

I Encontro Internacional

da Casa das Ciências

Lisboa, 22 de Março de 2013



UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENOS COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Hélder Pereira

Departamento de Biologia e Geologia,
Escola Secundária de Loulé, Portugal
hpereira@es-loule.edu.pt

ESCOLA
SECUNDÁRIA
DE LOULÉ 

The logo for Escola Secundária de Loulé, featuring the letters 'ESL' in a stylized, blue, blocky font.

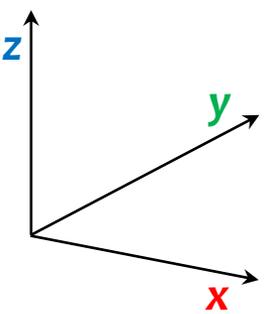
UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENOS COMO RECURSOS EDUCATIVOS

- #1 – O que é um modelo digital de terreno (MDT)
- #2 – Tecnologias usadas na recolha de dados topográficos
- #3 – Exemplos de MDT gratuitos disponíveis em linha
- #4 – Software livre usado para visualizar e analisar MDT
- #5 – Exemplos de utilização de MDT na sala de aula



AFINAL O QUE É UM MODELO DIGITAL DE TERRENO?

Matriz de dados topográficos georreferenciados



x = longitude, **y** = latitude, **z** = altitude ou profundidade

Extensão do MDT em latitude (y)

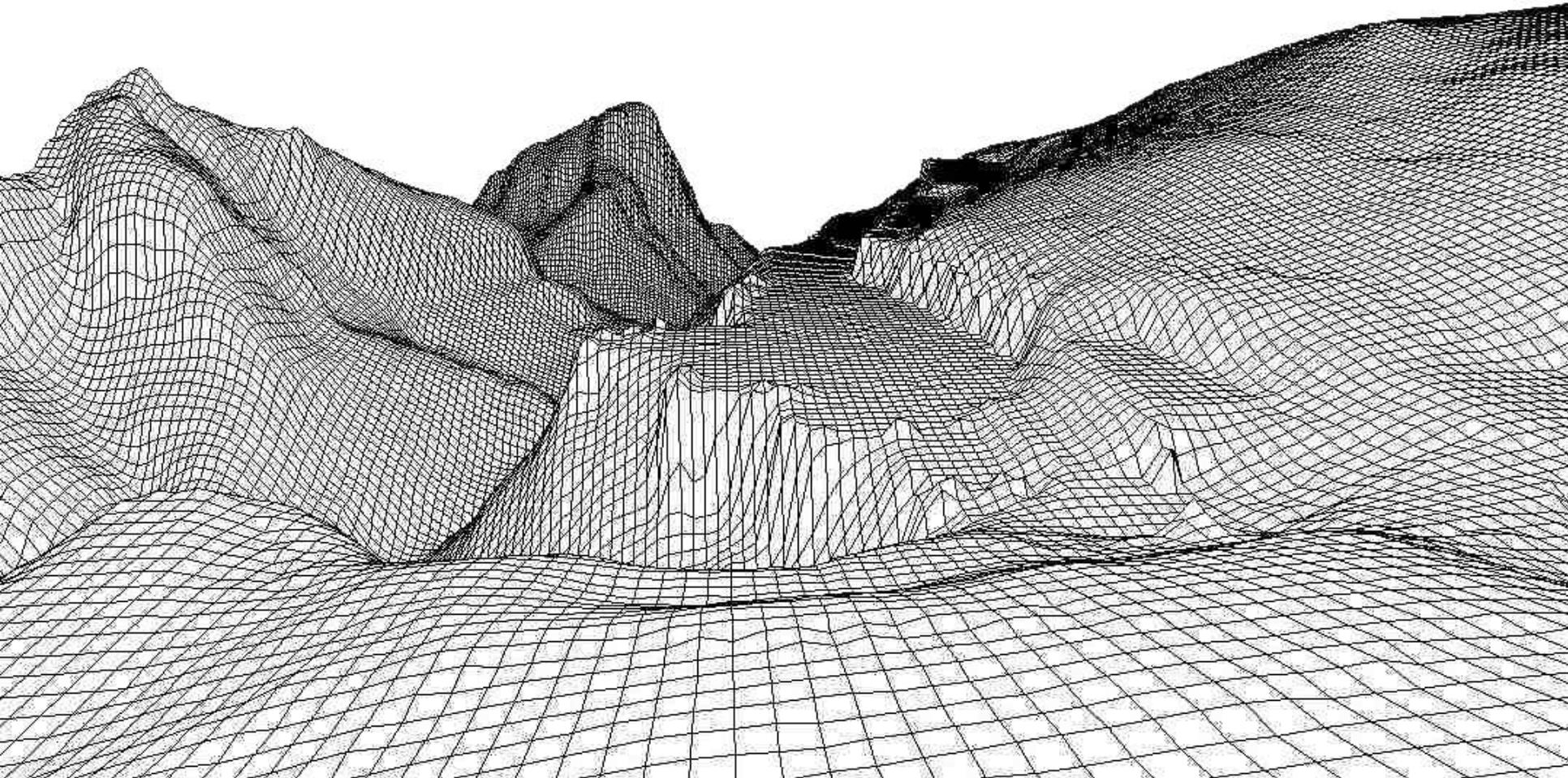
430	420	410	390	370	350	360	365	370	375	380
420	410	390	370	350	360	365	365	370	375	380
410	420	410	390	360	350	355	365	370	380	390
420	410	400	390	370	350	360	365	370	380	390
420	410	390	380	370	355	350	360	365	370	380
410	400	380	370	360	350	360	365	370	375	380
390	395	400	390	370	340	350	360	370	380	380

