade solar. _____ No. de Manchas Solares; - - - - - Intensidade de Raios-Cósmicos.

Radiação de Tcherenkov

A velocidade de uma partícula pode ser determinada através do efeito Tcherenkov que consiste na emissão de radiação por partículas carregadas que atravessam um meio dielétrico (índice de refração $n > 1$) com velocidade v maior que a da luz neste meio, isto é, $v > c/n$. Portanto, haverá ao longo da trajetória a formação de ondas esféricas que se propagam com velocidades c/n . A normal à frente de onda forma com a direção da trajetória um ângulo θ cujo cosseno é dado por

$$\cos \theta = \left(\frac{c}{n}\right) \cdot t / \beta ct = \frac{1}{\beta n}.$$

Standard Model of Elementary Particles



Atom (Átomo)

p **Próton (Protons)**
 $p = u + u + d = 2/3 + 2/3 - 1/3 = +1$
 $n = u + d + d = 2/3 - 1/3 - 1/3 = 0$

n **Nêutron (Neutrons)**

Tcherenkov radiation

The speed of a particle can be determined through the Tcherenkov effect, which consists of the emission of radiation by charged particles that pass through a dielectric medium (refractive index $n > 1$) with a speed v greater than that of light in this medium, that is, $v > c/n$. Therefore, there will be the formation of spherical waves along the trajectory that propagate with speeds c/n . The normal to the wavefront forms an angle θ with the direction of the trajectory whose cosine is given by

$$\cos \theta = \left(\frac{c}{n}\right) \cdot t / \beta ct = \frac{1}{\beta n}.$$

TCHERENKOV EFFECT TIMELINE – LINHA DO TEMPO DO EFEITO TCHERENKOV



Marie Curie

■ Pesquisas sobre de radiação. (Física e Química - Polonesa e Francesa). Nobel de Física (1903).

Medalha Davy (1903) Inglaterra. Medalha Matteucci (1904) Itália. Medalha Elliott Cresson (1909) EUA.

■ A descoberta dos elementos rádio e polônio Nobel de Química (1911)

■ Research on radiation. (Physics and Chemistry - Polish and French). Nobel Prize in Physics (1903).

Davy Medal (1903) England. Matteucci Medal (1904) Italy. Elliott Cresson Medal (1909) USA.

■ The discovery of the elements radium and polonium Nobel Prize in Chemistry (1911)

1900



Pavel Alekseyevich Tcherenkov

■ Físico russo e soviético. Foi Nobel de Física em 1958, pela descoberta e interpretação do efeito Tcherenkov.

■ Russian and Soviet physicist. He was awarded the Nobel Prize for Physics in 1958, for the discovery and interpretation of the Tcherenkov effect.

1932



Ilya Mikhailovitch Frank

■ Físico russo. Foi Nobel de Física em 1958, pela descoberta e interpretação do efeito Tcherenkov.

■ Russian physicist. He was awarded the Nobel Prize for Physics in 1958, for the discovery and interpretation of the Tcherenkov effect.

1958

NOBEL PRIZE



Pierre Curie

■ Pesquisas sobre de radiação. (Físico Francês). Nobel de Física (1903).

Prix La Caze (1901) Medalha Davy (1903) Inglaterra. Medalha Matteucci (1904) Itália. Medalha Elliott Cresson (1909) EUA.

■ Research on radiation. (French Physicist). Nobel Prize in Physics (1903).

Prix La Caze (1901) Davy Medal (1903) England. Matteucci Medal (1904) Italy. Elliott Cresson Medal (1909) USA.



Igor Yevgenyevich Tamm

■ Físico russo recebeu o Nobel de Física em 1958, pela descoberta e interpretação do efeito Tcherenkov

■ Russian physicist received the Nobel in Physics in 1958, for the discovery and interpretation of the Tcherenkov effect

Cosmic Ray Monitoring

amazon

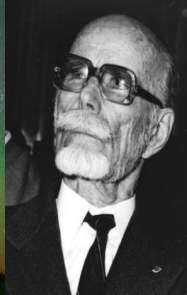
Expedition MAGAZINE

PIERRE AUGER OBSERVATORY | Malargüe – Argentina

It is the largest observatory for the detection and study of ultra-energetic cosmic rays, which can reach energies approximately 10 million times higher than those achieved by current particle accelerators. It is located in a region in western Argentina in Malargüe (Mendoza), at the foot of the Andes Mountains, close to Chile. Trying to solve one of the biggest theoretical problems in current Astrophysics and the origin of ultra-energetic cosmic rays, even trying to solve the unknown of the GZK cut (Greisen-Zatsepin-Kuzmin). This cutoff establishes that cosmic rays with more than 5×10^{19} eV cannot come from regions more distant than 3.3×10^8 light years, because when traveling greater distances, they would theoretically end up losing energy through interaction with photons (γ) cosmic microwave background radiation (CMB). Therefore, it is predicted that cosmic rays cannot have energies greater than 0.06 ZeV or 6×10^{19} eV.

