



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

**INPE-8974-NTC/315**

**COMISSÃO DE REVISÃO DO *REPORT OF THE JOINT WORKING  
GROUPS OF CBERS 3&4* DE NOVEMBRO DE 2001**

Antônio Roberto Formaggio  
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff  
Evlyn Márcia Leão de Moraes Novo  
Flávio Jorge Ponzoni  
Gerald Jean Francis Banon  
Leila Maria Garcia Fonseca  
Lênio Soares Galvão  
João Antônio Lorenzetti  
José Eduardo Mantovani  
Yosio Edemir Shimabukuro

**Publicação Reservada** – Sua reprodução ao público externo está sujeita à  
autorização da Chefia.



## RELATÓRIO

### COMISSÃO DE REVISÃO DO *REPORT OF THE JOINT WORKING GROUPS OF CBERS 3&4* DE NOVEMBRO DE 2001

Dr. Antônio R. Formaggio- DSR

Dr Bernardo T.Rudorff- DSR

Dra. Evlyn M.Novo- DSR

Dr. Flávio Ponzoni -DSR

Dr. Gerald F.Banon -DPI

Dra. Leila M. Fonseca - DPI

Dr. Lênio S.Galvão – DSR

Dr. João A. Lorenzzetti - DSR

Dr. José E.Mantovani – DSR

Dr. Yosio E.Shimabukuro - DSR

Coordenação de Observação da Terra

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

São José dos Campos

Junho 2002

## PROPOSTA DE REVISÃO DA MISSÃO CBERS 3-4

### I - Introdução

Este documento apresenta os resultados preliminares das ações tomadas pela Coordenadoria de Observação da Terra (COBT) no sentido de propor alterações nos instrumentos que farão parte da carga útil da Missão CBERS3-4.

Para isso a COBT instituiu uma Comissão de Revisão composta por diversos representantes das diferentes áreas de aplicação e de processamento de dados. Os membros desta Comissão tiveram acesso *Work Report of the Joint Working Groups of CBERS 3&4* de Novembro de 2001 (<http://sputnik.dpi.inpe.br:1910/rep/dpi.inpe.br/banon/2002/06.06.10.41>), preparado por um grupo de trabalho com representantes da China e do Brasil por solicitação da CNSA e AEB, respectivamente. Nesse processo de revisão da proposta original contida no Documento mencionado, a Comissão responsável, após ampla discussão adotou algumas premissas básicas para as alterações propostas:

- 1) Atender à necessidade de cobertura global;
- 2) Focalizar, prioritariamente, as necessidades de informações sobre o território brasileiro que não se encontrem contempladas por outras fontes de dados de sensoriamento remoto em operação e planejadas para a década;
- 3) Priorizar a resolução temporal oferecida pelo sensor WFI. Esta prioridade deve preceder a outros requisitos, uma vez que, os objetivos de monitoramento da produção agrícola e da cobertura vegetal demandam a aquisição mensal de dados sem cobertura de nuvens, só realizável com revisita inferior a 5 dias.
- 4) Apresentar caráter complementar aos dos dados adquiridos pela China, para que não houvesse redundância de informações.
- 5) Representar um desafio tecnológico de modo a incorporar as inovações no campo da engenharia, e no tratamento e extração de informações (análises temporais de dados espaciais).
- 6) Minimizar impactos das alterações propostas nos demais subsistemas (taxa de transmissão de dados, por exemplo).
- 7) Concentrar as alterações nos equipamentos de responsabilidade brasileira, uma vez que isso, em princípio, facilitaria a negociação com a CNSA.

A comissão ainda considerou oportuno salientar que na identificação de aplicações prioritárias falta ao INPE uma ampla consulta à comunidade de usuários (IBAMA, IBGE, Secretarias de Estado, e setores de serviços de sensoriamento remoto) para avaliar a real demanda de dados orbitais. Para isso, a Comissão propõe que, havendo a possibilidade concreta de revisão da Missão, seja realizado um Workshop com usuários potenciais para que a proposta do INPE seja avaliada por uma comunidade mais ampla de usuários de dados.

## **II – A proposta original**

A proposta original do CBERS 3-4 prevê que o satélite tenha como missão a aquisição de dados para as seguintes aplicações:

- agricultura,
- florestas,
- geologia,
- cartografia,
- monitoramento ambiental,
- detecção, localização e quantificação de focos de fogo,
- monitoramento de desastres naturais,
- mapeamento hidrológico, costeiro e aquático,
- uso da terra,
- vigilância e fiscalização.

