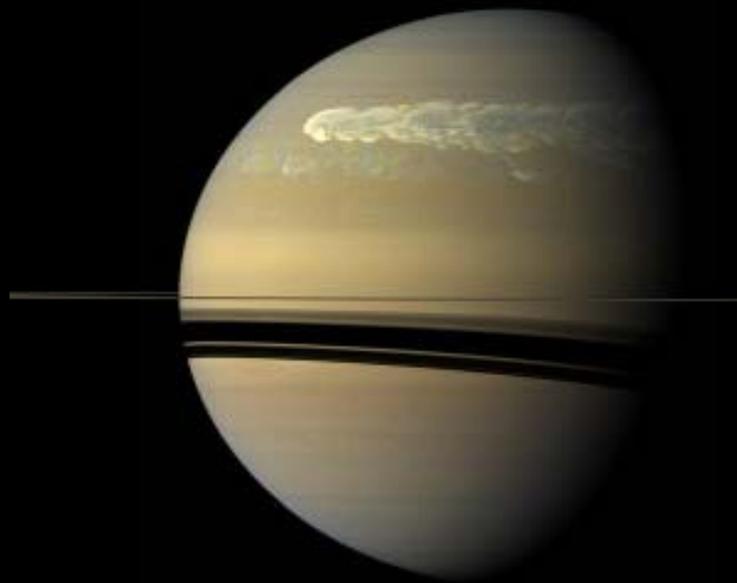


# SATURNO : CONHECENDO EM PROFUNDIDADE UM PLANETA INSÓLITO –

## PARTE 2

### TEMPESTADES EM SATURNO - CARACTERÍSTICAS E FORMAÇÃO

Na foto a seguir, um impressionante registro da tempestade em Saturno de 2010–2011, registrada por inúmeros astrónomos amadores em todo o mundo e pela sonda Cassini (abaixo)



A foto mostra a tempestade já bastante evoluída e que em menos de 60 dias tomou conta de toda a circunferência do globo de Saturno.

A sonda Cassini registrou uma atividade de descargas elétricas (raios) excepcional , dentro da tempestade superando 100 vezes o nível desta atividade nas tempestades terrestres.

A formação destas tempestades, segundo estudos do grupo liderado pelo astrónomo e astrofísico Agustín Sánchez-Lavega, é devida à formação e expansão de densas nuvens cumulus de cristais de amónia (comportamento similar às tempestades terrestres). As nuvens da tempestade resultam do gás húmido e quente que se eleva rapidamente das partes mais profundas da atmosfera de Saturno. Na Terra, o ar é uma mistura de nitrogénio e oxigénio, onde a água fornece a humidade. Na atmosfera mais seca de Saturno, a amónia e a água fornecem a humidade. Dentro do núcleo da tempestade, o gás húmido se eleva de uma profundidade de cerca de 250 km a velocidades de 150 m/s (540 km/hora), o que é três vezes mais rápido do que o mesmo movimento nas tempestades terrestres.

Na ilustração abaixo, a representação da formação destas tempestades.



A sonda Cassini detectou também fortíssima emissão de ondas de rádio, vindos das camadas mais profundas da tempestade, e que foram gravadas, assemelhando-se à "estática" produzida pelos raios terrestres em recepção de ondas AM, porém de intensidade centenas de vezes superior. Estes "ruidos" estão gravados nos arquivos da NASA.

O que intriga ainda hoje os cientistas que estudam os impressionantes dados coletados pela Cassini é :

Porque Saturno "armazena" toda essa energia durante 10 ou 20 anos e gera uma tempestade a cada década, diferentemente da Terra onde elas ocorrem com frequência quase diária ?

