

## Relatório de viagem

João Steiner (IAG-USP)  
Albert Bruch (MCT/LNA)  
Kepler Oliveira (UFRGS)

### **Objetivo:**

Participação em reuniões com os projetos de ELTs (Extremely Large Telescopes) TMT (Thirty Meter Telescope) e GMT (Giant Magellan Telescope) em Pasadena, Califórnia. O objetivo da viagem foi de troca de informações sobre a possibilidade de participação brasileira em um desses projetos; coleta de informações para subsidiar a comunidade astronômica e o governo brasileiro no planejamento estratégico da astronomia brasileira.

### **Reuniões mantidas:**

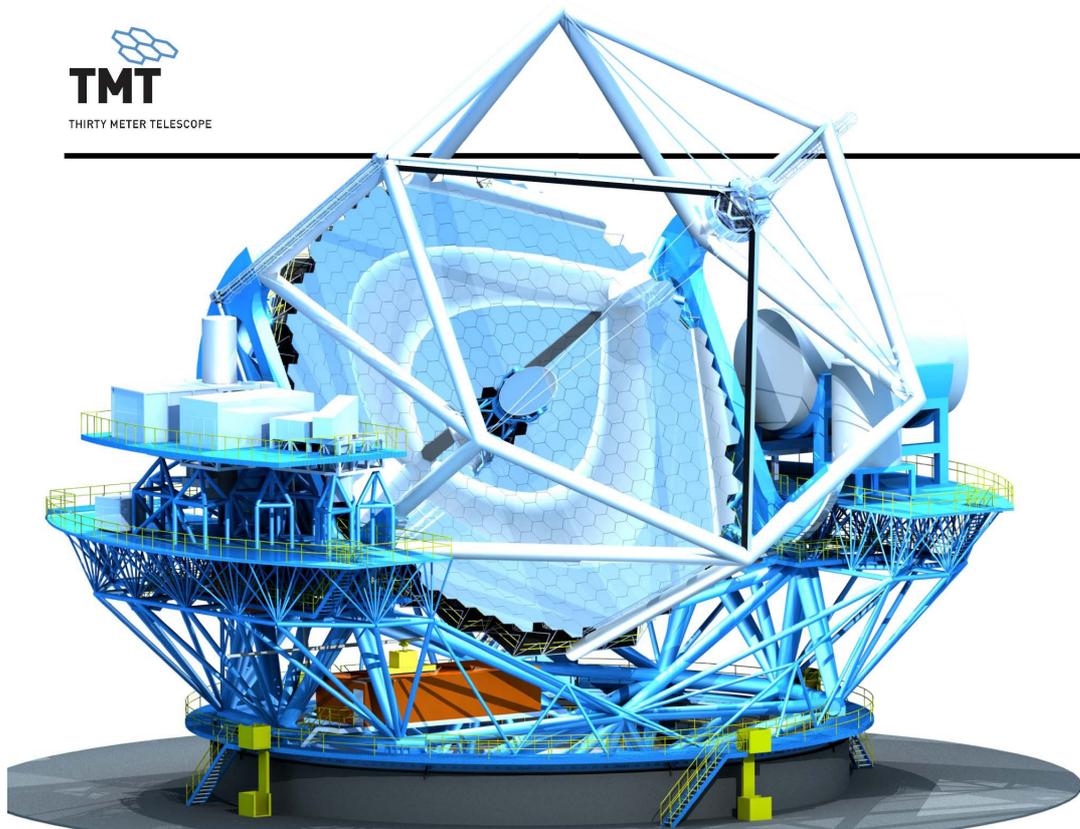
- 1 – Reunião do Science Committee do TMT; dias 27 e 28 de janeiro de 2010 no Caltech. Participou J.Steiner.
- 2 – Reunião com o Board of Directors do TMT; participaram J, Steiner, Albert Bruch e Kepler Oliveira, em 1 de fevereiro de 2010 no Caltech.
- 3 – Visita de J. Steiner ao laboratório de instrumentação do Caltech no qual está sendo construído o espectrógrafo infravermelho multi-fenda MOSFIRE, no dia 2 de fevereiro de 2010.
- 4 – Reunião de J. Steiner com a Presidente do Board od Directors do GMT, Wendy Freedman em 29 de janeiro de 2010, no Carnegie Observatories.
- 5 – Reunião com Matt Johns (Project Manager), Steve Schectman (Project Scientist) e Pat McCarthy (Project Director) do GMT. Participaram, J. Steiner, Albert Bruch e Kepler Oliveira em 31 de janeiro de 2010 no Carnegie Observatories.