(<http://www.auger.org/>)

PIERRE
AUGER
OBSERVATORY



1899-1993

Monitoramento de Raios Cósmicos

OBSERVATÓRIO PIERRE AUGER | Malargüe – Argentina

É o maior observatório de detecção e estudo de raios cósmicos ultra energéticos, que podem chegar a energias cerca de 10 milhões de vezes superior às alcançadas pelos atuais aceleradores de partículas. Está localizado em uma região no oeste da Argentina em Malargüe (Mendoza), aos pés da Cordilheira dos Andes, próximo do Chile. Tenta resolver um dos maiores problemas teóricos da Astrofísica atual e a origem dos raios cósmicos ultra-energéticos. Inclusive, tenta resolver a incógnita do corte GZK (Greisen-Zatsepin-Kuzmin)

Esse corte estabelece que raios cósmicos com mais de 5×10^{19} eV não podem vir de regiões mais distantes do que $3,3 \times 10^8$ anos luz, porque ao percorrer distâncias superiores, teoricamente acabariam perdendo energia pela interação com os fótons (γ) radiação cósmica de fundo em micro-ondas. Desta forma, prevê-se que os raios cósmicos não possam ter energias superiores a 0,06 ZeV ou 6×10^{19} eV.



OBSERVATORIO
PIERRE
AUGER

← Entrada

Image <https://www.iap.kit.edu/corsika/>: Fóton - Photon Showers | (10×10^{14} eV) Courtesy: CORSIKA Shower Images: Photon Showers Primary type; Zenith angle (0°); xy-projection

Como um chuva de Raios C3smicos interage com a Atmosfera? How does a shower of Cosmic Rays interact with the Atmosphere?

