MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS	**PROJETO:** **EQUARS**

Especificação de Requisitos Técnicos

Especificação de Requisitos da Missão EQUARS

DOCUMENTO: EQUARS-2000-TS-001-A		**ESTADO:** APROVADO
DESCRIÇÃO: Este documento tem por objetivo fornecer a compilação das informações referentes aos requisitos dos produtos científicos que fundamentam os objetivos gerais da missão de satélite EQUARS.		
DATA: 05-09-2019	**EDT:** MISSÃO	**PÁGINAS:** 20

AUTORES			
NOME	**DIVISÃO**	**DATA**	**ASSINATURA**
Delano Gobbi	DIDAE/CGCEA	19.09.2019	
Fabio Becker Guedes	DIDAE/CGCEA	19.09.2019	
Ing Hwie Tan	LABAP/COCTE	19/09/19	P/

REVISORES			
NOME	**DIVISÃO**	**DATA**	**ASSINATURA**
Delano Gobbi	DIDAE/CGCEA	19.09.2019	

APROVADO POR			
NOME	**DIVISÃO**	**DATA**	**ASSINATURA**
Clezio Marcos De Nardin	CGCEA	19/9/19	

REVISÕES				
REV.	**DATA**	**MUDANÇAS/ N. PÁG.**	**AUTOR**	**APROVADO POR**
C			D. Gobbi, *et al.*	C. M. De Nardin

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 6

1.1 DOCUMENTOS APLICÁVEIS E DE REFERÊNCIA 6

1.1.1 Documentos Aplicáveis (DA) 6

1.1.2 Documentos de Referência (DR) 6

1.2 ACRÔNIMOS E DEFINIÇÕES 6

1.2.1 Lista de Acrônimos 6

1.2.2 Lista de Definições 7

2 REQUISITOS DE MISSÃO 12

2.1 REQUISITOS PARA O ESTUDO DE IRREGULARIDADES NO PLASMA IONOSFÉRICO 12

2.1.1 Requisitos de Observação das Condições do Plasma Ambiente (diagnóstico das perturbações ionosféricas) 12

2.1.2 Requisitos de Observação do Airglow Ionosférico (indicador das bolhas de plasma) 13

2.1.1 Requisitos de Observação da Refratividade da Alta Atmosfera (distribuição de elétrons e cintilação ionosférica) 13

2.2 REQUISITOS PARA O ESTUDO DE ONDAS ATMOSFÉRICAS 14

2.2.1 Requisitos de Observação do Airglow Mesosférico (indicador da atividade de ondas) 14

2.2.2 Requisitos de Observação da Refratividade da Baixa Atmosfera (acoplamento entre regiões atmosféricas) 15

2.3 REQUISITOS PARA O ESTUDO DA ANOMALIA MAGNÉTICA 16

2.3.1 Requisitos de Observação da Precipitação de Elétrons de Baixas Energias (intensificação do dínamo da camada-E) 16

2.4 REQUISITOS PARA O ESTUDO DE ASPECTOS INSTRUMENTAIS 17

APÊNDICE A 18

LISTA DE FIGURAS

EM BRANCO

LISTA DE TABELAS

EM BRANCO

1 INTRODUÇÃO

Este documento refere-se à identificação dos Requisitos da Missão. Nesta acepção, o presente documento compila uma série de requisitos que, em conjunto, visa atender aos objetivos científicos do satélite EQUARS. Os documentos aplicáveis, pelos quais se derivam e se justificam tais requisitos, são os documentos relativos às Propostas Científicas (requisitos e concepção) dos instrumentos GROM, GLOW, IONEX e ELISA; e o documento de Declaração do Escopo da Missão, também conhecido como *Mission Statement*.

1.1 DOCUMENTOS APLICÁVEIS E DE REFERÊNCIA

1.1.1 Documentos Aplicáveis (DA)

[DA-1] EQUARS-0000-MS-001-C - Declaração do Escopo da Missão EQUARS

[DA-2] EQUARS-0000-ANL-001-A - Proposta Científica: Requisitos e Concepção do Instrumento GROM

[DA-3] EQUARS-0000-ANL-002-A - Proposta Científica: Requisitos e Concepção do Instrumento GLOW

[DA-4] EQUARS-0000-ANL-003-A - Proposta Científica: Requisitos e Concepção do Instrumento IONEX

[DA-5] EQUARS-0000-ANL-004-A - Proposta Científica: Requisitos e Concepção do Instrumento ELISA

1.1.2 Documentos de Referência (DR)

[DR-1] ECSS-E-10 part 6 Functional and Technical Specifications.

