

Observatório Astronómico “Professor Manuel de Barros”
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Proposta de Plano Estratégico de Desenvolvimento 2011-2015

1. ENQUADRAMENTO

1.1 HISTORIAL

O Observatório Astronómico “Professor Manuel de Barros” (OAPMB) foi fundado em 1948 pelo Professor Manuel Pereira de Barros, licenciado em Matemática e Engenharia Civil, docente de Astronomia e Geodesia na Faculdade de Ciências, que reconhecia a necessidade de a Faculdade ter um Observatório onde pudessem ser complementados os estudos teóricos em Astronomia. Pessoa com uma grande visão, entendia que um Observatório não seria somente importante para o ensino prático da Astronomia, como também constituiria a base de desenvolvimento de um Centro de Investigação.

O Professor Manuel de Barros possuía uma rara habilidade para projectar e supervisionar a construção de instrumentos astronómicos, tendo sido responsável nomeadamente pela construção de um Círculo Meridiano de Espelho (C.M.E.), um dos poucos equipamentos do género instalados no mundo, e que foi utilizado para observações astronómicas até à década de 70. Este equipamento foi totalmente projectado no OAPMB após o desafio lançado ao Professor Manuel de Barros pelo astrónomo R. d’E. Atkinson do Observatório de Greenwich. O seu profundo conhecimento dos problemas fundamentais da Astronomia e o seu espírito empreendedor, aliados a um grande entusiasmo, tornaram possível que, em tempos difíceis para a Faculdade, conseguisse levar a cabo o projecto de construção do Observatório Astronómico, que hoje tem o seu nome.

O OAPMB foi considerado pelo IGESPAR “(...) como testemunho material da história da investigação astronómica portuguesa bem como da vivência e dedicação profissional de um cientista da craveira nacional e internacional do Prof. Manuel de Barros (...)”, e por esse motivo aprovada a manutenção de uma zona de protecção envolvente à zona circundante do Observatório com restrições a nível urbanístico.

1.2 ACTIVIDADE ACTUAL

Actualmente são desenvolvidas no Observatório Astronómico actividades de investigação nas áreas das Ciências da Terra e do Espaço, com particular incidência nos seguintes domínios:

- (i) Posicionamento e Navegação por Satélite (com aplicações à Detecção Remota, à Geodinâmica, à Gravimetria Aérea e à Monitorização Costeira);
- (ii) Meteorologia do Espaço, com aplicações ao estudo de Eventos de Partículas Energéticas, usando, para lá de meios espaciais, os dados do seu próprio instrumento no solo, o Radioespectrógrafo da Universidade do Porto, construído no Observatório sob a supervisão do Engenheiro António Magalhães, com a colaboração de engenheiros do Observatório de Nançay em França.

O Observatório estabeleceu vários protocolos de cooperação com entidades públicas. Nas instalações do Observatório funciona uma estação GPS permanente, pertencente à rede nacional de estações GNSS do Instituto Geográfico Português (IGP).

Também em colaboração com o IGP, foi estabelecida no Observatório uma estação de gravimetria absoluta que integra a Base Nacional de Calibração Gravimétrica.

No domínio da divulgação, houve nos últimos anos uma diminuição muito significativa das actividades decorrente da quebra de recursos humanos disponíveis. No entanto, no último ano tem estado a ser feito um esforço para retomar e dinamizar este tipo de actividade.

No Anexo I listam-se os projectos e colaborações em curso envolvendo o Observatório.

1.3 POTENCIALIDADES

O Observatório tem um potencial interessante para dinamização de actividades de formação, investigação, prestação de serviços e divulgação que decorrem quer do património e infra-estruturas existentes, e respectivo enquadramento urbano, quer do tipo de actividades de I&D que é desenvolvida. Testemunho importante da história da investigação astronómica portuguesa, o Observatório possui equipamentos científicos de elevado interesse histórico e museológico.

A área englobada pelo Observatório é vasta (cerca de 2,6 hectares), com uma extensão de terreno considerável e com um enquadramento paisagístico interessante, estando integrada na malha urbana de Vila Nova de Gaia. Encontra-se bem servido de acessos e transportes estando previsto que a rede Metro do Porto venha a ter uma estação na sua vizinhança.