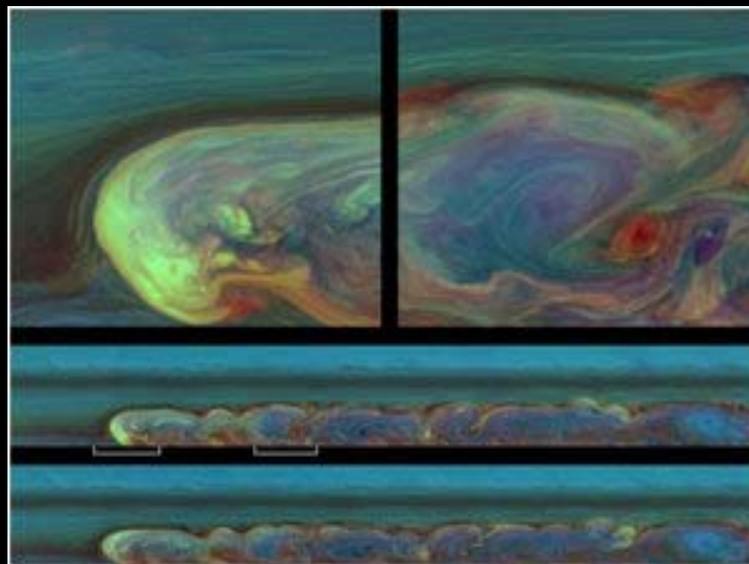
Quais são os fatores que servem como "estopim" para essas tempestades ?

Porque da aparente relação entre o "ano" de Saturno e as tempestades ?

Porque a tempestade de 2010 antecipou-se em 10 anos em relação às 6 tempestades anteriores, com ciclo de 20 anos ?

Na figura abaixo, uma foto decomposta em cores, tirada pela sonda Cassini, no "olho" ou cabeça da tempestade de 2010. As cores branca e amarela mostram as zonas mais altas, enquanto os tons em verde são em altitudes intermediárias, e o vermelho e marrom são as camadas mais baixas. Já o azul são as camadas mais inferiores, na verdade, janelas onde se vê o planeta e nuvens de gelo de amônia.

Belo , mas violento ....