[DR-2] NASA/SP-2007-6105 rev1 NASA Systems Engineering Handbook.

[DR-3] NPR 7123.1A NASA Systems Engineering Processes and Requirements.

1.2 ACRÔNIMOS E DEFINIÇÕES

1.2.1 Lista de Acrônimos

TBC	*To Be Confirmed*.
TBD	*To Be Defined*.
SAMA	*South American Magnetic Anomaly*
GNSS-RO	*Global Navigation Satellite System – Radio Occultation*
LEO	*Low Earth Orbit*
TEC, STEC	*Total Electron Content.*
	Nota adicional: TEC vertical (vTEC) é determinado pela integração da variável densidade numérica de elétrons em uma trajetória perpendicular à do solo; e o TEC oblíquo (sTEC), é obtido pela integração em qualquer trajetória (linha de visada) de um evento RO.
TECu	TEC *units*, TECu = 10^{16} electrons/m^2

EEDF	*Electron Energy Distribution Function*
	Nota adicional: EEDF fornece uma medida da densidade numérica dos elétrons em função da energia.
SUPIM	*Sheffield University Plasmasphere Ionosphere Model*
SDE	*Spectral Density Estimation*

1.2.2 Lista de Definições

(1) Densidade eletrônica.

- Símbolos: NE, n_e .
- Unidades: m^{-3}, cm^{-3}.
- Conceito: É uma medida do número de elétrons por unidade de volume. As medidas atmosféricas desta grandeza mostram uma acentuada variação em espaço e tempo, associada à atividade solar e magnética, especialmente na região da ionosfera. O perfil vertical da densidade eletrônica ionosférica exibe uma estrutura (em camadas) com variação não monótona, apresentando valores máximos, durante o período diurno, em ~90 km (camada-D), em ~110 km (camada-E), em ~180 km (camada-F1) e em ~300 km (camada-F2). Na ausência de processos de ionização (período noturno), além da queda da densidade eletrônica, a estrutura ionosférica é bastante modificada, podendo exibir valores máximos em ~120 km (camada-E) e em ~320 km (camada-F).
- Aplicabilidade: Composição, variabilidade e anomalia do plasma ionosférico.

(2) Conteúdo Eletrônico Total.

- Símbolo: TEC
- Unidade: TECu, equivalente a 10^{16} elétrons / m^2 .
- Conceito: É uma medida integrada, em uma coluna de seção transversal unitária, da densidade numérica dos elétrons (densidade eletrônica). A sua definição formal torna-o dependente da trajetória de integração (s), ou da linha de visada do sinal recebido,

$$\mathrm{TEC} = \int_s n_e(s)\, ds \,.$$

- Aplicabilidade: TEC é um parâmetro especialmente útil para caracterizar as variações dos sinais de radiofrequência que atravessam o plasma ionosférico.

(3) Temperatura eletrônica.

- Símbolos: TE, T_e .
- Unidade: K.
- Conceito: O fluxo de elétrons no interior de um plasma apresenta alta mobilidade, se comparada aos íons, o que resulta em um grande número de colisões entre esses elétrons. Esta propriedade pode ser caracterizada por uma temperatura que segue a distribuição de Maxwell-Boltzmann. Esta temperatura é definida como a temperatura eletrônica, cuja magnitude pode apresentar valores bem superiores quando comparada à temperatura das espécies neutras ou à temperatura dos íons.
- Aplicabilidade: Composição, variabilidade e anomalia do plasma ionosférico.

(4) Função de Distribuição de Energia dos elétrons.

- Símbolos: EEDF, f_e.
- Unidade: eV (elétron-Volt).
- Conceito: Esta função de distribuição (termo oriundo da teoria cinética dos gases) fornece uma medida da densidade eletrônica em função da energia dos elétrons, O experimento da sonda de Langmuir pode ser usado para o conhecimento desta função distribuição, por intermédio da avaliação da segunda derivada da curva característica da sonda $I \times V$ (corrente versus tensão):

$$f_e = \frac{2}{e^2 A}\sqrt{\frac{2m_e(V_p - V)}{e}}\,\frac{d^2 I}{dV^2},$$

em que e, m_e são, respectivamente, a carga e a massa do elétron; A é a área da sonda (seção transversal em contato com o plasma); e V_p é o potencial (tensão) característico do plasma (valor experimental).