Nos últimos anos tem tido expressão significativa a componente de prestação de serviços ao exterior, explorando os resultados de projectos de investigação e as competências existentes nas

diferentes áreas de actividade. Esta prestação de serviços, incluindo consultadoria, feita tanto a empresas do sector privado como a organismos da administração local, regional e nacional, nos domínios da informação georreferenciada, produção cartográfica e navegação, tem contribuído para uma crescente visibilidade do Observatório fora do mundo académico.

Para o desenvolvimento das suas actividades o Observatório dispõe de algumas infra-estruturas de apoio, nomeadamente, salas de aula e uma sala para visitas de estudo. Dispõe também de uma pequena oficina de mecânica, de uma base de calibração metrológica e de instrumentação diversa, incluindo um novo rádio-telescópio em fase de instalação no concelho da Pampilhosa da Serra. A base de calibração está preparada para ser utilizada para aferição de equipamentos geodésicos e topográficos.

Dispõe ainda de uma biblioteca acentuadamente temática, concentrando-se nas áreas afins das actividades da Instituição, que reúne mais de 4000 livros e algumas dezenas de publicações periódicas, estando também dotada de diversos mapas, atlas e catálogos.

1.4 OPORTUNIDADES

Nas diferentes áreas de intervenção do OAUP há oportunidades que poderão ser exploradas para a implementação de um plano estratégico que garanta a sustentabilidade do Observatório a médio/longo prazo.

1.4.1 Investigação

Neste domínio uma oportunidade clara está na exploração do conhecimento adquirido nas áreas de GNSS, Detecção Remota e Meteorologia do Espaço, nos quais o Observatório ocupa lugar de destaque a nível nacional, quer para atrair projectos de dimensão Europeia quer também para explorar parcerias com o sector empresarial.

No domínio das aplicações do GNSS, tem tido particular relevo a implementação de sistemas de *Mobile Mapping* e Gravimetria Aérea, que permitiram que o Observatório estabelecesse parcerias para prestação de serviços e desenvolvimento de novos produtos e serviços com diferentes entidades. Referem-se as mais recentes: Parque Biológico de Gaia (monitorização costeira); Ministério da Defesa/FAP (aquisição e exploração de informação georreferenciada obtida a partir de Veículos Aéreos não Tripulados - Projecto PITVANT); e com a empresa Monte Adriano (utilização de Sistema de Levantamento Móvel para inventário de eixos viários).

O Observatório inclui no âmbito das suas actividades uma área de investigação que se assume como especialmente relevante para o esforço de Portugal nas Ciências do Espaço, nomeadamente o estudo da chamada meteorologia do espaço, em particular o ambiente de radiação na vizinhança da Terra. Nesta área tem sido explorado o historial e *know-how* do Observatório no domínio da radioastronomia. O OAPMB iniciou já em 1979 uma colaboração com a estação de Radioastronomia de Nançay (França), de que resultou a instalação de um rádio-espectrógrafo solar em Portugal. Esse rádio-espectrógrafo foi até 2003 o único instrumento científico a funcionar em Portugal no domínio da radioastronomia. Os dados obtidos por esse instrumento serão integrados na Base de Dados Solar Portuguesa, que incluirá também as imagens H-alfa do Sol obtidas no Observatório Astronómico de Coimbra.

Investigadores do Observatório integram o consórcio PRAC cujo objectivo é o de estabelecer em Portugal um local de teste para o SKA (*Square Kilometre Array*).

Também neste âmbito se abrem perspectivas de interacção com o sector empresarial, estando projectadas parcerias com a Nokia-Siemens, com a Martifer Solar, e com a Lógica-EM de Moura.

A articulação das actividades do OAUP com as do Centro de Astrofísica da Universidade do Porto (CAUP) é não só desejável como necessária na perspectiva da concepção e implementação de uma estratégia ambiciosa de investigação da Universidade do Porto em Astronomia/Astrofísica/Engenharia Geográfica.

1.4.2 *Formação*

No que se refere à formação de recursos humanos, o Observatório possui condições para apoiar aulas de 1º e 2º ciclo e acolhimento de alunos ao nível de projecto, que poderão beneficiar de um enquadramento em ambiente real de trabalho através da colaboração nas actividades de prestação de serviços e condições privilegiadas para a realização de aulas práticas de campo.