# Projeto TMT

## 1 – Reunião do Science Committee do TMT.

O TMT é um telescópio de 30 metros que vai ser construído em Mauna Kea, Hawai.

Participou dessa reunião um significativo número de pesquisadores americanos (quase todos do Caltech e da Universidade da Califórnia) e Canadenses. Participaram, também, dois pesquisadores japoneses e dois chineses, além dos responsáveis pelo projeto.



*Figura 1 – O telescópio TMT*

Foram revistos todos os custos dos equipamentos do telescópio, da óptica adaptativa e da instrumentação. Por recomendação do Board foi feito um exercício detalhado de propostas de corte de custos para um montante de 800 MUS\$ até a primeira luz. Entre as possíveis (mas improváveis) cortes de custos estão:

- Eliminação da base administrativa de Hilo (-12 MUS\$); seria alugado espaço temporário; o custo de construção em Hilo é absurdamente alto: 6 000,00 US\$/metro quadrado.

- Redução do FOV do telescópio de 15 arcmin para 10 arcmin; isso seria obtido com a redução do tamanho do espelho terciário (-10 MUS\$)

- Redução da óptica adaptativa com LGS. Isso reduziria de forma significativa (quase -100 MUS\$). Mas reduziria excessivamente a capacidade do telescópio no

infravermelho o que gerou protestos sistemáticos da Andrea Ghez e outros. O telescópio teria NGS na primeira luz e LGS seria implantado quando houvesse recursos para isso. Isso limitaria a cobertura do céu para AO a 1%.

- Instrumentos. Na primeira luz haveria apenas o WFOS (que não precisa de AO) e algum instrumento infravermelho (mas quase todos precisam de AO).

- Reduzir temporariamente a abertura do telescópio, excluindo os círculos exteriores de segmentos.

A avaliação geral, no entanto, é que o projeto será iniciado no final de 2011, com 986 MUS\$ incluindo AO com LGS e três instrumentos operando em primeira luz.

## TMT Instrumentation

**TMT instruments are currently divided into two categories: “Early Light” and “First Decade” Early light instruments are expected to be available at the start of TMT science operations. This category includes the following instruments:**

- **Wide-Field Optical Spectrometer (WFOS)**
- **InfraRed Imaging Spectrometer (IRIS)**
- **InfraRed Multi-slit Spectrometer (IRMS)**

**First decade instruments are expected to be commissioned within the first decade of TMT operations. They include (in no particular order):**

- **Planet Formation Instrument (PFI)**
- **High-Resolution Optical Spectrometer (HROS)**
- **Mid-InfraRed Echelle Spectrometer (MIREs)**
- **InfraRed Multi-Object Spectrometer (IRMOS)**
- **Near-InfraRed Echelle Spectrometer (NIREs)**

### *Apresentação dos japoneses*

Os japoneses fizeram uma apresentação muito impressionante. Eles estão muito bem estruturados, com um Project Manager e um Project Scientist. Eles avaliaram em detalhe cada componente do telescópio e da instrumentação e mapearam a capacidade da indústria japonesa de produzi-la.

Tendo em vista a capacitação da empresa Mitsubishi, entre outras, na construção do telescópio Subaru, a experiência deles é muito grande e de difícil competição.

O Japão submeteu um orçamento de 350 MUS\$ como sua contribuição para a construção do telescópio e de todos os 8 instrumentos previstos, mas não estão incluídos, aí, recursos para operação. Como os japoneses aspiram a participar com 22% a 25 % conclui-se que, na avaliação deles, o custo total do telescópio + 8 instrumentos é de 1.4 bilhões de dólares.

## *Apresentação dos chineses*

Os chineses também possuem uma estrutura com Project Manager e Project Scientist. Eles aspiram a participar com um montante entre 12% e 18% do total do projeto.