A análise das aplicações propostas, demonstra que estas cobrem uma ampla gama de requisitos, o que impõe o uso de vários instrumentos. A tarefa de conciliar vários instrumentos com requisitos que atendam a necessidades de aplicações diversas é complexa. As aplicações cartográficas, por exemplo, necessitam sensores de alta resolução espacial associados a pequena distorção geométrica. Isto, geralmente, implica em faixa estreita de imageamento, o que resulta em pequena taxa de revisita. No entanto, aplicações que visam o monitoramento (como detecção de focos de fogo, culturas agrícolas, estado sazonal e fitossanitário fisionomias florestais, desastres rurais, vigilância e fiscalização) possuem requisitos mais brandos de precisão geométrica, mas requerem alta frequência de revisita.

Assim sendo, a Comissão considerou que as alterações propostas deveriam ser baseadas na focalização de aplicações relevantes para o Brasil. Esse assunto será discutido mais amplamente ao tratar das alterações propostas.

A Tabela 1 resume as características da carga útil constantes na proposta original. Essa carga útil é composta por 4 sensores, sendo dois de responsabilidade brasileira (em verde) e dois de responsabilidade chinesa (em vermelho).

Segundo o *Work Report of the Joint Working Groups of CBERS 3&4* a definição conjunta da configuração atual das cargas úteis dos satélites CBERS3& levou em consideração entre outras premissas:

- fazer o máximo uso do desenvolvimento dos satélites 1&2 ;
- evitar descontinuidade de serviço;
- melhorar a resolução espacial dos instrumentos.

Assim sendo, as modificações introduzidas em relação aos CBERS1&2 na Câmara CCD, no IRMSS e no WFI não deveriam causar impactos significativos em termos tecnológicos, já que os instrumentos manteriam aproximadamente as mesmas arquiteturas (mecânica, elétrica e térmica), incorporando apenas detetores mais modernos.

Tabela 1 – Características dos sensores para as missões CBERS3-4 conforme a proposta original.

<b>Banda</b>	<b>Sensor *</b>	<b>Intervalo espectral (µm)</b>	<b>Resolução Espacial (m)</b>	<b>Largura da faixa imageada (km)</b>	<b>Apontamento lateral ± (graus)</b>	<b>Revisita Real/ /Não-Real</b>
B01	PanMUX	0.51–0.85	5	60	32	-/5
B02	PanMUX	0.52–0.59	10	60	32	-/5
B03	PanMUX	0.63–0.69	10	60	32	-/5
B04	PanMUX	0.77–0.89	10	60	32	-/5
B05	Muxcan	0.45-0.52	20	120	32	26/3
B06	Muxcan	0.52–0.59	20	120	32	26/3
B07	Muxcan	0.63–0.69	20	120	32	26/3
B08	Muxcan	0.77–0.89	20	120	32	26/3
B09	IRMSS	0.76-0.90 (TBD)	40	120	No	26/não
B10	IRMSS	1.55–1.75	40	120	No	26/não
B11	IRMSS	2.08–2.35	40	120	No	26/não
B12	IRMSS	10.4–12.5	80	120	No	26/não
B13	WFI	0.52-0.59	100	890	No	5/ não
B14	WFI	0.63–0.69	100	890	No	5/ não
B15	WFI	0.77–0.89	100	890	No	5/ não

• **Resolução radiométrica: 8 bits**

A análise da Tabela 1 permitiu identificar alguns problemas, não obstante as limitações impostas pelas premissas anteriormente mencionadas:

- 1) A câmara chinesa PanMUX e a Muxcan de responsabilidade brasileira permitirão a aquisição de dados espectralmente redundantes, uma vez que possuem 3 canais espectrais semelhantes. Sob o ponto de vista da resolução espacial, a PanMux possui uma resolução de 10 metros que amplia o leque de aplicações com requisitos de sensores de alta resolução, como as aplicações cartográficas. A justificativa para a inclusão da Muxcan foi a de garantir uma maior frequência de revisita, que com a largura de faixa do sensor PanMux (60 km) ficou reduzida a 52 dias, e cobertura contínua da superfície terrestre, uma vez que a PanMux operaria com apontamento “off-nadir”.
- 2) O argumento para a inclusão da câmara MuxCan foi o de aumentar a revisita para 26 dias. Análises realizadas sobre a frequência de imagens utilizáveis do CBERS-1 (sem cobertura de nuvens) mostraram que, para as condições atmosféricas brasileiras, essa revisita inviabiliza sua aplicação em agricultura e em qualquer tipo de monitoramento operacional cujo ciclo seja inferior ao anual, visto que a taxa de cobertura de nuvens não é constante ao longo do ano. Com isso, os dados do MuxCan têm sua aplicação limitada a atualizações anuais de uso e ocupação do solo, e determinação de taxas anuais de desflorestamento.
- 3) Além da frequência de revisita inadequada, a MuxCan também se mostra imprópria para aplicações florestais, uma vez que não possui uma banda essencial à discriminação de tipos de vegetação, qual seja, a banda 1,55 a 1,75  $\mu\text{m}$ .

Em face do exposto, a Comissão considerou que a Câmara MuxCan poderia ser suprimida pois suas características não ampliam as aplicações potenciais da câmara PanMux.

Em relação às necessidades de revisita, o sensor mais importante para o Brasil é a câmara WFI, e seria então essa câmara que deveria ser modificada para atender às premissas estabelecidas no item I do presente relatório

### **III – A proposta da Comissão de Revisão**

#### *Aplicações Prioritárias*

##### 1. Agricultura

Em relação às prioridades de aplicação, a comissão se reportou aos estudos de viabilidade realizados para missão SABE (Satélite Argentino, Brasileiro, Espanhol) que indicavam a importância de um satélite para o monitoramento das grandes culturas comerciais do Brasil, da Argentina e no âmbito do Mercosul.

O equilíbrio da balança comercial do Brasil é ainda extremamente dependente da exportação de produtos agrícolas. Este mercado, entretanto, é extremamente vulnerável às flutuações de preços decorrentes de quebras de safras e de políticas protecionistas. Além disso, cada vez mais as operações com grãos são feitas via Bolsas de Valores em que os preços das mercadorias são determinados pelo conhecimento prévio de estoques de grãos.

A transformação da agricultura tradicional em Agronegócio aumenta a demanda por informação, uma vez que grande parte da safra é comercializada antecipadamente. Os grandes produtores e os grandes grupos industriais dependem de previsões seguras sobre a produção agrícola, a fim de conseguirem melhores condições de negociação de seus estoques.

Com a proliferação das negociações em Bolsas, tem crescido também o interesse das companhias de seguro por informações de produção como forma de fiscalização dos montantes efetivos de quebras de safras que constam de demandas por indenização.

## 2. Monitoramento da Vegetação

Com o Programa Brasil em Ação, a tendência é que as fronteiras agrícolas do Brasil se expandam em direção ao norte, aumentando a pressão sobre a floresta amazônica e a necessidade de fiscalização de desmatamentos e de queimadas em tempo quase real. Assim sendo uma outra área de aplicação estratégica para o Brasil é focada no monitoramento da vegetação e do seu processo de degradação.

### *Modificações Propostas*

A tabela 3 resume as alterações propostas pela Comissão de Revisão para o CBERS3-4. Em síntese, a Comissão propõe o seguinte:

- a retirada do sensor MuxCan
- melhoramento do sensor WFI para transformá-lo em um AWFI (Advanced Wide Field Imager), com a mesma frequência de revisita, resolução espacial em torno de 60 metros no nadir, 4 bandas espectrais incluindo a banda de 1,55 a 1,75  $\mu\text{m}$ .

Tabela 3 – Configuração do sensor AWFI

Banda	Banda ( $\mu\text{m}$ )	Resolução (m)	Largura de faixa (km)	Taxa de Transmissão Mb/s	Frequência de revisita (dias)
1	0,52-0,59	60	890	15	3,37
2	0,63-0,69	60	890	15	3,37
2	0,77-0,89	60	890	15	3,37
4	1,55-1,75	60	890	15	3,37

\* Resolução radiométrica de 10 bit

Um sensor com essas características permitiria um significativo aumento da probabilidade da obtenção de mosaicos de cenas livres de cobertura de nuvens por mês, uma vez que haveria cerca de 7 revisitas mensais.