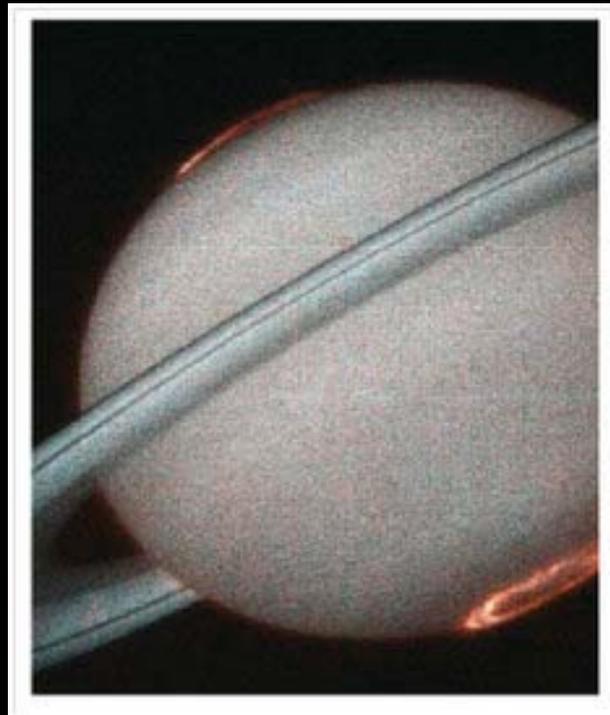


## 5.- MAGNETOSFERA

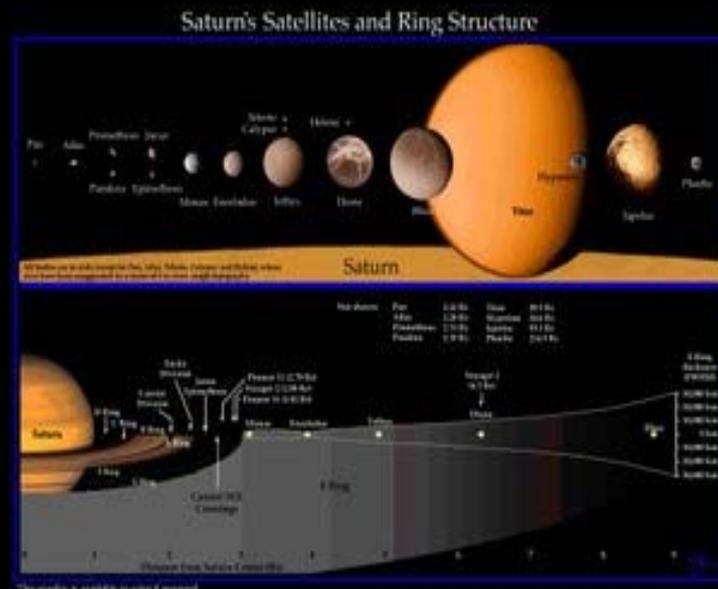
A rotação rápida do planeta (10 horas) combinada com os elementos eletricamente condutores de sua composição geram um campo eletromagnético extremamente intenso, resultando numa magnetosfera de dimensões consideráveis. A força deste campo é cerca de 1.000 vezes maior que o da Terra. A magnetosfera de Saturno se estende a cerca de 1.25 milhões de km , envolvendo tanto o sistema de anéis como seus satélites e seu limite é variável , sendo continuamente alterado pelos ventos solares.

As chamadas "auroras boreais", semelhantes às da Terra, geradas pelas correntes dos ventos solares que atingem o planeta, ocorrem com bastante frequência e com grande intensidade em ambos os polos, mas em Saturno este fenômeno ocorre nos comprimentos de onda UV, não sendo portanto visíveis com equipamentos convencionais.

Aurora UV nos polos de Saturno – telescópio Hubble em 1997



## 6.- DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE ANÉIS DE SATURNO



Os anéis, que tanto distinguem Saturno, são na verdade um complexo sistema que contém cerca de 10 elementos notáveis, entre anéis e divisões. Na figura abaixo, um desenho esquemático deste sistema, no qual vale a pena destacar os mais visíveis para observação terrestre :

Anel A – mais externo, com uma largura de 14.600 km e um diâmetro máximo de 273.600 km ;

Divisão de Cassini, entre o anel A e o B, com uma largura de 4.800 km ;

Anel B com uma largura de 25.500 km e diâmetro máximo de 235.000 km e

Anel C , em geral só observável com telescópios de maior abertura, com uma largura de 17.340 km e diâmetro máximo de 184.000 km.

O sistema completo de anéis (de A a F) atinge um diâmetro de quase 1 milhão de km, ou seja cerca de 8 vezes o diâmetro do planeta.

Os anéis são constituídos basicamente por fragmentos de gelo (de água) e rocha recoberta por gelo, daí sua luminosidade. Seu albedo é de 0.60 , superior ao do globo de Saturno (0.40) e Sua espessura média não ultrapassa os 100 metros. O diâmetro aparente do anel maior mais visível (Anel A) é de 44 arcsec.