- Aplicabilidade: A estimativa de EEDF é de relevância ao entendimento dos processos de formação de plasma espacial, envolvendo os elétrons, íons e as espécies neutras.

(5) Radiância omnidirecional de airglow.

- Símbolos: EOI, EO2, $B_{\mathrm{OI}}, B_{\mathrm{Atm}}$.
- Unidade: R (Rayleigh).
- Conceito: É uma medida oriunda do padrão estabelecido para radiometria das emissões de airglow. Considerando que o fenômeno airglow exibe as mesmas propriedades ópticas em todas as direções (omnidirecional, i.e. pode ser integrado em 4π unidades de ângulo sólido) e que é uma emissão relativamente tênue na atmosfera, a radiância de airglow — fluxo de radiação recebido em uma superfície por unidade de ângulo sólido, em unidades $(\mathrm{W\,cm^{-2}\,sr^{-1}})$, que se denota pelo símbolo L — pode ser transformada, em unidades Rayleigh, por intermédio da expressão:

$$B = \frac{4\pi}{10^6}\frac{\lambda}{hc}L\,;\quad 2\pi\,\lambda(\mathrm{nm})\,L \times 10^{10},$$

em que hc/λ representa a energia associada ao fóton de comprimento de onda λ (em unidades de nm).

- Aplicabilidade: Indicador da dinâmica da atmosfera neutra e de fenômenos eletrodinâmicos da atmosfera ionizada.

(6) Temperatura (rotacional) de airglow.

- Símbolos: TO2, Θ_r, Θ_a.
- Unidade: K.
- Conceito: As emissões de airglow observacionalmente caracterizadas por bandas espectrais de moléculas diatômicas, como por exemplo, OH, O_2 e N_2, permitem produzir medidas remotas da temperatura nas altitudes de suas camadas características. A temperatura rotacional representará a temperatura cinética média atmosférica no entorno da altura do pico da emissão, desde que seja possível demonstrar que as intensidades espectroscópicas associadas aos níveis de energia rotacionais das bandas espectrais das moléculas mencionadas sigam a distribuição de Maxwell-Boltzmann. Além disso, pelo fato de que as medidas remotas de airglow,

muitas vezes, não possuem resolução em altitude, a temperatura de airglow pode ser entendida, quantitativamente, como um valor médio da temperatura cinética atmosférica (T), ponderada pela taxa volumétrica da emissão $(\varepsilon, \text{ em unidades fótons cm}^{-3}\ \text{s}^{-1})$ na espessura da camada de airglow (Δz), ou seja,

$$\Theta_a = \frac{\int_{\Delta z} \varepsilon T\, dz}{\int_{\Delta z} \varepsilon\, dz}, \qquad \text{em que,} \qquad B = 10^{-6} \int_{\Delta z} \varepsilon(z)\, dz\,.$$

- Aplicabilidade: Composição e dinâmica da atmosfera neutra.

(7) Refatividade atmosférica.

- Símbolos: N.
- Unidade: adim.
- Conceito: Um sinal eletromagnético que atravessa o meio atmosférico é refratado. A amplitude desta refração é dependente da variação (gradiente) do índice de refração atmosférico na trajetória do sinal, que por sua vez depende da variabilidade da composição atmosférica. Uma alternativa à quantificação do índice de refração (n) é a Refratividade, expressa como $N = 10^6 (n-1)$, desde que a variação de n para o ar atmosférico é muito próxima à unidade. Na atmosfera neutra, N relaciona-se à temperatura T (K), à pressão parcial hidrostática p_d (mbar) e à pressão parcial do vapor de água (atmosfera úmida) p_w (mbar). Na ionosfera, que é um meio parcialmente ionizado e dispersivo, negligenciando-se os efeitos do campo geomagnético, N é dependente da frequência do sinal de propagação f (Hz) e da densidade eletrônica n_e (m^{-3}). Uma parametrização aproximada à refratividade é dada por:

$$N \cong a_1 \frac{p_d}{T} + a_2 \frac{p_d}{T^2} + a_3 \frac{p_w}{T^2} - b \frac{n_e}{f^2},$$