A partir das imagens AWFI seria possível a construção de mosaicos aproveitando porções sem cobertura de nuvens das cenas obtidas. Esses procedimentos abririam um amplo campo para o desenvolvimento de algoritmos para mosaicagem e registro automático de cenas, envolvendo métodos de normalização radiométrica, calibração entre datas, correção de distorções geométricas, correção de efeitos de geometria de visada, etc.

Além disso, algumas outras aplicações poderiam ser contempladas também sem prejuízo do foco em agricultura e floresta. Dentre elas, destaca-se, por exemplo, o monitoramento de reservatórios hidrelétricos, cujas dimensões em 80 % dos casos são passíveis de monitoramento com resolução de 60m x 60 m.

Essa aplicação encontra-se extremamente limitada, atualmente, pela falta de imagens que permitam análises de séries temporais de curvas vazão x área alagada. O desenvolvimento de estudos dessa natureza poderia representar um grande avanço para o manejo dos recursos hídricos de um país que detém cerca de 53 % da disponibilidade hídrica da América do Sul e 12 % da disponibilidade hídrica do mundo. Segundo dados do Comitê de Grandes Barragens (CGB), existem mais de 45 mil grandes barragens em todo o mundo. Há dados que sugerem que cerca de 40 % das terras irrigadas baseiam-se no aproveitamento de águas retidas em barragens, enquanto que cerca de 19 % da energia elétrica global é derivada de hidroeletricidade. Só a China possui cerca de 22.000 grandes barragens, e também poderia beneficiar-se de um sensor com essas características.

Com as modificações propostas pela Comissão a nova carga útil do CBERS seria composta por apenas três sensores conforme descrito na tabela 3.

Tabela 3 – Proposta de carga útil para o CBERS 3-4

<b>Banda</b>	<b>Sensor *</b>	<b>Intervalo espectral (µm)</b>	<b>Resolução Espacial (m)</b>	<b>Largura da faixa imageada (km)</b>	<b>Apontamento lateral ±</b>	<b>Revisita Real/ /Não-Real</b>
B01	PanMUX	0.51–0.85	5	60	32	-/5
B02	PanMUX	0.52–0.59	10	60	32	-/5
B03	PanMUX	0.63–0.69	10	60	32	-/5
B04	PanMUX	0.77–0.89	10	60	32	-/5
B05	IRMSS	0.76-0.90 (TBD)	40	120	No	26/não
B6	IRMSS	1.55–1.75	40	120	No	26/não
B7	IRMSS	2.08–2.35	40	120	No	26/não
B8	IRMSS	10.4–12.5	80	120	No	26/não
B9	AWFI	0.52-0.59	60	890	No	3/ não
B10	AWFI	0.63–0.69	60	890	No	3/ não
B11	AWFI	0.77–0.89	60	890	No	3/ não
B12	AWFI	1,55-1,75	60	890	No	3/ não

\* Resolução radiométrica: 10 bit

Com essa nova carga útil, a frequência real de revisa proporcionada pela PanMUX aumentaria para 52 dias. Esta baixa revisita, entretanto, não seria um impedimento à aplicações cartográficas visto que a aquisição de imagens via apontamento off –nadir poderá ser programada para missões específicas durante épocas do ano de baixa nebulosidade, prática já adotada tradicionalmente nas missões de aerolevante. As principais bases de dados cartográficos do Brasil foram adquiridas através de missões de aerolevante concentradas em alguns poucos meses de baixa nebulosidade que na região centro sul, ocorrem entre maio e setembro, o que oferece uma janela de aquisição de 05 meses.

O sensor IRMSS é de grande interesse da comunidade de usuários chineses, uma vez que possui bandas essenciais ao monitoramento de geleiras e ao processo de fusão da neve, fundamental à hidrologia das bacias alimentadas pelas neves do Himalaia. As bandas 6 e 7 permitem distinguir entre áreas de gelo sólido e gelo em fase de derretimento. O mapeamento das proporções relativas da área recoberta por gelo em estado de fusão podem alimentar modelos de previsão de vazão dos rios, informação essencial à prevenção de desastres. Esses dados também podem ser utilizados de forma eficiente para identificar regiões de quebra de cobertura de gelo em rios, o que geralmente está associado a episódios de inundações. Existem inúmeros exemplos na literatura de uso de dados TM Landsat nas bandas equivalentes ao IRMSS para a modelagem hidrológica em regiões de clima sub ártico como o que caracteriza grande parte dos altiplanos chineses.