Eles, no entanto estão muito menos organizados do que os japoneses. O principal problema, na opinião deles, é que eles não têm nenhuma experiência em telescópios grandes, sendo que o maior telescópio deles tem 2.5 m. Para sanar esse problema estão mantendo negociações com o CFHT, Palomar e Keck. Não foi mencionado, mas eles muito provavelmente vão adquirir uma fração dos ingleses no Gemini, principalmente se não conseguirem nada no Keck o que é bem provável.

## **2 – Reunião com o BOARD of Directors do TMT**

Na reunião do Board a delegação brasileira teve a oportunidade de apresentar as aspirações básicas para a participação no TMT. Falou-se que nossa intenção inicial era de

- participar com 5% no projeto
- que considerávamos essencial a participação da indústria nacional na construção do telescópio
- e a participação da comunidade científica no desenvolvimento da instrumentação.

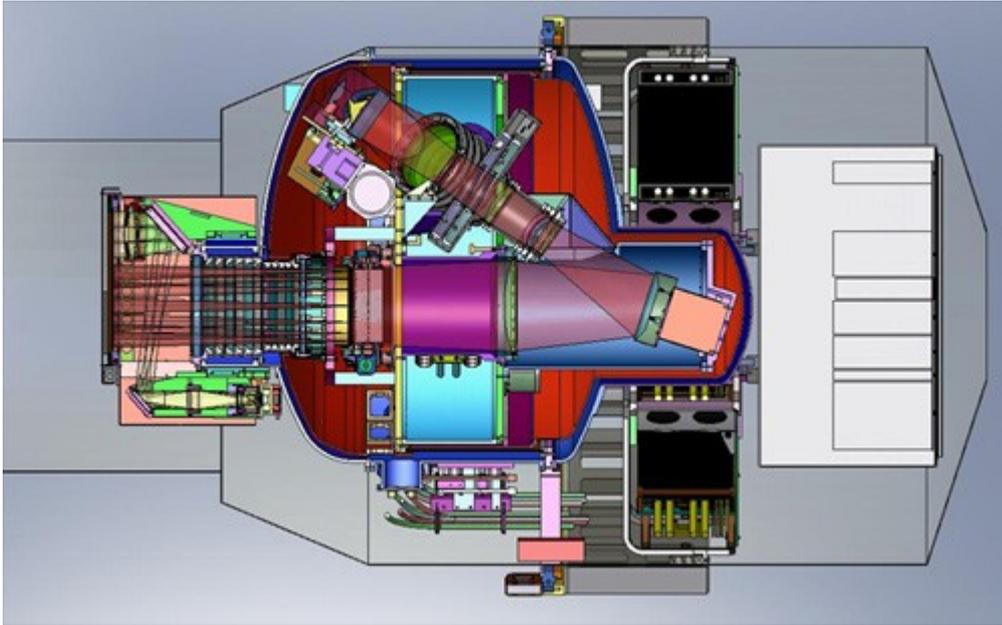
O Board deixou claro que o Brasil é muito bem vindo como parceiro, mas que, para que o Brasil pudesse ter assento no BOARD do TMT, a contribuição mínima teria que ser de 10%. O Board apóia a idéia de que se procure contratos com a indústria brasileira de até 70% da nossa contribuição.

O Board deseja concluir a parceria formal e iniciar a construção no final de 2011.

## **3 – Visita ao laboratório de instrumentação do Caltech no qual está sendo construído o espectrógrafo infravermelho multi-fenda MOSFIRE.**

Na visita ao laboratório do Caltech, foi visto a montagem final do instrumento MOSFIRE. Trata-se de um espectrógrafo multi-fenda para o infravermelho próximo que está sendo construído para o telescópio Keck. Esse espectrógrafo possui 36 fendas ajustáveis em tempo real ao longo de 6 minutos de arco. Como ele tem a mesma razão focal que o TMT, ele poderia simplesmente ser clonado, com ligeiras modificações no “fore-optics”, passando a ter um FOV de 2 minutos de arco. O custo previsto é de 12 milhões de US\$ que, com um contingenciamento, passaria a 18 MUS\$.

Pelo fato de esse instrumento já ter seu projeto pronto, ele foi proposto como parte do pacote brasileiro para o TMT.