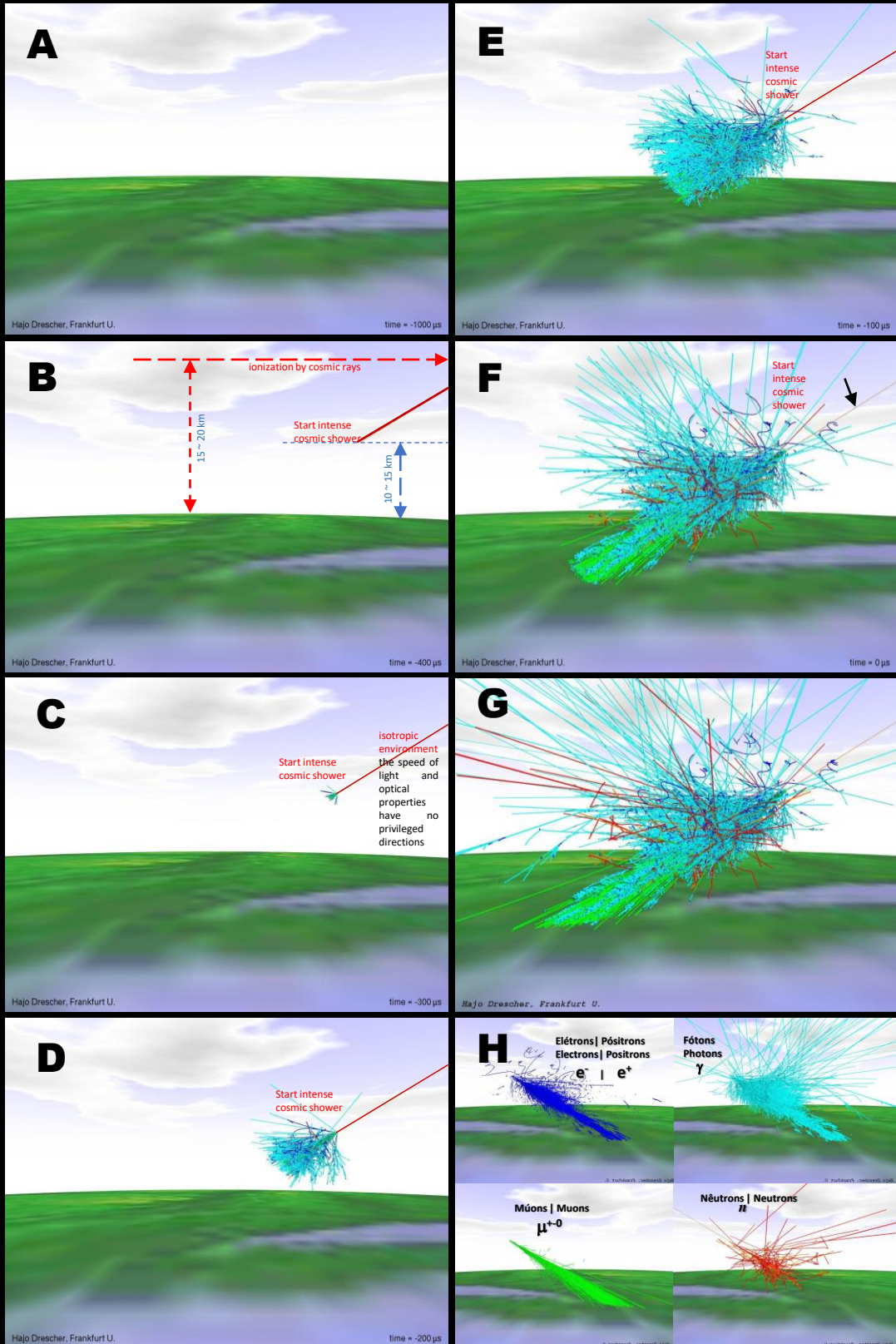


Image courtesy: Hajo Drescher | Frankfurt University

INTERAÇÃO SOL-TERRA

O Sol em período de altas atividades no Ciclo de 11 anos, com um "Solar Flare" e ejeção de massa coronal (EMC) e emissão de ondas eletromagnéticas no espaço interplanetário e o Sistema Terra e sua Magnetosfera.

O fenômeno Forbush está fortemente ligado ao ciclo solar de 11 anos do Sol, ou seja, durante aproximadamente 5,5 anos há fortes atividades magnéticas no Sol, com grandes quantidades de ejeção de massa coronal principalmente de prótons e elétrons, conhecido por vento solar, sendo também emitido para o espaço interplanetário todo o espectro de ondas eletromagnéticas. São períodos chamados de turbulentos de tempestades solares. É justamente neste período que o fenômeno Forbush é evidenciado, quando a atividade solar impede que outras radiações de origem cósmica tenham o mesmo trajeto na direção do Sistema Terra. A grande intensidade de ventos solares neste período e a proximidade do Sol com a Terra, possibilita a redução de radiação cósmica extra solar. Os outros 5,5 anos em média são períodos denominados calmos de baixas atividades solares é quando o Sistema Terra experimenta maior quantidade de radiação cósmica extra solar.

O sistema Terra é magneticamente blindado por um campo que impede a penetração direta de partículas carregadas, além de tudo, há uma necessidade de uma conexão magnética entre o vento solar e o campo magnético terrestre, quando isto não ocorre as partículas carregadas, são repelidas para o espaço interplanetário, caso contrário tais partículas se conectam as linhas de campo durante à noite e penetram no Sistema Terra pelos pólos terrestres produzindo as Auroras (Boreal no pólo Norte e Austral no pólo Sul). Logo, se observa que os Laboratórios de Observações de Radiação Cósmica tendem a se localizar entre médias e altas latitudes. Exemplos, Haverah Park Experiment (52,9°N; 1,6°W); Observatório Pierre Auger (35° 12' 24 " S; 69° 18' 57 W), KCDC | Cascade Cosmic Ray Data Centre (49,1°N; 8,4°E); IceCube Laboratory (89°59' 24" S; 63°27' 11" W).

SUN-EARTH INTERACTION

The Sun in a period of high activity in the 11-year Cycle, with a Solar Flare and coronal mass ejection (CME) and emission of electromagnetic waves in interplanetary space and the Earth System and its Magnetosphere.

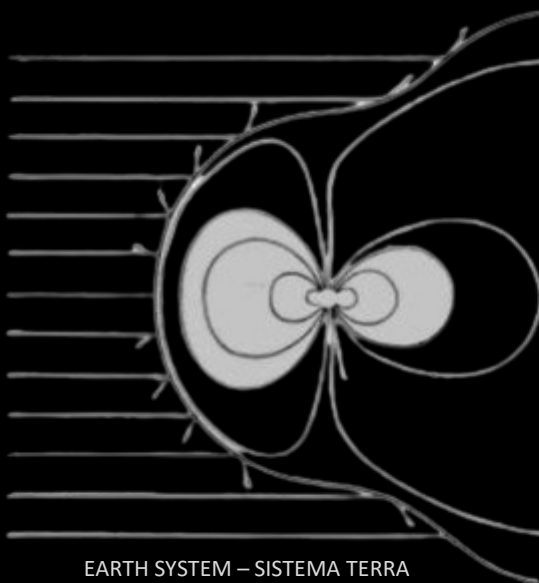
The Forbush phenomenon is strongly linked to the Sun's 11-year solar cycle, that is, for approximately 5.5 years there is strong magnetic activity on the Sun, with large amounts of coronal mass ejection mainly of protons and electrons, known as solar wind, the entire spectrum of electromagnetic waves is also emitted into interplanetary space. These are periods called turbulent solar storms. It is precisely during this period that the Forbush phenomenon is evident, when solar activity prevents other radiation of cosmic origin from following the same path towards the Earth System. The great intensity of solar winds during this period and the proximity of the Sun to the Earth makes it possible to reduce extra-solar cosmic radiation. The other 5.5 years on average are so-called calm periods of low solar activity, when the Earth System experiences a greater amount of extra-solar cosmic radiation.