Apesar de o Brasil não ter problemas de natureza semelhante, países da América Latina tais como o Chile e a Argentina podem fazer uso dos dados do IMRSS. Esses dados também são de utilidade para o monitoramento de culturas irrigadas, para o mapeamento de lagos, identificação de bancos de macrófitas aquáticas, entre outros.

Um problema potencial na aplicação das imagens do sensor AWFI é o ampla faixa de varredura (890 km) que impõe aos dados variações sensíveis no ângulo instantâneo de visada. Existem estudos em andamento visando a modelação de tais efeitos e o desenvolvimento de métodos de correção, que minimizem o seu impacto. Tendo em vista que com a revisita de 3,7 dias há um aumento da probabilidade de se obter amplas regiões da cena livres de nuvens, é possível também o aproveitamento das regiões centrais de imagens em cenas sucessivas.

#### *Sugestões de Modificações dos Sensores sob Responsabilidade Chinesa*

1. Havendo condições, sugere-se que se coloque uma segunda câmara PanMux para permitir a varredura completa do terreno. Sugere-se ainda que seja estudada a viabilidade de visada “along track” para a geração de pares estereoscópicos como uma forma de minimizar o impacto das variabilidade ambiental sobre a extração de informações.
2. Havendo condições também seria interessante incluir a banda 1,55 a 1,75  $\mu\text{m}$  no sensor PanMux.

Essas modificações ampliariam bastante a aplicação das imagens PanMux para estudos de pequena escala, principalmente voltados a estudos em áreas urbanas.

#### IV - Conclusões e Recomendações

Para as áreas de agricultura e floresta, principalmente, a configuração desenhada antes das alterações propostas seria de utilidade extremamente limitada para o Brasil e para os países da América do Sul. As proposições da Comissão de Revisão, constantes no presente documento, baseiam-se na experiência de especialistas cujos trabalhos com dados de sensoriamento remoto orbital somam longa data e, desta maneira, baseiam-se em fundamentos concretos.

O início do século XXI está mostrando que o Planeta deverá passar por significativos desafios ambientais e, portanto, os países necessitarão crescentemente de dados adequados para a observação, o estudo, a administração e o monitoramento dos seus recursos. O Brasil, especialmente, com a sua ampla variedade de condições e sua grande extensão deverá apresentar, cada vez mais, alta demanda de fontes fidedignas que possibilitem fundamentadas e racionais tomadas de decisões. Assim, é essencial e estratégico que os novos sistemas sejam delineados de forma a assegurar futuras demandas.

Um aspecto fundamental a ser lembrado é que o que existe sobre a superfície da terra é relativamente conhecido. O que se desconhece completamente ainda são as taxas de transformação do espaço em diferentes escalas temporais. O conhecimento dessas taxas é fundamental para se responder questões científicas que envolvam o discernimento do papel do Homem nas mudanças globais do planeta. A aquisição de séries de dados de sensoriamento remoto de alta frequência temporal é fundamental à compreensão desses processos de meso e grande escala. Não fora essa a prioridade da agenda científica para o século 21, a NASA não teria passado os 20 últimos anos planejando a Missão ao Planeta Terra, composta basicamente de sensores de cobertura de larga escala, e alta frequência de revisita. Não é por acaso que se deu o grande esforço no desenvolvimento do MODIS, e não é por acaso que ele é o principal instrumento a bordo do Terra e do Aqua.

Comissão:

Presidente: Dra Evlyn Novo \_\_\_\_\_

Dr. Antônio R. Formaggio- DSR \_\_\_\_\_

Dr Bernardo T. Rudorff- DSR \_\_\_\_\_

Dr. Flávio Ponzoni -DSR \_\_\_\_\_

Dr. Gerald F. Banon -DPI \_\_\_\_\_

Dra. Leila M. Fonseca - DPI \_\_\_\_\_

Dr. Lênio S. Galvão - DSR \_\_\_\_\_

Dr. João A. Lorenzetti - DSR \_\_\_\_\_

Dr. José E. Mantovani – DSR José E. Mantovani

Dr. Yosio E. Shimabukuro – DSR Yosio E. Shimabukuro