  nos quais os valores dos conjuntos de fatores dimensionais empíricos (a e b) estão em contínua avaliação experimental.
- Aplicabilidade: As medidas de Refratividade atmosférica podem revelar informações sobre as variáveis de estado que caracterizam o meio atmosférico. Este é o objetivo da técnica de radio ocultação de sinal GNSS. Basicamente, é uma técnica de sensoriamento que se apoia no fato de uma atmosfera planetária comportar-se como uma lente esférica para sinais de rádio em escala centimétrica (banda L), refratando e gerando atrasos na propagação destes sinais, sendo que o efeito de lente é devido ao decréscimo exponencial da densidade atmosférica com a altitude. Assim, se as posições de satélites que transmitem e recebem os sinais são precisamente conhecidas, este "atraso atmosférico" (diferença temporal de atraso do sinal ao refratar-se pela atmosfera) pode ser medido com relativa acurácia, determinando-se o perfil (linha de visada) da refração Doppler do sinal, por intermédio da técnica da transformada inversa de Abel, com a suposição de um meio esfericamente simétrico. Por fim, a estimativa das variáveis da ionosfera (TEC e densidade eletrônica) e da baixa atmosfera (Temperatura e Pressão da atmosfera úmida) requer um conjunto de hipóteses de condicionantes atmosféricos, de modo a

limitar o número de variáveis independentes, permitindo-se a modelagem do problema.

(8) Amplitude de cintilação ionosférica

- Símbolo: S4.
- Unidade: adim.
- Conceito: A cintilação ionosférica ocorre devido à presença de irregularidades do plasma ionosférico na trajetória de propagação de um sinal GNSS, produzindo dois efeitos (indesejados) no sinal: refração e difração. Geralmente, a cintilação é descrita por uma distribuição estatística de amplitudes (*e.g.* distribuição de Rice) e pela função de autocorrelação (fase do sinal) dos sinais espalhados pela ionosfera. A intensidade (magnitude) da cintilação é quantificada pelo índice S4, definido por: $(\mathrm{S4})^2 = \left(\langle I^2 \rangle - \langle I \rangle^2\right) / \langle I \rangle^2$, sendo I o módulo quadrático das amplitudes dos sinais e $\langle I \rangle$ os valores médios integrados em uma escala temporal. Também, o índice S4 pode ser derivado diretamente da estimativa do parâmetro-*K* da distribuição de Rice, que é o quociente entre a potência do sinal em trajetória direta e a potência do sinal em trajetória com ocorrência de espalhamento ionosférico.
- Aplicabilidade: Especialmente neste contexto, a medida de cintilação ionosférica pode ser considerada como um subproduto da técnica de sondagem atmosférica GNSS-RO, particularmente útil para indicar a presença de irregularidades no plasma ionosférico.

(9) Fluxo espectral direcional ou Fluxo de elétrons.

- Símbolos: IE, I, I_E; FE, F
- Unidades: $\mathrm{cm}^{-2}\ \mathrm{s}^{-1}\ \mathrm{sr}^{-1}\ (\mathrm{eV})^{-1}$ ou $\mathrm{cm}^{-2}\ \mathrm{s}^{-1}$
- Conceito: Denota-se por I a medida do fluxo direcional (por unidade de ângulo sólido) de elétrons incidentes em um elemento de área $(dA \times d\Omega)$ do sensor, em função de uma distribuição em energias entre E e $E + \Delta E$, na faixa de energia observacional. Denota-se por F a medida do fluxo de elétrons que considera a aproximação de isotropia observacional (fluxo omnidirecional) e a integração sobre a faixa de energia considerada.
- Aplicabilidade: Fluxo de elétrons em baixas energias, detectados por analisador eletrostático a bordo de satélites de órbita LEO, e guiados pelo campo geomagnético, podem precipitar-se até a camada-E ionosférica, aonde participam de reações de recombinação eletrônica, produzindo um acréscimo da taxa de ionização bem como um aumento da condutividade elétrica da camada.

(10) Estimativa da Densidade Espectral da variabilidade de observáveis-χ

- Símbolos: SDE, $\hat{P}_\chi(\omega, \mathbf{k})$
- Unidades: $\{\text{unidades de } \chi\}^2 \times (\text{ciclo/s})^{-1}$ ou $\times\ (\text{ciclo/m})^{-1}$
- Conceito: De maneira geral, a densidade espectral de um observável-χ caracteriza o conteúdo de frequência (temporal e/ou espacial) associado à variabilidade (sinal) do observável-χ. Algumas vezes a variabilidade do observável-χ é especificada como uma variação relativa (fracional), χ' / χ_0, adimensional, com o objetivo de remover tendências nos dados. Os métodos estatísticos para prover a SDE são classificados

em: paramétricos e não-paramétricos. Dependendo de um conjunto de propriedades que caracteriza o fenômeno e a medida deste fenômeno, representada pelo observável-χ, a seleção do método mais adequado é realizada.