The Earth system is magnetically shielded by a field that prevents the direct penetration of charged particles. Furthermore, there is a need for a magnetic connection between the solar wind and the Earth's magnetic field, when this does not occur, the charged particles are repelled towards interplanetary space, otherwise such particles connect to field lines at night and penetrate the Earth System through the Earth's poles, producing the Auroras (Boreal at the North Pole and Austral at the South Pole). Therefore, it is observed that Cosmic Radiation Observation Laboratories tend to be located between medium and high latitudes. Examples, Haverah Park Experiment (52.9°N; 1.6°W); Pierre Auger Observatory (35° 12' 24 "S; 69° 18' 57 W), KCDC | Cascade Cosmic Ray Data Center (49.1°N; 8.4°E); IceCube Laboratory (89°59' 24" S; 63°27' 11" W).

CORONAL MASS EJECTION SIMULATION
SIMULAÇÃO DE EJEÇÃO DE MASSA CORONAL | NASA

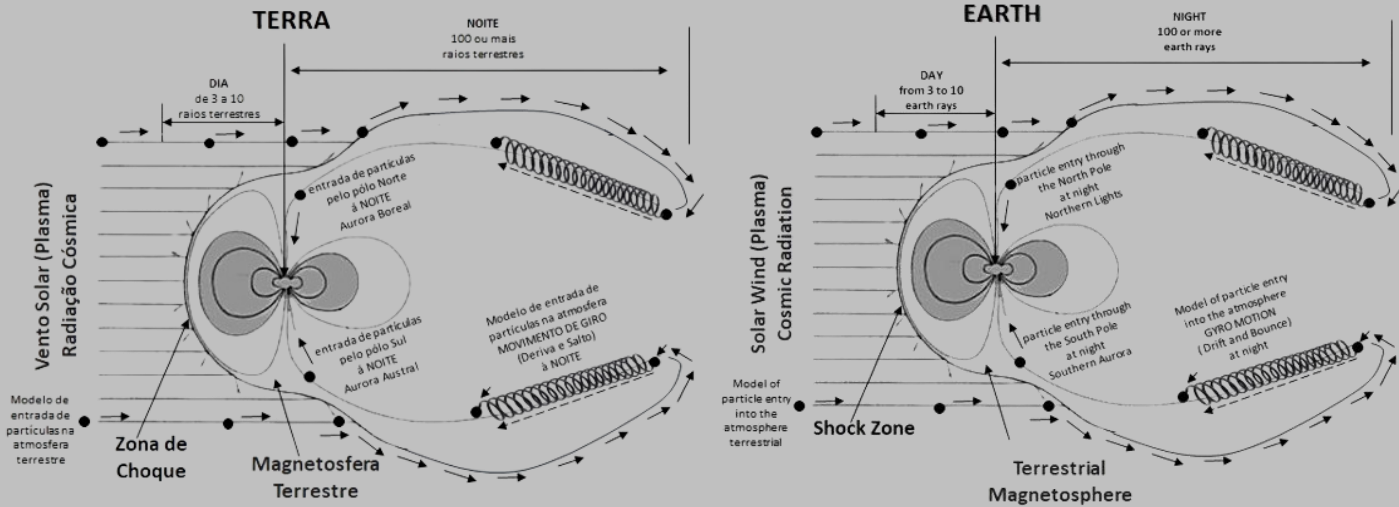
PHENOMENON FORBUSH FENÔMENO FORBUSH

- *Significant coronal mass ejection (CME) from the Sun to Earth.*
- *The FORBUSH phenomenon is the decrease in cosmic rays by CME.*
- *The number of particles that reach sea level, on average, is one particle per second in each square centimeter.*
- *Ejeção de massa coronal significativa (EMC) do Sol para a Terra.*
- *O fenômeno FORBUSH é a diminuição dos raios cósmicos pela EMC.*
- *O número de partículas que atingem o nível do mar, em média, é de uma partícula por segundo em cada centímetro quadrado.*



EARTH SYSTEM – SISTEMA TERRA

SISTEMA-TERRA EARTH-SYSTEM



Source (Fonte): The Earth's Ionosphere | Plasma Physics and Electrodynamics – M. Kelley.