*Figura 2 – Desenho do instrumento MOSFIRE*

# Projeto GMT

## 4 - Reunião com Wendy Fredman

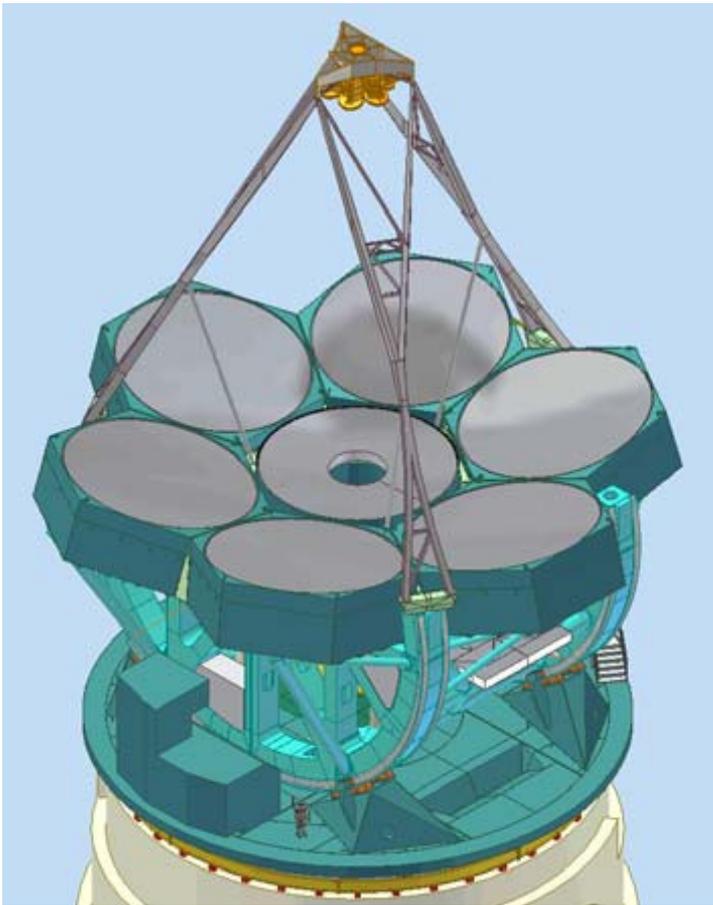
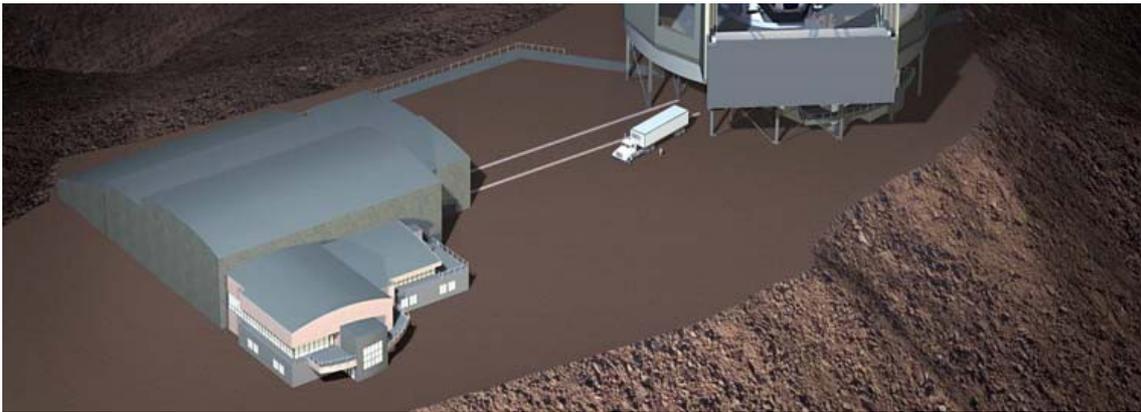
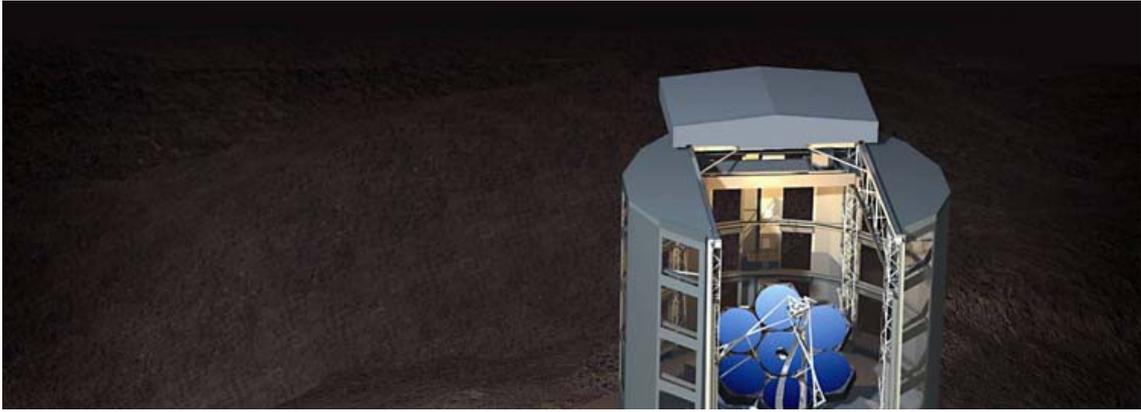
Fomos contatados previamente pela Wendy Freedman (Diretora do Carnegie Observatories e Presidente do Board of Directors do GMT). Existe interesse do GMT em que o Brasil entre como sócio. O GMT já formalizou o consórcio, com regras estabelecidas, que conta com nove parceiros (entre eles a Austrália e a Coréia do Sul).