Valor de z

Extensão do MDT em longitude (x)

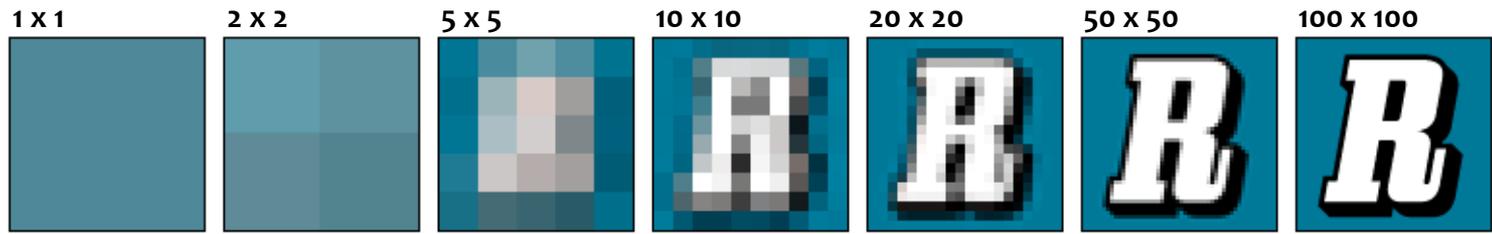
AFINAL O QUE É UM MODELO DIGITAL DE TERRENO?

Matriz de dados topográficos georreferenciados

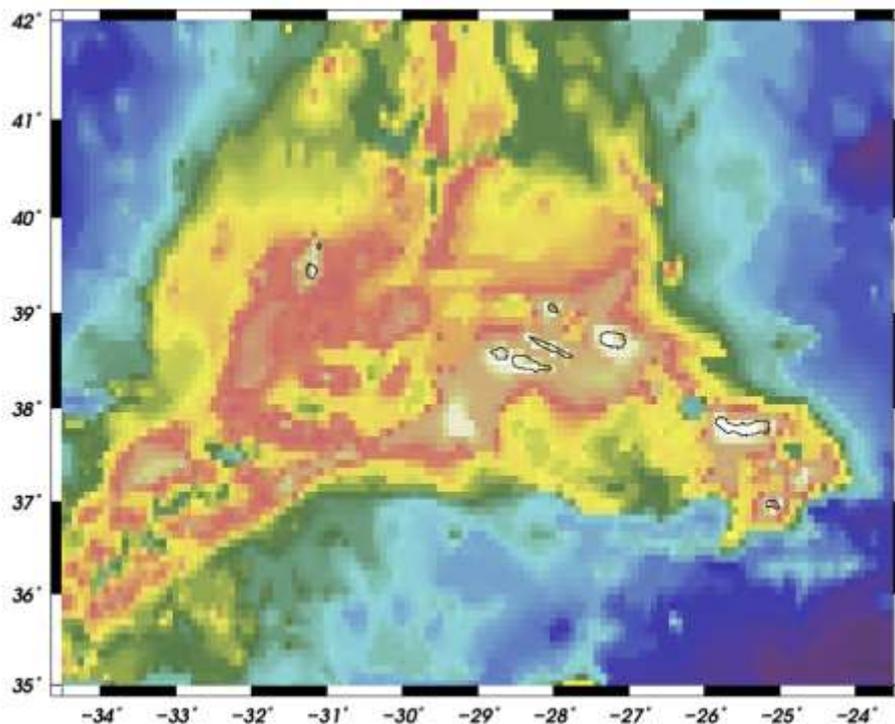


DE QUE DEPENDE A RESOLUÇÃO DE UM MODELO DIGITAL DE TERRENO?