Cortesia (Courtesy): Earth.com

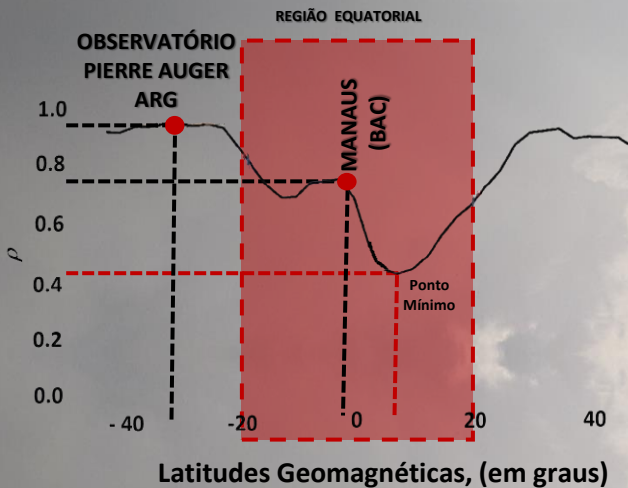
O vento solar é constituído por partículas ionizadas (plasma) decorrente de tempestade solar (*Solar Flare*), então o campo magnético terrestre blinda a entrada diretamente destas partículas. As partículas só penetram na atmosfera terrestre caso haja acoplamento, ou seja, conexão entre o plasma (vento solar) e o campo magnético terrestre. O fenómeno chamado de Tempestade Geomagnética é oriundo deste acoplamento.

The solar wind is made up of ionized particles (plasma) resulting from a solar storm (*Solar Flare*), so the Earth's magnetic field shields the direct entry of these particles. Particles only penetrate the Earth's atmosphere if there is coupling, that is, a connection between the plasma (solar wind) and the Earth's magnetic field. The phenomenon called Geomagnetic Storm comes from this coupling.

As Chuvas na Amazônia

O ciclo de chuvas na Amazônia tem um algoritmo natural muito bem estruturado e complexo. O papel da floresta na manutenção do clima da América do Sul é função do ciclo hidrológico da interação e regulação da umidade no interior da bacia da floresta tropical que após as chuvas, há uma produção de evaporação intensa e a reciclagem da umidade retorna a floresta na forma novamente de chuva, que para os pesquisadores (MOLION, 1975 e SALATI, 1987), uma porcentagem entre 30% a 50% das chuvas na Amazônia são decorrentes da reciclagem da evaporação.

Contudo, devemos observar que a contribuição da nebulosidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para região amazônica trazendo ar equatorial bastante quente, úmido e instável originado dos Alísios do Atlântico Equatorial, variando em movimento sazonal. A precipitação é associada à atividade convectiva, desencadeando convergência em níveis baixos, com formação local de perturbações em escala média e sinótica, e linhas de instabilidades geradas por ventos costeiros que avançam continente adentro.



Perfil de latitude dos valores médios zonais da correlação (ρ) entre o fluxo de raios cósmicos e a cobertura de nuvens sobre os oceanos. As médias zonais foram derivadas correspondendo às latitudes geomagnéticas (campo dipolo com pólo em 78,5°N 291°E). Fonte: H. Svensmark, E. F. Christensen. *Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationships. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 59, 11 (1997) 1225.

Na Bacia Amazônica Central (BAC), o clima de floresta tropical pluvial é constantemente quente e úmido. Tempestades de origem convectiva, desencadeadas pela convergência de aquecimento local e dos ventos Alísios, tem seu máximo de atividade diária do meio da tarde até o início da noite. A precipitação acompanha a migração da ZCIT que se encontra presente o ano todo na BAC.

A radiação cósmica na região equatorial entre as latitudes 20° N e 20° S, é drasticamente reduzida a mais da metade em relação as altas latitudes, como já descrito anteriormente é devido a blindagem magnética terrestre que impede a penetração de partículas diretamente. Então, a correlação entre radiação cósmica e formação de nuvens neste intervalo de latitudes, é reduzida, contrária em médio a altas latitudes.

Imagem: Formação de temporal sobre o Lago de Coari- Médio Solimões | Amazonas -Brasil (Julho 2023. Amazon Expedition Magazine).



The Rains in the Amazon

The rain cycle in the Amazon has a very well structured and complex natural algorithm. The role of the forest in maintaining the climate of South America is a function of the hydrological cycle of interaction and regulation of humidity within the tropical forest basin, which after the rains, there is intense evaporation and the recycling of moisture returns to the forest in the form of rain again, which for researchers (MOLION, 1975 and SALATI, 1987), a percentage between 30% and 50% of rainfall in the Amazon is due to the recycling of evaporation.