O objetivo inicial do consórcio era replicar a lógica dos telescópios Magellan, agora com 10 parceiros, cada um entrando com 10% dos custos (total de 706.1 MUS\$). Mas seriam aceitos parceiros com 5% e, também, com mais de 10%. Um parceiro poderia ter um ou no máximo dois membros e votos no Board. Para que um parceiro possa ter direito a voto, deve ter contribuído efetivamente com pelo menos 5% dos recursos comprometidos.

Perguntada explicitamente se o Brasil seria aceito com uma contribuição em capital de 35 MUS\$, a resposta foi expressamente positiva. Além disso foi perguntado se o Brasil poderia se envolver e, possivelmente, liderar a construção de um espectrógrafo óptico (a negociar) e ter envolvimento industrial na construção do telescópio em igualdade de condições com as indústrias de outros países, a resposta também foi positiva.

Quanto a contribuição industrial, o GMT contrata todos os itens pelo menor custo. Isso quer dizer que se a indústria brasileira se mostrar competitiva, ela poderia, por exemplo, ficar com todo o contrato do “Enclosure + Facility” para o que foram alocados 166.3 MUS\$ do projeto (isso inclui o projeto de engenharia, a ser realizado pela M3). Dada a proximidade do Chile e o custo da mão de obra no Brasil, aliados à experiência nesse tipo de empreendimento, não parece impossível se obter um contrato dessa natureza.

Ficou acertado que o Pat McCarthy e o Matt Johns farão uma visita ao Brasil na última semana de março ou na primeira semana de abril. A Wendy Freedman faria uma visita um mês depois.



## 5 - Reunião com Pat McCarthy, Matt Johns e Steve Schectman

Nessa reunião foram apresentados os detalhes técnicos, gerenciais e de motivação científica do projeto.

O GMT é um telescópio de espelho segmentado, com um segmento central de 8.4 m, 6 espelhos laterais off-axis também de 8.4 m e um espelho adicional rotativo para facilitar o coating. A área coletora será equivalente a um telescópio de 22 m e um poder de resolução de um telescópio de 25.4 m. O objetivo é obter imagens com resolução de 10 *mas* em 1 *micron*. O telescópio vai ser construído em Las Campanas.

O projeto tem um custo fixado em 706.1 MUS\$. O programa de instrumentação de primeira luz terá um total de 103.8 MUS\$ e viabilizará entre 2 e 4 instrumentos, mais provavelmente 3. O projeto de óptica adaptativa tem 83 MUS\$ e será feito nos 6 espelhos secundários gregorianos de 1.1 m, cada um com 672 atuadores e estará ativada em primeira luz.