Ao nível do 3º ciclo, o Observatório tem condições para continuar a acolher alunos de diversas especialidades (Engenharia Geográfica, Ciências da Engenharia, e Ciências do Espaço), situação que se tem mantido com regularidade há mais de uma década. Em articulação com o CAUP, existem também condições para o Observatório apoiar a formação pós-graduada em Astronomia/Astrofísica.

Existe também a possibilidade de partilha do espaço existente com outras áreas de intervenção da FCUP (Geologia, Ciências Agrárias, Arquitectura Paisagista, Física), estando já em alguns domínios a ser explorada.

O Observatório possui ainda condições para apoiar o esforço da FCUP para o cumprimento do Contrato de Confiança com a Reitoria, nomeadamente através da realização de Cursos de Especialização Tecnológica em instrumentação diversa.

1.4.3 *Divulgação*

Com o apoio da Reitoria da Universidade do Porto e de professores do Departamento de Engenharia Mecânica da FEUP, foi iniciado o processo de recuperação do edifício do Círculo Meridiano de Espelho (C.M.E.). O objectivo é criar uma plataforma para realizar actividades de divulgação de C&T utilizando os equipamentos existentes no Observatório. Simultaneamente pretende-se inserir alguns desses equipamentos nas actividades ligadas aos Museus da Universidade do Porto.

Igualmente com o patrocínio da Reitoria, desde 2009 têm vindo a ser estabelecidos contactos com a Câmara de Gaia, que se mostrou interessada na possibilidade de as actividades de divulgação de C&T que o Observatório possa dinamizar serem incluídas no âmbito da ocupação dos tempos livres dos alunos do Ensino Básico e Secundário das escolas do Concelho de Gaia. Enquadrada nesse objectivo foi realizada em Março de 2010 uma Acção de Formação para professores do Ensino Básico. A parceria com a Câmara de Gaia abre perspectivas de um contacto contínuo com milhares de jovens, aos quais se poderá incutir interesse nas áreas de formação da FCUP através do contacto com as tecnologias espaciais e a sua utilização no estudo da Terra e do Espaço.

Para a divulgação do Observatório poderá ainda ser explorado o interesse de astrónomos amadores na utilização das suas instalações.

Também o envolvimento de antigos funcionários e colaboradores poderá servir de incentivo a uma maior divulgação e conseqüente interesse por parte do público em geral nas actividades que poderão ser proporcionadas.

2. Plano Estratégico de Desenvolvimento 2011-2015

O presente plano decorre de ações desencadeadas no contexto do novo enquadramento estatutário da FCUP e pretende identificar vias que permitam manter o funcionamento do Observatório enquanto unidade de apoio ao ensino, à investigação e à divulgação de C&T, identificando soluções de sustentabilidade através de meios de financiamento que não se apoiem primordialmente na dotação do Orçamento de Estado, mas resultem de um reforço da ligação do Observatório com a comunidade exterior à Universidade do Porto.

Para o efeito, no presente documento propõe-se uma reorganização a nível da gestão, com impacte também a nível funcional, e apontam-se vias de desenvolvimento que se acredita poderem consolidar e promover a marca “Observatório Astronómico da Universidade do Porto” atraindo novas parcerias que contribuam para canalizar os meios necessários para garantir a referida sustentabilidade.

2.1 Reorganização

O Observatório Astronómico “*Professor Manuel de Barros*” deverá continuar a ser um estabelecimento dependente da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, vocacionado para o desenvolvimento de actividades de ensino e investigação nas áreas das Ciências da Terra e do Espaço, regendo-se pelo Regulamento de Gestão que acompanha esta proposta de plano de actividades.

A garantia da sustentabilidade futura do Observatório Astronómico passa pela reorganização do seu modelo de gestão tendo em vista o melhor aproveitamento das suas potencialidades ao nível do ensino graduado e pós-graduado e de I&D, e também da ligação ao exterior através da divulgação científica e da prestação de serviços à comunidade.

Deverão ser exploradas novas oportunidades para uma colaboração mais estreita com a comunidade, a nível local e nacional, em particular com a autarquia de Vila Nova de Gaia.

Sublinha-se o interesse de uma ligação simbiótica com o Instituto Geofísico da Universidade do Porto que pode ser desde logo reforçada na forma como ambas as instituições se apresentam ao exterior (página Web, contactos, actividades e iniciativas conjuntas, etc.).