A resolução espacial de um MDT é função do tamanho da célula (ou pixel)

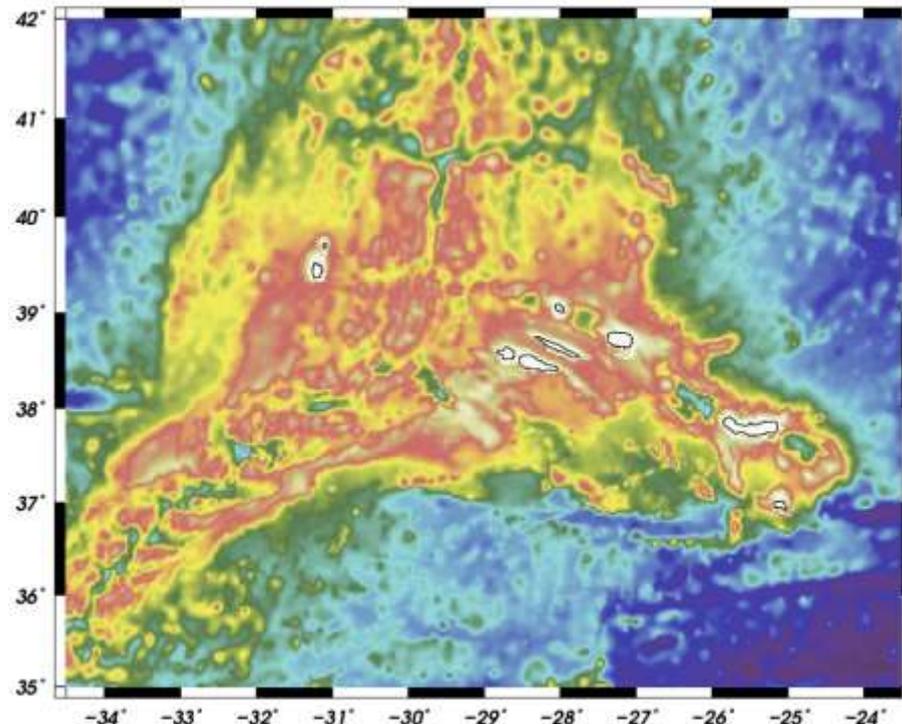


Global Relief Model ETOPO5



5 minutos ~ 10 km

Global Relief Model ETOPO1

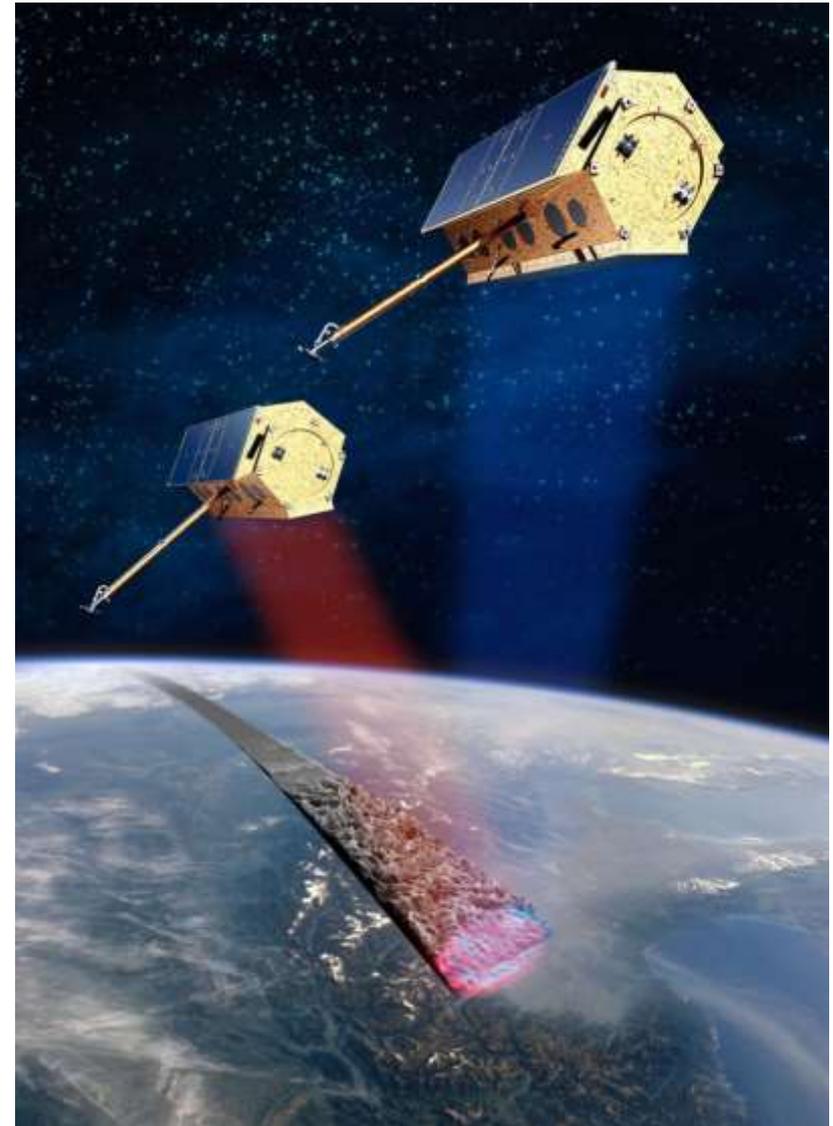


1 minuto ~ 2 km

AQUISIÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS COM BASE EM TECNOLOGIAS RADAR