- Aplicabilidade: O propósito da estimativa espectral das variáveis atmosféricas é quantificar os modos de frequência (espacial e/ou temporal) e a forma do espectro, como por exemplo, a sua declividade.

2 REQUISITOS DE MISSÃO

2.1 REQUISITOS PARA O ESTUDO DE IRREGULARIDADES NO PLASMA IONOSFÉRICO

2.1.1 Requisitos de Observação das Condições do Plasma Ambiente (diagnóstico das perturbações ionosféricas)

2.1.1.1 Alvo de interesse.

A Missão deve prover dados *in-situ* das irregularidades no plasma ionosférico da região equatorial, em altitudes de 600 km +/- 50 km, com ênfase na faixa de +/-5° da linha do equador geomagnético, em qualquer faixa de longitude geográfica, no período noturno.

Mission Requirement :: 28931
08/30/2019 04:19:32 PM ::

2.1.1.2 Produtos.

A Missão deve prover medidas de Densidade eletrônica para análise das variações lentas do plasma ambiente na faixa de 10^3 a 10^7 cm^{-3}, com resolução mínima de 10^3 cm^{-3}, nas regiões de ocorrência de bolhas de plasma, com uma resolução espacial melhor que 500 m, ao longo da trajetória orbital do satélite.

Mission Requirement :: 29660
08/30/2019 04:21:41 PM ::

A Missão deve prover medidas de flutuações relativas da Densidade eletrônica para análise das variações rápidas do plasma ambiente, com frequência de amostragem de 800 Hz.

Mission Requirement :: 29662
08/30/2019 04:22:07 PM ::

A Missão deve prover medidas de Temperatura eletrônica do plasma ambiente na faixa de 500 K a 3500 K, com resolução mínima de 50 K (***TBC₁***), nas regiões de ocorrência de bolhas de plasma, com resolução espacial melhor do que 12 km, ao longo da trajetória orbital do satélite.

Mission Requirement :: 29664
08/30/2019 04:22:29 PM ::

A Missão deve prover estimativas de Densidade Espectral (SDE) para variabilidade temporal (ao longo da trajetória orbital do satélite) da Densidade eletrônica do plasma ambiente.

Mission Requirement :: 29666
08/30/2019 04:22:57 PM ::

A Missão deve prover estimativas de Densidade Espectral (SDE) para variabilidade temporal (ao longo da trajetória orbital do satélite) da Temperatura eletrônica do plasma ambiente.

Mission Requirement :: 29668
08/30/2019 04:23:10 PM ::

A Missão deve fornecer estimativas da Função de Distribuição de Energia dos Elétrons (EEDF) do plasma ambiente.

Mission Requirement :: 29998
08/30/2019 04:24:08 PM ::

2.1.2 Requisitos de Observação do Airglow Ionosférico (indicador das bolhas de plasma)

2.1.2.1 Alvo de interesse.

A Missão deve prover dados remotos de airglow ionosférico da região equatorial, em uma camada entre 240 km e 300 km de altitude, com pico em 250 km (altitude de referência)[1], na faixa de +/-15° da linha do equador geográfico, em toda faixa de longitude geográfica, no período noturno.

Mission Requirement :: 29682
08/30/2019 04:25:26 PM ::

A Missão deve prover dados remotos de airglow ionosférico com uma resolução espacial (diâmetro) 25 ± 3 km (*grid* nativo ~ 0.3°×0.3°) na altitude de referência.

Mission Requirement :: 30000
08/30/2019 04:27:01 PM ::

2.1.2.2 Produtos.

A Missão deve prover medidas de Radiância omnidirecional da emissão de airglow ionosférico do Oxigênio atômico OI λ630 nm, linha vermelha, com valores médios esperados de 300 R, um limiar de detecção de 7 R e uma acurácia melhor do que 20 R.

Mission Requirement :: 29748
08/30/2019 04:29:27 PM ::

A Missão deve prover estimativas de Densidade Espectral (SDE) para variabilidade espacial e temporal da radiância omnidirecional do airglow ionosférico.