In the Central Amazon Basin (CAB), the tropical rain forest climate is constantly hot and humid. Storms of convective origin, triggered by the convergence of local heating and trade winds, have their maximum daily activity from mid-afternoon to early evening. Precipitation accompanies the migration of the ITCZ, which is present throughout the year in the CAB.

However, we must note that the contribution of cloudiness from the Intertropical Convergence Zone (ITCZ) to the Amazon region brings very hot, humid and unstable equatorial air originating from the Equatorial Atlantic Trades, varying in seasonal movement. Precipitation is associated with convective activity, triggering convergence at low levels, with the local formation of disturbances on a medium and synoptic scale, and instability lines generated by coastal winds that advance inland.

Cosmic radiation in the equatorial region between latitudes 200 N and 200 S is drastically reduced by more than half compared to high latitudes, as previously described, due to the terrestrial magnetic shielding that prevents the penetration of particles directly. Therefore, the correlation between cosmic radiation and cloud formation in this range of latitudes is reduced, contrary to medium to high latitudes.

Photo: City of Tefé – Amazonas | Brazil, seen from the Lake (Jan2023) Amazon Expedition Magazine
Background image: Iron 56 - CORSIKA Shower Images: Iron Showers
Primary type iron (56); Zenith angle (00); xz-projection



Order	Date	Decrease (%)
1	31/10/2003	119
2	13/06/1991	87
3	19/01/2005	83
4	13/09/2005	75
5	15/03/1989	70
6	16/07/2000	70
7	12/04/2001	64
8	29/10/1991	56
9	09/07/1991	54
10	29/11/1989	54
11	10/01/2004	53
12	26/09/2001	50
13	25/03/1991	48
14	17/07/2005	47
15	25/09/1998	45
16	27/07/2005	45
17	10/09/1992	44
18	31/05/2003	44
19	25/11/2001	39
20	15/05/2005	38
21	28/08/1998	37
22	27/08/1998	36
23	10/05/1992	35
24	27/02/1992	33
25	18/02/1999	33
26	02/05/1998	33

Twenty-Six Solar Events in the Period 1987-2007 are Here Ranked According to Their Depression of Ionization in the Earth's Lower Atmosphere, Gauged as a Percentage of the Normal Overall Variation in Ionization During the Course of a Solar Cycle.

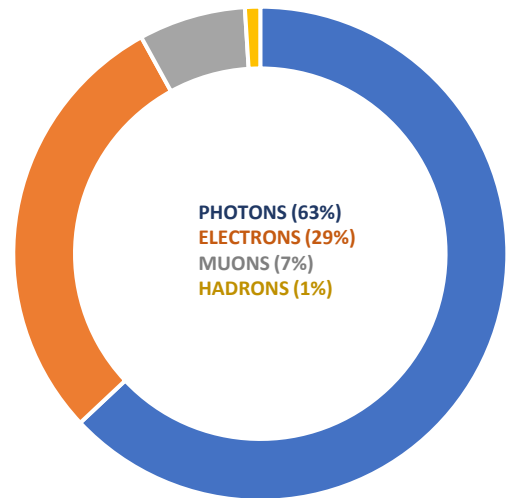
Vinte e seis eventos solares no período 1987-2007 são aqui classificados de acordo com sua depressão de ionização na atmosfera inferior da Terra, medida como uma porcentagem da variação geral normal na ionização durante o curso de um ciclo solar.

Source (Fonte): H. Svensmark, E. F. Christensen. *Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationships. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 59, 11 (1997) 1225.

The interaction (ionization) of cosmic rays and water on the Earth's surface exists and is proven by the Tcherenkov effect. The speed of the particle can be determined as a function of the number of photons emitted. The speed of light in the medium is the threshold speed, above which any particle with this speed will induce the emission of Cerenkov light, that is, when $\cos \theta < 1$, given $\cos \theta = 1/\beta n$, becomes smaller than 1. Being $b =$ "boost" speed and $n = v/c$, $v =$ speed of the particle in the medium and $c =$ speed of light in a vacuum; $n =$ refractive index.

Recent CERN work with Jasper Kirkby, CLOUD: A PARTICLE BEAM FACILITY TO INVESTIGATE THE INFLUENCE OF COSMIC RAYS ON Clouds, has contributed to the knowledge of the cosmic radiation interaction in cloud formation. The so-called CLOUD1, investigates microphysics of ion-aerosol clouds under laboratory control conditions using a beam from a particle accelerator experiment, which provides a precision-tunable and measurable artificial source of cosmic rays. The heart of the experiment is a precision cloud chamber that recreates cloud conditions throughout the atmosphere. (CERN-EP/2002-019 26 February 2002).