O espelho central está em fase final de polimento no *Mirror Lab* da Universidade do Arizona. O objetivo é iniciar a construção no começo de 2012.

Os três espectrógrafos ópticos que deveriam ser olhados são:

- GMACS – Optical multiobject spectrometer – algo como o IMACS ou WFMOS (com menos resolução espectral) e poderíamos usar a experiência desse para estudar possível participação.

- QSpec – High resolution optical spectrometer. Trata-se de um espectrógrafo echelle de alta resolução  $R=30K$ . Uma espécie de super-STELES. A experiência do Steles poderia ser de grande utilidade para elaborar uma proposta brasileira.

- SHARPS – Optical high resolution (Doppler) spectrometer. Espectrógrafo Coudé de alta resolução ( $R=150 K$ ) para estudos de exoplanetas.



*Figura 4 – O espelho-segmento central do GMT está em fase final de polimento no Mirror Lab da Universidade do Arizona.*

Instrument	Function	$\lambda$ range (microns)	Resolution	FOV
GMACS	Optical Multi-Object Spectrometer	0.35-1.0	250-4000	64-200 arcmin <sup>2</sup>
NIRMOS	Near-IR Multi-Object Spectrometer	1.0-2.5	Up to ~4000	49 arcmin <sup>2</sup>
QSpec	Optical High Resolution Spectrometer	0.3-1.05	30K 1" slit	3" + fiber mode
SHARPS	Optical High Resolution (Doppler) Spectrometer	0.4-0.7	150K	7 x 1" fibers
GMTNIRS	Near-IR High-Resolution Spectrometer	1.2- 5.0	25K-100K	Single object
MIISE	Mid-IR Imaging Spectrometer	3.0-25.0	1500	30"
HRCam	Near-IR AO Imager	0.9-5.0	5-5000	30"
GMTIFS	NIR AO-fed IFU	0.9-2.5	3000-5000	3"

## À guiza de conclusão

Na tabela abaixo mostramos um quadro comparativo entre o GMT e o TMT. A título de completeza incluímos os dados do E-ELT.

O grande desafio para nossa participação no projeto TMT será, além do seu elevado custo, conseguir contratos com a indústria brasileira que sejam minimamente competitivas com propostas principalmente do Japão e da China. O Japão está preparado para os pacotes de maior conteúdo tecnológico, com os quais dificilmente podemos competir. Já para os pacotes de conteúdo tecnológico inferior, a China será muito agressiva. Devemos levar em conta que nesse segmento ainda teremos a Índia que também estuda participar do projeto (com prováveis 10%). A participação efetiva em instrumentação será, provavelmente, muito pequena, a não ser que seja aceitável fazermos a integração do MOSFIRE. Trata-se de um instrumento bastante sofisticado, mas todos os componentes teriam que ser fabricados no exterior, com exceção das partes mecânicas, já que não temos experiência dessa magnitude no infravermelho. Restaria, ao Brasil, fazer a integração e testes. Mesmo assim, parece que não temos laboratórios nem estrutura administrativa que possam conduzir um empreendimento dessa complexidade. Certamente investimentos adicionais teriam que ser feitos.

Quanto ao GMT deveríamos estudar a possibilidade de, antes de formalizar uma eventual adesão do Brasil, termos um entendimento que garanta pleno acesso da indústria brasileira a todos os itens de fabricação e um compromisso de proatividade do projeto em colocar contratos aqui. Igualmente deveríamos propor a liderança na construção de um dos espectrógrafos ópticos. Para finalizar deveríamos exigir que o Brasil venha a ter tratamento exatamente igual ao da Coréia do Sul e Austrália, mesmo aderindo posteriormente a eles.

	D m	Custo Telesc MUS\$	Custo ops MUS\$	Instrum MUS\$ /ano	FOV	Reflexõe s quentes	Hemisf	
GMT	22-25.4	706.1	20	13	20'	2	S	
TMT	30	1.000	27	15-25	15'	3	N	
E-ELT	42	1.400	84	?	10'	5	N/S	

Por fim, nos parece oportuna a idéia de que o Brasil elabore um "Business Plan" para a participação da nossa indústria em cada um dos três projetos em discussão.