2.2 Linhas Orientadoras do Plano de Desenvolvimento

2.2.1 Formação Pré e Pós-graduada

Historicamente, o Observatório apoiou a leccionação de aulas práticas de disciplinas de licenciatura da FCUP nas áreas da Astronomia e de Engenharia Geográfica, uma prática considerada muito positiva para a formação dos alunos, conforme sistematicamente expresso por antigos alunos.

Propõe-se que sejam criadas as condições que tornem possível o regresso a esta prática, quando considerado vantajoso pelo Conselho Científico da FCUP, no quadro do plano de estudos de cursos da Faculdade.

2.2.2 *Investigação*

O Observatório propõe-se continuar a apostar no desenvolvimento da investigação aplicada, com incidência na exploração de aplicações de Posicionamento e Navegação por Satélite, Detecção Remota, e Sistemas de Informação Geográfica, com especial ênfase em novos desenvolvimentos nas áreas da Gravimetria Aérea e *Mobile Mapping*, nos quais se procurará envolver entidades do sector empresarial.

Também no que respeita à Meteorologia do Espaço e à Radioastronomia e Física Solar, pretende-se tirar partido da experiência que o Observatório Astronómico possui no domínio da radioastronomia. A aposta na radioastronomia faz por isso parte dos planos futuros de actividade no Observatório, até em face do seu envolvimento actual na instalação de uma estação de testes do *Square Kilometre Array* (SKA) em Portugal com uma forte componente de ligação a empresas.

Pretende-se apostar no reforço de áreas de actividade que constituam oportunidades de promover a colaboração com outros domínios das Geociências e das Ciências do Espaço, quer no âmbito puramente académico, estreitando a colaboração com centros de I&D da Universidade do Porto, quer na ligação com o mundo empresarial, promovendo a visibilidade do Observatório como parceiro no domínio do desenvolvimento tecnológico.

Particularmente estratégica deverá ser a articulação com a Unidade de Investigação CAUP, institucionalmente assumida no contexto da proposta de regulamento de gestão do Observatório que agora se propõe. As componentes dessa articulação deverão situar-se ao nível da actividade de I&D (Astronomia, Astrofísica, Ciências do Espaço), mas também no âmbito das actividades de formação e da divulgação científica.

O financiamento das actividades de investigação deverá ser o mais diversificado possível, em particular tirando partido de oportunidades como a que o envolvimento no projecto EPOS (*“European Plate Observing System”* – Anexo) pode abrir para integração em candidaturas a projectos europeus.

Em resultado desta estratégia prevê-se um aumento do número de colaboradores a exercer actividade de investigação em permanência no Observatório, tendo-se como objectivo atingir o número de 15 colaboradores até 2015.

2.2.3 Prestação de Serviços à Comunidade

As linhas orientadoras da actividade do Observatório nesta área são:

- Estreitar relações com o sector público e empresarial de forma a aumentar os contratos envolvendo serviços de consultoria e/ou prestação de serviços, explorando resultados de I&D obtidos no Observatório;
- Criar no Observatório uma estrutura permanente para a prestação de serviços que poderá funcionar simultaneamente como uma unidade de apoio à inserção no mercado de trabalho de alunos de diferentes cursos da FCUP (finalistas e recém-licenciados). Aqui, inseridos num programa de estágios profissionais, poderão dar início à sua actividade profissional, através da participação nas diferentes áreas de prestação de serviços.

2.2.4 Divulgação de C&T

Neste domínio uma acção essencial em face do referido na próxima secção deverá consistir na concepção e implementação de um programa regular de divulgação científica inserido no quadro das actividades extra-curriculares dos alunos do ensino básico e secundário do Concelho de Vila Nova de Gaia.

Considera-se também de grande importância para a realização da missão do Observatório proporcionar a oferta de actividades de divulgação de I&D a públicos diversos tais como:

- Participação regular nas actividades da Universidade Júnior;
- Ocupação científica de *Jovens nas Férias* (Astronomia no Verão);
- Organização de palestras e tertúlias abordando temas diversos da astronomia;
- Consolidar o Observatório como pólo de divulgação de actividades ligadas á Geomática (Engenharia Geográfica);
- Aproveitar as condições existentes no Observatório para implementar um Centro de Divulgação de Ciência e Tecnologia (“Cidade do Espaço”) associado à divulgação/exploração de tecnologias espaciais avançadas;
- Reforçar a componente museológica, em articulação com o Museu de Ciência da UP.