Mission Requirement :: 29750
08/30/2019 04:29:44 PM ::

2.1.3 Requisitos de Observação da Refratividade da Alta Atmosfera (distribuição de elétrons e cintilação ionosférica)

2.1.3.1 Alvo de interesse.

A Missão deve prover dados de Radio-Ocultação (RO) de sinal GNSS referentes ao perfil da Refratividade da alta atmosfera da região equatorial, em altitudes de 90 a 800 km, limitadas pela acurácia dos resultados, na faixa de +/-5° da linha do equador geomagnético, em toda faixa de longitude geográfica.

Mission Requirement :: 29754
08/30/2019 04:32:04 PM ::

A missão deve prover dados da Refratividade da alta atmosfera com resolução espacial na faixa de 300 a 600 km na visada horizontal e de 0.3 a 1.5 km na visada vertical. O espaçamento médio entre sondagens de RO **não** deve ser superior a ***TBD₁*** km.

Mission Requirement :: 30002
08/30/2019 04:34:07 PM ::

A Missão deve propiciar a realização um número mínimo de ***TBD₂*** sondagens de RO da alta atmosfera com a probabilidade de ocorrência de bolhas ionosféricas, durante o período observacional dos solstícios de verão da região brasileira.

Mission Requirement :: 30004
08/30/2019 04:34:31 PM ::

[1] Os dados do instrumento GLOW não têm resolução em altitude. Neste sentido, a altitude citada é um valor médio reportado a partir de uma série de registros de fotômetros embarcados, e aqui adotado como valor nominal para referenciar a geometria observacional de airglow.

A missão deve prover dados da Refratividade da alta atmosfera de forma a maximizar o número de revisitas em *grids* espaciais que apresentem a maior probabilidade de ocorrência de bolhas durante o período observacional dos solstícios de verão da região brasileira.

Mission Requirement :: 30006
08/30/2019 04:35:03 PM ::

A Missão deve prover uma ocorrência global de no mínimo 230 (***TBC$_2$***) sondagens de RO por dia na região da alta atmosfera.

Mission Requirement :: 30008
08/30/2019 04:35:32 PM ::

2.1.3.2 Produtos.

A Missão deve prover medidas da amplitude da relação Sinal-Ruído do sinal RO, com taxa de amostragem de 50 Hz, para produzir o índice de cintilação S4, parâmetro este que indica a ocorrência de irregularidades no plasma da camada-F. Tipicamente, S4 varia na faixa de 0.1 a 1.5 (adimensional), com acurácia de 0.1.

Mission Requirement :: 29700
08/30/2019 04:36:42 PM ::

A Missão deve prover medidas de Conteúdo Eletrônico Total Ionosférico (TEC) na faixa de 0 a 2000 TECu, com acurácia de 3 TECu, que deve permitir a estimativa do perfil de Densidade eletrônica em altitude.

Mission Requirement :: 29696
08/30/2019 04:37:05 PM ::

A Missão deve prover estimativas do perfil vertical da Densidade eletrônica da ionosfera, cujos valores, tipicamente, variam entre 10^4 a 10^7 cm^{-3}, com acurácia de 10^3 cm^{-3} entre 150 e 500 km de atitude.

Mission Requirement :: 29762
08/30/2019 04:38:10 PM ::

2.2 REQUISITOS PARA O ESTUDO DE ONDAS ATMOSFÉRICAS

2.2.1 Requisitos de Observação do Airglow Mesosférico (indicador da atividade de ondas)

2.2.1.1 Alvo de interesse.

A Missão deve prover dados remotos de airglow mesosférico da região equatorial, em uma camada entre 90 km e 100 km de altitude, com pico em 94 km (altitude de referência)[2], na faixa de +/-15° da linha do equador geográfico, em toda faixa de longitude geográfica, no período noturno.

Mission Requirement :: 28941
08/30/2019 04:39:44 PM ::

A Missão deve prover dados remotos de airglow mesosférico com uma resolução espacial (diâmetro) 35 ± 4 km (*grid* nativo ~0.4°×0.4°) na altitude de referência.

Mission Requirement :: 30010
08/30/2019 04:42:21 PM ::

A Missão deve prover dados remotos da variabilidade do airglow mesosférico com uma cobertura longitudinal relativamente uniforme, para identificação (estimação espectral) dos modos das ondas equatoriais, que possuem, tipicamente, comprimentos de onda horizontais acima de 2000 km.

Mission Requirement :: 30012
08/30/2019 04:42:33 PM ::

[2] Os dados do instrumento GLOW não têm resolução em altitude. Neste sentido, a altitude citada é um valor médio reportado a partir de uma série de registros de fotômetros embarcados, e aqui adotado como valor nominal para referenciar a geometria observacional de airglow.