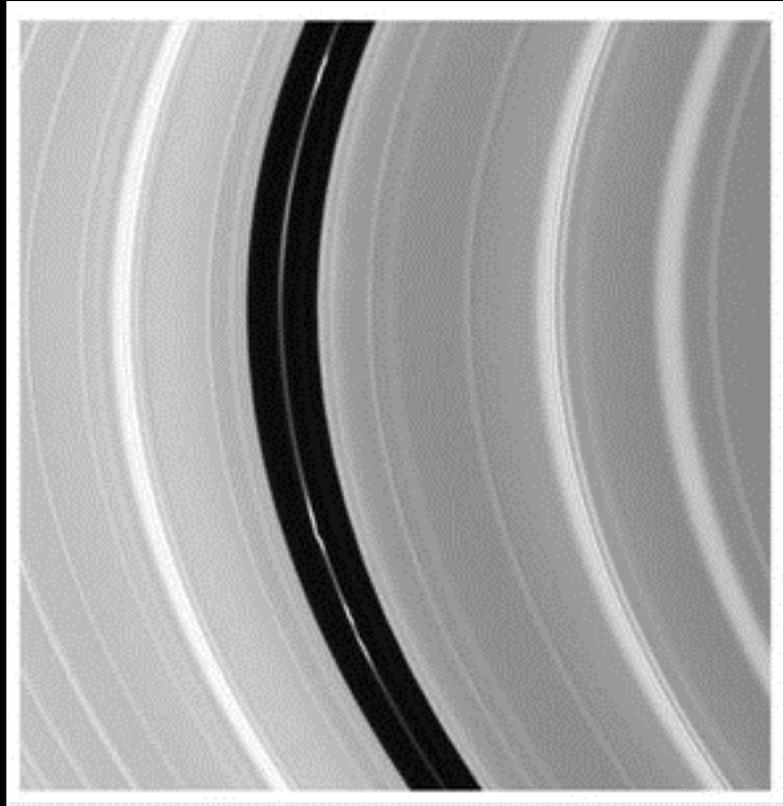
A teoria atualmente consagrada é de que os mesmos se formaram inicialmente pelo desprendimento de fragmentos do planeta durante sua formação, assim como pela atração/aproximação de corpos celestes que ao atingir o chamado limite de Roche <sup>(1)</sup> , se fragmentaram e são mantidos pelo equilíbrio entre as forças gravitacionais do planeta e o momentum de energia “fugindo” do centro pela ação da rotação. O choque entre as partículas reduz continuamente a sua quantidade ao mesmo tempo em que elas são repostas por outros corpos atraídos pelo planeta.

<sup>(1)</sup> [o Limite de Roche ou Zona de Roche é aquele no qual a força gravitacional do planeta supera as forças de coesão interna de um objeto celeste em sua proximidade, fazendo que o mesmo se desagregue e se fragmente]

Embora todos os anéis tenham características de interesse, vamos comentar na sequencia apenas os mais observáveis e conhecidos (A, B e C).

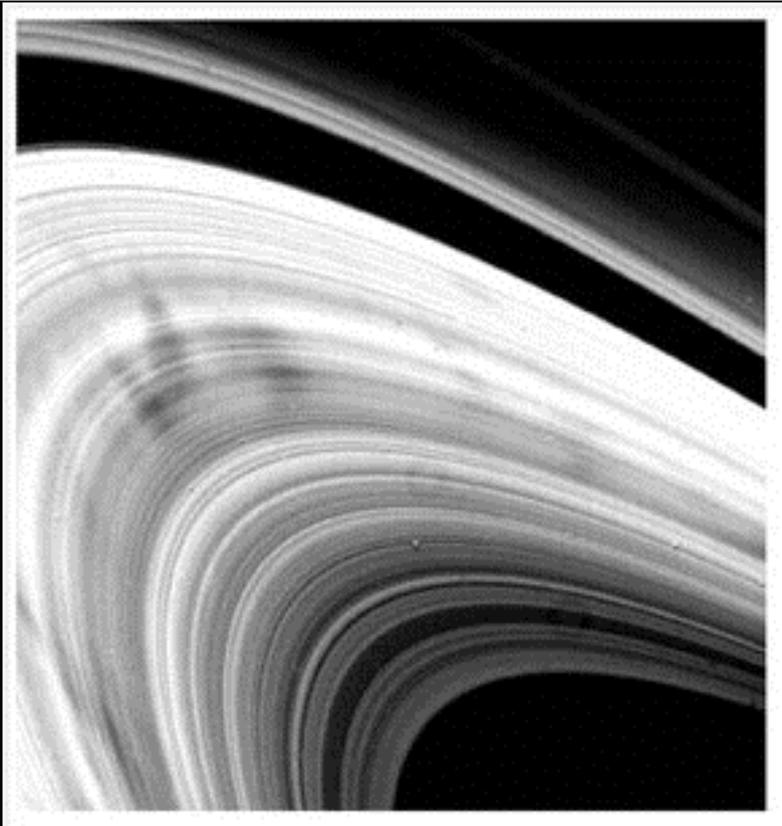
É interessante observar que parte dos satélites de Saturno orbitam dentro dos anéis menos visíveis e interagem com os mesmos.