Na área de C&T como noutras considera-se importante e necessário potenciar colaborações com o Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território e com o Departamento de Física e Astronomia da FCUP, assim como com o Instituto Geofísico, bem como com os Centros de I&D da Universidade do Porto que desenvolvam actividades nos domínios em que se situa a acção do Observatório.

2.2.5 *Astrónomos Amadores*

É conhecida a “paixão” que os astrónomos amadores colocam no estudo e divulgação dos mais variados assuntos relacionados com Astronomia e nos esforços que se dispõem a fazer para realizarem Astronomia Observacional. As associações de astrónomos amadores são organizações muito activas e entusiastas que podem proporcionar um apoio inestimável à actividade do Observatório a vários níveis, que podem ir desde a organização e realização de cursos de Astronomia para o público em geral até à manutenção dos equipamentos do Observatório.

Neste contexto o Observatório propõe constituir-se como a “sede” dos astrónomos amadores da Região Norte (no mínimo) e procurar definir um enquadramento que possibilite potenciar a sua actividade. Para o efeito procurar-se-á estabelecer protocolos de colaboração entre o Observatório e as associações de astrónomos amadores da região que permitam enquadrar acções conjuntas de investigação, observação e divulgação da Astronomia.

2.3 **Financiamento das Actividades do Observatório**

Nos últimos anos os custos permanentes de funcionamento (englobando despesas com electricidade, comunicações, abastecimento de água, limpeza e alguma manutenção do terreno), ascenderam a cerca de 15.000 euros/ano. Os serviços de limpeza têm sido garantidos por uma funcionária, a trabalhar a tempo inteiro, que dá simultaneamente apoio à portaria, telefone, secretaria e biblioteca, com um custo anual que ronda os 8.500 euros. Assim, um patamar mínimo de financiamento infraestrutural para o Observatório é da ordem de 24.000 euros/ano, conseguidos nos últimos anos através dos *overheads* dos projectos em que o Observatório participa. Neste valor não está incluída a limpeza regular de todo o terreno do Observatório (que nos últimos dois anos foi assegurada por serviços da autarquia a custo zero), nem obras de manutenção dos edifícios (uma recente intervenção de restauro do telhado e fachadas do edifício central do Observatório ascendeu a cerca de 40 000 euros, custo suportado em partes iguais pela FCUP e pela Reitoria; de referir também que nos últimos anos a Reitoria tem apoiado a manutenção do edifício principal e do edifício do C.M.E.).

Este orçamento de “sobrevivência” não é compatível com a realização do programa apresentado neste documento. Nesse sentido é considerado de importância central para o Observatório a concretização do contrato programa com a Câmara de Vila Nova de Gaia relativo às actividades extra-curriculares dos alunos do ensino básico e secundário do concelho já que permitirá contractualizar com a autarquia:

- Construção de novos equipamentos nos espaços do Observatório para apoio a essas actividades, o que enriquecerá as suas infra-estruturas (a construção de um anfiteatro para palestras/conferências é um exemplo de um desses equipamentos);
- Constituição de uma equipa para coordenar e implementar as actividades extra-curriculares dos alunos, equipa essa que poderá ser formada procurando que seja um elemento de sustentação da actividade base de formação/divulgação do Observatório;
- Programas de recuperação paisagística dos terrenos do Observatório e sua manutenção;
- Comparticipação nos custos de funcionamento do Observatório nas suas várias vertentes;
- Participação em programas de recuperação dos equipamentos de observação astronómica do Observatório.

A existência deste programa plurianual poderá constituir-se como uma âncora financeira para o funcionamento do Observatório, libertando docentes/investigadores/alunos de doutoramento que actuam na esfera do Observatório para actividades de investigação e participação em projectos de I&D/prestação de serviços e consultadoria avançada, que poderão proporcionar as condições para reequipar o Observatório com instrumentação moderna.