A Missão deve prover dados remotos da variabilidade do airglow mesosférico referenciados em *grids* espaciais, com amostragem temporal quase uniforme por trechos (segmentos), com um período de revisita médio, nestes trechos, de ~1 ± 0.2 dias.

Mission Requirement :: 30014
08/30/2019 04:42:58 PM ::

2.2.1.2 Produtos.

A Missão deve prover medidas de Radiância omnidirecional da emissão de airglow mesosférico do Oxigênio molecular O_2 banda *A*(0-0) em duas distintas faixas espectrais centradas em λ762 nm e λ763 nm, com valores médios esperados de 3000 R, e um limiar de detecção de 25 R.

Mission Requirement :: 29780
08/30/2019 04:45:57 PM ::

A Missão deve prover medidas de Temperatura (rotacional) de airglow mesosférico, na faixa de 140 K a 240 K, com acurácia melhor do que 12 K (***TBC$_3$***).

Mission Requirement :: 29784
08/30/2019 04:46:26 PM ::

A Missão deve prover medidas da Radiância omnidirecional da emissão de airglow mesosférico do Oxigênio molecular O_2 banda *A*(0-0), corrigidas pela temperatura de airglow, com acurácia melhor do que 150 R (***TBC$_4$***)

Mission Requirement :: 29958
08/30/2019 04:47:01 PM ::

A Missão deve prover estimativas de Densidade Espectral (SDE) para variabilidade espacial e temporal da Radiância omnidirecional do airglow mesosférico.

Mission Requirement :: 29782
08/30/2019 04:47:19 PM ::

A Missão deve prover estimativas de Densidade Espectral (SDE) para variabilidade espacial e temporal da Temperatura do airglow mesosférico.

Mission Requirement :: 29786
08/30/2019 04:47:28 PM ::

2.2.2 Requisitos de Observação da Refratividade da Baixa Atmosfera (acoplamento entre regiões atmosféricas)

2.2.2.1 Alvo de interesse.

A Missão deve prover dados de Rádio Ocultação (RO) de sinal GNSS referentes ao perfil da Refratividade da baixa atmosfera da região equatorial, entre as altitudes de 0 a 40 km, limitada (superior) pela acurácia dos resultados, na faixa de +/-15° da linha do equador geográfico, em toda faixa de longitude geográfica.

Mission Requirement :: 29798
08/30/2019 04:48:55 PM ::

A missão deve prover perfis verticais de Refratividade da baixa atmosfera entre as altitudes de 0 a 4 km com acurácia em torno de 0,8%; entre as altitudes de 4 a 20 km, com acurácia média de 0,2%; e em altitudes acima de 20 km, com acurácia média de 1%.

Mission Requirement :: 29800
08/30/2019 04:49:02 PM ::

A Missão deve prover uma ocorrência global de no mínimo 230 (***TBC$_5$***) sondagens de RO por dia na região da baixa atmosfera.

Mission Requirement :: 30016
08/30/2019 04:49:54 PM ::

A missão deve prover dados da Refratividade da baixa atmosfera com resolução espacial na faixa de 300 a 600 km na visada horizontal e de 0.3 a 1.5 km na visada vertical. O espaçamento médio entre sondagens de RO não deve ser superior a ***TBD₃*** km.

Mission Requirement :: 30018
08/30/2019 04:50:10 PM ::

A missão deve prover dados da Refratividade da baixa atmosfera em um tempo de revisita médio (cobertura global) de ***TBD₄*** dias, em uma escala horizontal de extensão de ***TBD₅*** km.

Mission Requirement :: 30020
08/30/2019 04:50:18 PM ::

2.2.2.2 Produtos.

A Missão deve prover medidas do perfil vertical da Temperatura da baixa atmosfera, entre 0 e 50 km, com valores típicos de 190 a 300 K e incerteza < 1 K.

Mission Requirement :: 29820
08/30/2019 04:50:55 PM ::

A Missão deve prover medidas do perfil vertical da Pressão parcial relativa à atmosfera úmida, com valores típicos de 0 mb a 50 mb e incerteza <1 mb.

Mission Requirement :: 29822
08/30/2019 04:52:05 PM ::

A Missão deve prover estimativas do perfil vertical de Energia Potencial, cuja variabilidade está associada à atividade das ondas atmosféricas.