## ANEL A E COMPLEXO DE ENCKE



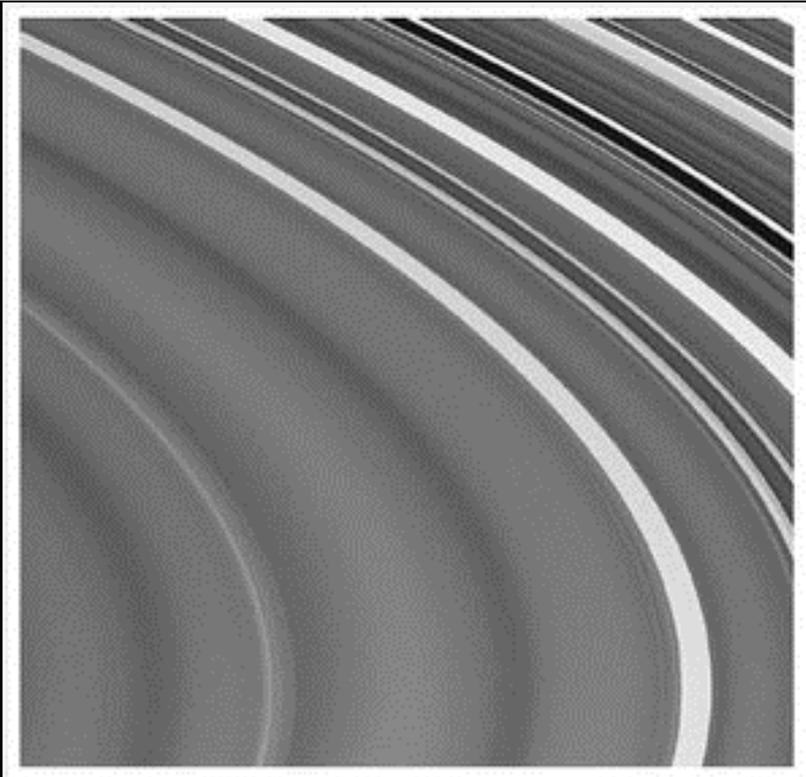
Anel A : embora pareça uniforme, o Anel A apresenta variações longitudinais de brilho /coloração, atribuídas a ondas de densidade transientes (mutáveis) geradas pelo agrupamento de partículas sob ação da atração gravitacional, além de ser formado por um conjunto de pequenos anéis. Outro ponto de destaque no anel A é a divisão ou complexo de Encke, situado entre 30% a 50% da largura do anel, mantido basicamente pela presença da pequena lua Pan. Em condições favoráveis de observação e com equipamento de maior abertura, é possível observar o complexo de Encke. A interação de forças entre o Anel A com os satélites Mimas, Atlas, Janus e Ephimeteus é responsável pela manutenção da borda nítida e bem definida deste anel.

## ANEL B E DIVISÃO DE CASSINI



**ANEL B** : o mais brilhante do sistema de anéis de Saturno, é formado na verdade por milhares de pequenos anéis concêntricos. Os 2/3 mais interiores do Anel B são mais brilhantes do que o 1/3 mais externo . A espessura do Anel B também é variável, chegando a cerca de 100 km . O Anel B também apresenta estruturas transientes como “ressaltos” ou “picos” , constituídos de micro-partículas de poeira que flutuam a algumas centenas de metros acima e abaixo do anel, em razão de forças eletrostáticas geradas pela colisão das partículas com o anel.