Para os próximos dois anos projecta-se a seguinte estrutura de receitas para suportar as despesas de funcionamento do Observatório (não são considerados os custos dos recursos humanos associados à Faculdade de Ciências/Universidade do Porto):

- Orçamento de Estado (via orçamento FCUP) – 30%
- Receitas de projectos de I&D – 30%
- Receitas de prestação de serviços – 40%

A concretização e implementação do contrato programa com a Câmara de Gaia deverá permitir aumentar significativamente o nível de actividade do Observatório, com as despesas de funcionamento totalmente suportadas pelas receitas de prestação de serviços, projectos de I&D, e protocolos com entidades externas à Universidade do Porto, esperando-se que a FCUP continue a apoiar unicamente a manutenção das instalações.

ANEXO

Projectos e Colaborações

A investigação científica no Observatório tem sido apoiada essencialmente através do financiamento externo de projectos nas áreas indicadas, tanto em programas nacionais como internacionais ou, ainda, ao abrigo de acordos bilaterais de Portugal com outros países. Os domínios de intervenção são muito diversos salientando-se, entre outros, projectos desenvolvidos nas seguintes áreas: geodinâmica; gravimetria aérea; navegação; riscos naturais; monitorização costeira; oceanografia; sistemas de informação geográfica; sistemas móveis de levantamento; cartografia; meteorologia do espaço e radioastronomia solar.

Presentemente Investigadores ligados ao Observatório estão envolvidos, entre outros, nos seguintes projectos:

- Projecto de “*Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Não-Tripulados*” (PITVANT); financiamento Ministério da Defesa.
- “*Cinemática de Margens de África*” (KINEMA); financiamento FCT.
- “*Measuring the GEOid over MADeira*”(GEOMAD); programa EUFAR (European Fleet for Airborne Research), financiamento 7FP.
- “*Portuguese Participation in the Heliospheric Network*”, em parceria com o LIP (financiamento FCT).
- “*FlexiMap3D*”; financiamento QREN.
- “*Recuperação do Círculo Meridiano de Espelho*”, projecto financiado pela Reitoria da Universidade do Porto.

O Observatório participa ainda nas seguintes iniciativas:

- WEGENER (“*Working Group of European Geoscientists for the Establishment of Networks for Earth-Science Research*”) - IAG Inter-Commission Project IC – P3.2 (joint with Commission 1 and 3); membro da direcção deste grupo de trabalho.
- “*European Plate Observing System*” (EPOS); O Observatório foi solicitado para presidir a um dos grupos de trabalho (WG4 - *Geodetic Data*) deste projecto que é financiado pelo 7FP.
- “*International Space Weather Initiative*” (<http://www.iswi-secretariat.org/>), sendo um dos investigadores do Observatório o representante nacional para a iniciativa, que conta com o patrocínio da Nações Unidas.
- No contexto da divulgação das suas actividades, o Observatório participou em 2009 na iniciativa “Dia Internacional dos Monumentos e Sítios 2009”, promovida pelo IGESPAR e inserida nas “Jornadas Europeias do Património 2009”.

- Já em 2010, no âmbito da Universidade Júnior, foram propostas e realizadas actividades nas áreas de Meteorologia do Espaço e da Observação da Terra e foi estabelecido um protocolo (através da FCUP) com a Câmara da Pampilhosa da Serra para desenvolver no Concelho actividades de divulgação. A Câmara da Pampilhosa da Serra obteve já resposta positiva ao pedido de financiamento deste projecto, o que lhe permitirá contratar monitores e adquirir equipamentos (telescópios para observação do Sol e câmaras de faíscas para detecção de raios cósmicos). As actividades a apoiar pelo Observatório serão baseadas no esforço desenvolvido para a Universidade Júnior e servirão como base para as actividades a desenvolver com a Câmara de Vila Nova de Gaia.
- Na sequência da divulgação de algumas destas acções, o Observatório foi contactado pela Ordem dos Engenheiros – Região Norte, para colaborar na iniciativa “Mês da Engenharia Geográfica”, que decorrerá em Maio de 2011. Está prevista a realização de visitas de estudo ao Observatório dirigidas a alunos do ensino secundário. Nessas visitas pretende-se incluir actividades ligadas com a recolha de informação para produção de mapas e modelos 3D do terreno, utilizando as mais avançadas tecnologias actualmente disponíveis, nomeadamente localização por satélite (GPS), e imagens digitais obtidas a partir de plataformas móveis (terrestres, aéreas ou espaciais).