Mission Requirement :: 29826
08/30/2019 04:52:15 PM ::

2.3 REQUISITOS PARA O ESTUDO DA ANOMALIA MAGNÉTICA

2.3.1 Requisitos de Observação da Precipitação de Elétrons de Baixas Energias (intensificação do dínamo da camada-E)

2.3.1.1 Alvo de interesse.

A Missão deve prover dados de Fluxo de elétrons com cobertura de 50% da região da SAMA, que compreende o volume da atmosfera de +/- 10° em torno do ponto geográfico (-26°S; 57°W) entre as altitudes de 80 km a 120 km, no período noturno.

Mission Requirement :: 28949
08/30/2019 04:53:26 PM ::

A Missão deve prover dados de Fluxo de elétrons da região da SAMA, com resolução espacial de 24 km ao longo da trajetória orbital do satélite.

Mission Requirement :: 29850
08/30/2019 04:53:56 PM ::

2.3.1.2 Produtos.

A Missão deve prover medidas do Fluxo Espectral (em energia, E) direcional de elétrons, em energias na faixa de valores entre 1 a 27 keV, em 16 níveis separados em escala logarítmica com ΔE/E aproximadamente de 30%, que se precipitam na região da SAMA, com uma sensibilidade mínima (omnidirecional) de 10^3 $cm^{-2}s^{-1}$.

Mission Requirement :: 28953
08/30/2019 04:54:51 PM ::

A Missão deve fornecer estimativas da Taxa de Ionização devido ao efeito dos elétrons precipitantes na região que define a SAMA.

Mission Requirement :: 28951
08/30/2019 04:55:05 PM ::

A Missão deve fornecer estimativas da Condutividade Elétrica da camada-E ionosférica, com o suporte do modelo ionosférico SUPIM.

Mission Requirement :: 28957
08/30/2019 04:55:24 PM ::

2.4 REQUISITOS PARA O ESTUDO DE ASPECTOS INSTRUMENTAIS

(i) A Missão deve validar tecnologicamente o uso de instrumento de bordo de monitoramento contínuo do fluxo de partículas energéticas na faixa de 0.15 a 3.6 MeV (elétrons).

Mission Requirement :: 28965
08/30/2019 04:55:54 PM ::

(ii) A Missão deve validar tecnologicamente o uso de instrumento de bordo de monitoramento contínuo do fluxo de partículas energéticas na faixa de 2.8 a 40 MeV (prótons).

Mission Requirement :: 28967
08/30/2019 04:56:07 PM ::

(iii) A Missão deve validar tecnologicamente o uso de instrumento de bordo de monitoramento contínuo do fluxo de partículas energéticas na faixa de 14 a 160 MeV (partículas alfa).

Mission Requirement :: 28969
08/30/2019 04:56:18 PM ::

APÊNDICE A

EM BRANCO

LISTA DE ITENS *TO BE DEFINED*			
ID	**DESCRIÇÃO**	**STATUS**	**PREVISÃO DE CONCLUSÃO**
TBD_1	O espaçamento médio entre sondagens de RO na alta atmosfera deve ser estimado.		
TBD_2	Um valor (aproximado) de eventos de RO da alta atmosfera com a probabilidade de ocorrência de bolhas ionosféricas, durante o período observacional dos solstícios de verão da região brasileira, deve ser estimado.		
TBD_3	O espaçamento médio entre sondagens de RO na baixa atmosfera deve ser estimado.		
TBD_4	O tempo de revisita médio dos dados de refratividade da baixa atmosfera, em cobertura global, deve ser estimado.		
TBD_5	Um grid (latitude versus longitude) de referência para a estimativa do tempo de revisita médio dos dados de refratividade da baixa atmosfera deve ser fornecido.		

LISTA DE ITENS *TO BE CONFIRMED*			
ID	**DESCRIÇÃO**	**STATUS**	**PREVISÃO DE CONCLUSÃO**
TBC_1	Resolução da medida da Temperatura Eletrônica deve ser confirmada.		
TBC_2	O número mínimo de eventos de RO na alta atmosfera deve ser confirmado.		
TBC_3	A acurácia da Temperatura de airglow deve ser confirmada.	[depende de calibração]	
TBC_4	A acurácia da Radiância da emissão O_2 banda-A de airglow deve ser confirmada.	[depende de calibração]	
TBC_5	O número mínimo de eventos de RO na baixa atmosfera deve ser confirmado.		