Relation to sea level No nível do mar



■ FÓTONS ■ ELÉTRONS ■ MÚONS ■ HÁDRONS

Source(Fonte): KIT- Karlsruhe Institute of Technology

A interação (ionização) de raios cósmicos e a água de superfície terrestre existe e é comprovada pelo efeito Cerenkov. A velocidade da partícula pode ser determinada em função do número de fótons emitidos. A velocidade da luz no meio é a velocidade limiar, acima da qual qualquer partícula com esta velocidade induzirá a emissão de luz Tcherenkov, isto é, quando o $\cos \theta$, dado $\cos \theta = 1/\beta n$, se torna menor que 1. Sendo $\beta =$ velocidade "boost" e $n = v/c$, $v =$ velocidade da partícula no meio e $c =$ velocidade da luz no vácuo; $n =$ índice de refração.

Trabalho recente do CERN com Jasper Kirkby, CLOUD: A PARTICLE BEAM FACILITY TO INVESTIGATE THE INFLUENCE OF COSMIC RAYS ON CLOUDS, tem contribuído para o conhecimento da interação radiação cósmica na formação de nuvens. O experimento chamado CLOUD1, investiga microfísica de nuvens de íons-aerossóis sob controle condições de laboratório usando um feixe de um acelerador de partículas, que fornece uma precisão fonte artificial ajustável e mensurável de raios cósmicos. O coração do experimento é um câmara de nuvens de precisão que recria condições de nuvens em toda a atmosfera.(CERN-EP/2002-019 26 February 2002).■

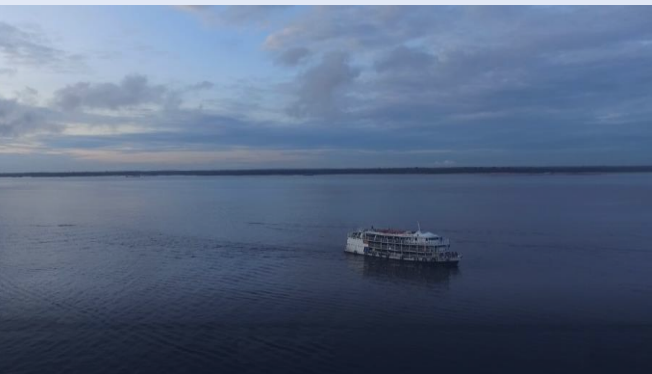
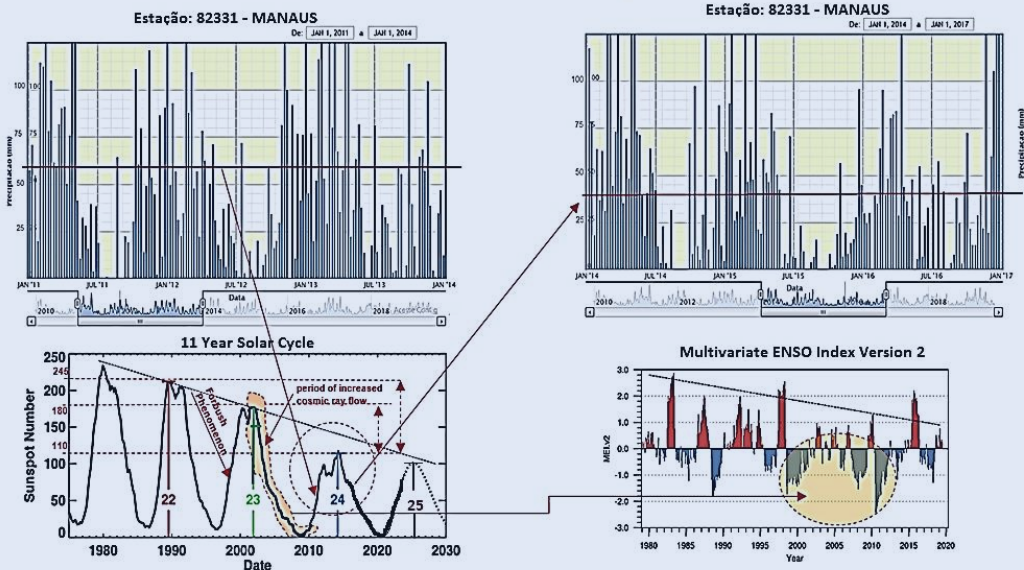


amazon

Expedition MAGAZINE

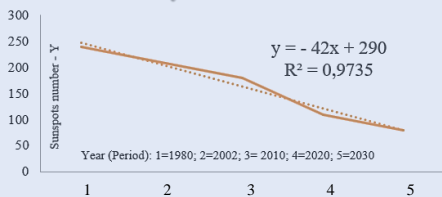
Rainfall in the Amazon related to the El Niño Phenomenon, La Niña, 11-year Solar Cycle and the Accumulated Rainfall Indices (Central Amazon Basin) in Manaus, show a strong correlation in the period 1980 - 2030. According to data shown in the graphs. ■