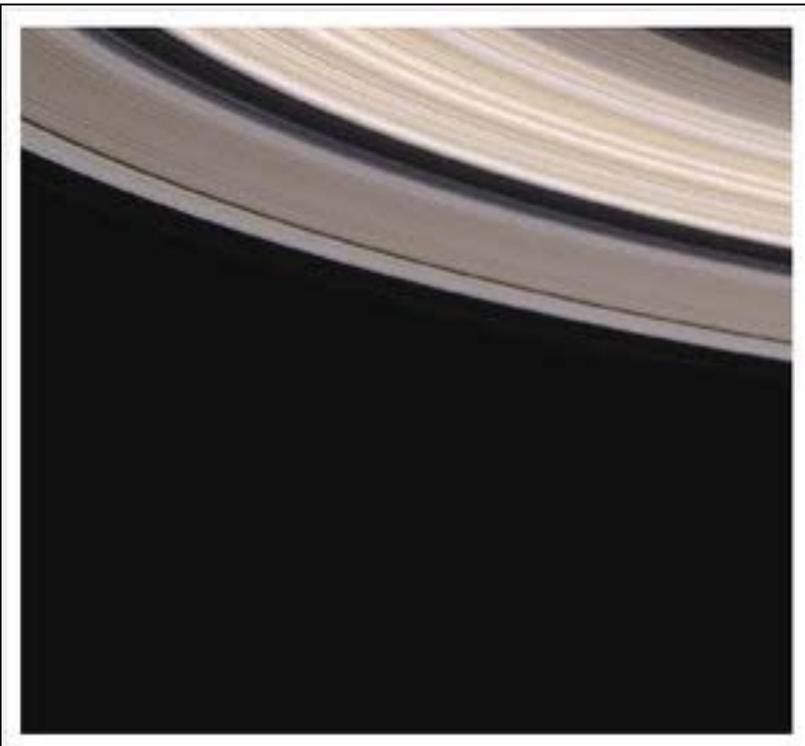
ANEL C E DIVISÃO DE MAXWELL



### **ANEL C :**

O Anel C também chamado de Anel de Crape se inicia a cerca de 24.500 km da camada mais alta da atmosfera de Saturno , estendendo-se até o limite do Anel B. Por ser bem mais tênue, o Anel C é visível a partir de telescópios na Terra de maior abertura, somente quando o plano dos anéis está em maior inclinação e em condições favoráveis de seeing. Com 17.300 metros de largura, apresenta uma série de anéis finos e em seu terço mais interior, a divisão (ou gap) de Maxell, com cerca de 500 km de largura. No meio desta divisão, existem micro-anéis extremamente delgados e com alguma excentricidade, atribuída às forças dinâmicas pela presença de pequenos fragmentos de “luas” ou pela ação de forças gravitacionais que geram ondas espirais de densidade.

### **DIVISÃO DE CASSINI E GAP DE HUYGENS**



A uma distância de 57.680 metros da parte mais externa da atmosfera de Saturno, surge a bem conhecida Divisão de Cassini, com uma largura de 4.800 km até encontrar o Anel A; entretanto, a 4.500 metros, surge uma subdivisão conhecida como divisão ou gap de Huygens. Na observação terrestre a partir de telescópios, a Divisão de Cassini aparece como quase negra ; entretanto, a observação de estrelas através da Divisão mostra pequenas flutuações em seu brilho, causado pela presença de poeira muito fina, semelhante àquela que forma o Anel C. Grande parte desta poeira vem sendo “limpa” pela ressonância(?) com o satélite Mimas, que orbita próximo a Cassini. Ressonância orbital é a denominação dada a influência gravitacional periódica que um corpo celeste exerce sobre o outro, como se fosse uma "engrenagem" gravitacional Exemplo : a cada 3 voltas da lua Hyperion em volta de Saturno, correspondem 4 voltas da lua Titan ; a razão (ressonância) é 3:4.

**CONTINUA NO PROXIMO BLOCO – PARTE 3 – LUAS DE SATURNO – MUNDOS "EXÓTICOS"**

Prev: SATURNO - Conhecendo em profundidade um planeta insólito... (PARTE 1)