Accumulated rain – Amazon/Manaus



As chuvas na Amazônia relacionadas com os Fenômeno El Niño, La Niña, Ciclo Solar de 11 anos e os Índices de Acumulados de Chuvas (Bacia Amazônica Central) em Manaus, mostram forte correlação no período de 1980 - 2030. Conforme dados mostrados nos gráficos. ■

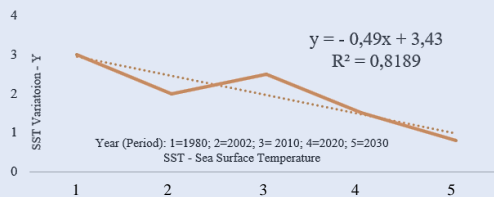
Solar Cycle 1980 - 2030



Regression Statistics	
R multiple	0,9913744
R-Square	0,982823202
R-square adjusted	0,977097602
Standard Error	10,18566944

Predicted Y	Residue
246,1153034	-6,11530335
209,4566858	0,543314217
165,4663447	14,5336553
117,8101419	-7,810141865
81,1515243	-1,151524298

El Niño 1980 - 2030



Regression Statistics	
R multiple	0,898711725
R-Square	0,807682765
R-square adjusted	0,74357702
Standard Error	0,433541283

Predicted Y	Residue
2,906912164	0,093087836
2,484183519	-0,484183519
1,976909146	0,523090854
1,427361908	0,072638092
1,004633263	-0,204633263

amazon

Expedition MAGAZINE

References

CHALLONER, J. The Elements (Introducing the Building Blocks of our Universe). London, 2012 – ISBN 978 0 233 00488 4. 161p.

EISEBERG, R and RESNICK. Quantum Physics (of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles), 1979. John Wiley & Sons, Inc. NY. ISBN 471 23464 8. 931p.

ENDLER, A. M. F. Introdução à Física de Partículas. Ed. Livraria da Física, 2010. ISBN 978 85 7861 066 -1. 110p.

HOLANDA, P. C. Neutrinos Solares. UNICAMP - SP, 2022. ISBN 978 85 264 1552 0.

KELLEY, M. C. The Earth's Ionosphere (Plasma Physics and Electrodynamics). ACADEMIC PRESS, INC. San Diego, California. 1989. ISBN 0 12 404012 8 – ISBN 0 12 404013 6. 489p.

MAFRA, O. Y., Técnicas e Medidas Nucleares. Edgard Blücher Ltda. SP –m 1973. 109p.

MOLION, L. C. B. A climatonomic study of the energy and moisture fluxes of the Amazonas basin with considerations of deforestation effects. 1975. Ph.D. Thesis – University of Wisconsin, Madison, USA, 1975.

MOURÃO, R. R. F. O livro de ouro do universo. Ed. Casa do Livros, 2000. Rio de Janeiro. ISBN 978 85 69809 83 8. 522p.

NEY, E. P. Cosmic rays can affect weather and climate. Nature183| pages 451–452 (1959) 1959.

ROQUE DA SILVA, A. V. NOSSA ESTRELA: O SOL. SBF – Ed. FÍSICA. 2006. ISBN. 85 88325 65 9. 170p.

ROVELLI, C. Sette brevi lezioni di fisica. Objetiva, 2015. ISBN 978 85 390 0709 7. 91p.

SALATI, E.. The forest and the hydrological cycle. In: The Geophysiology of Amazonia. John Wiley and Sons, New York, 273-296, 1987.

SVENSMARK, H., CHRISTENSEN, E. F.. Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage – a missing link in solar-climate relationships. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 59, 11 (1997) 1225.

The authors



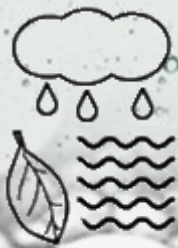
Newton Silva de Lima

Professor of Physics at the Federal University of Amazonas (1993), Postgraduate in Energy Systems (UFAM/EFEI-1995), Master's degree in Environmental Geology - Geosciences (UFAM - 2009) and PhD in Climate and Environment - Geosciences (INPA/UEA - 2014). Effective member of the Brazilian Geophysical Society.



Roseilson Souza do Vale

Professor of Physics at the Federal University of Pará (2002), master's degree (2009) and PhD (2016) in Climate and Environment from the National Institute for Amazon Research and the State University of Amazonas. Professor at the Institute of Engineering and Geosciences - Atmospheric Sciences Course - Tapajós Campus of the Federal University of Western Pará.



amazon
Expedition Magazine