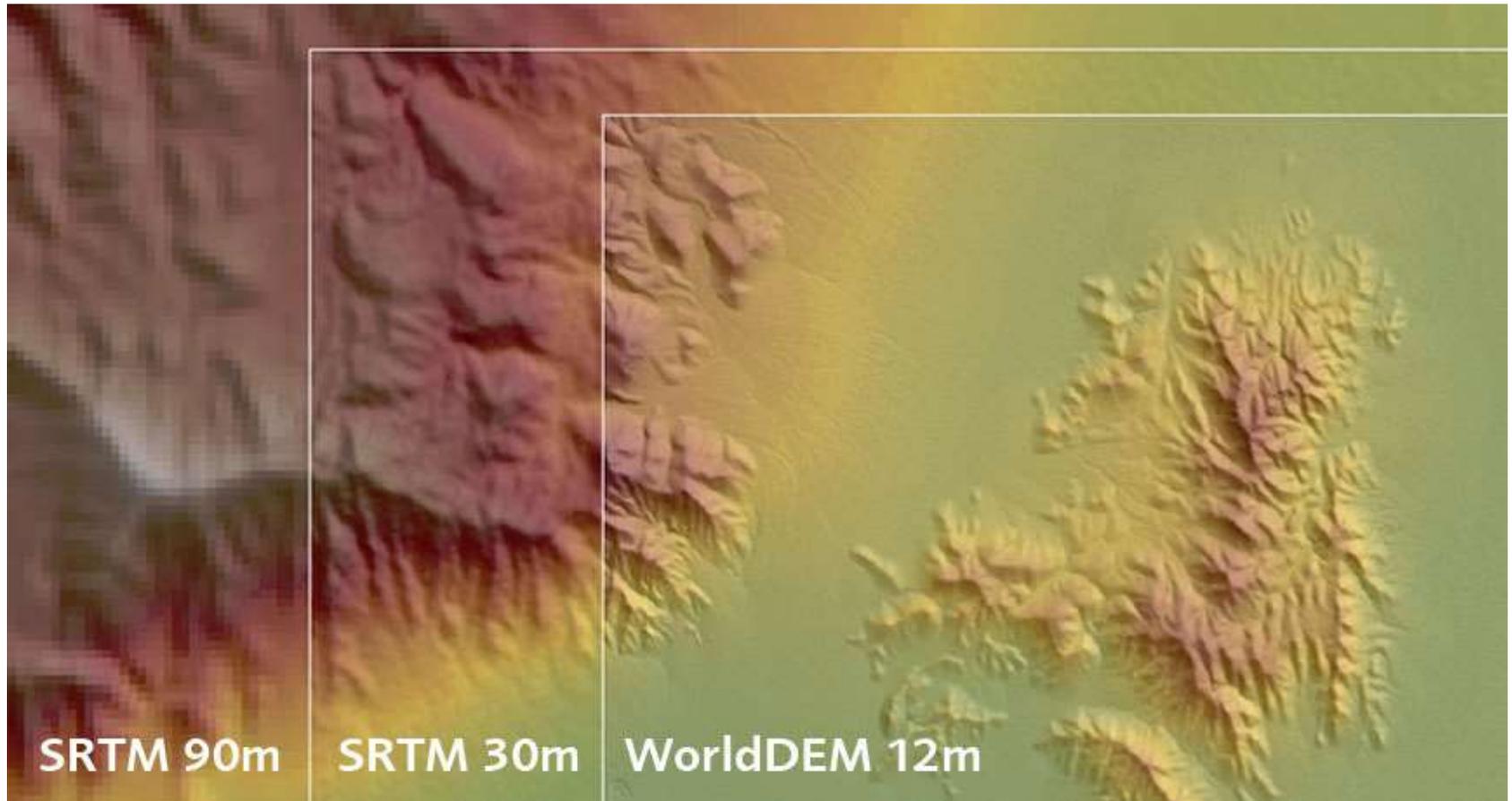
Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)
Crédito: NASA



TanDEM-X e TerraSAR-X no Espaço
Crédito: DLR

DADOS ALTIMÉTRICOS OBTIDOS COM BASE EM TECNOLOGIAS RADAR

Modelos digitais de terreno com diferentes resoluções espaciais

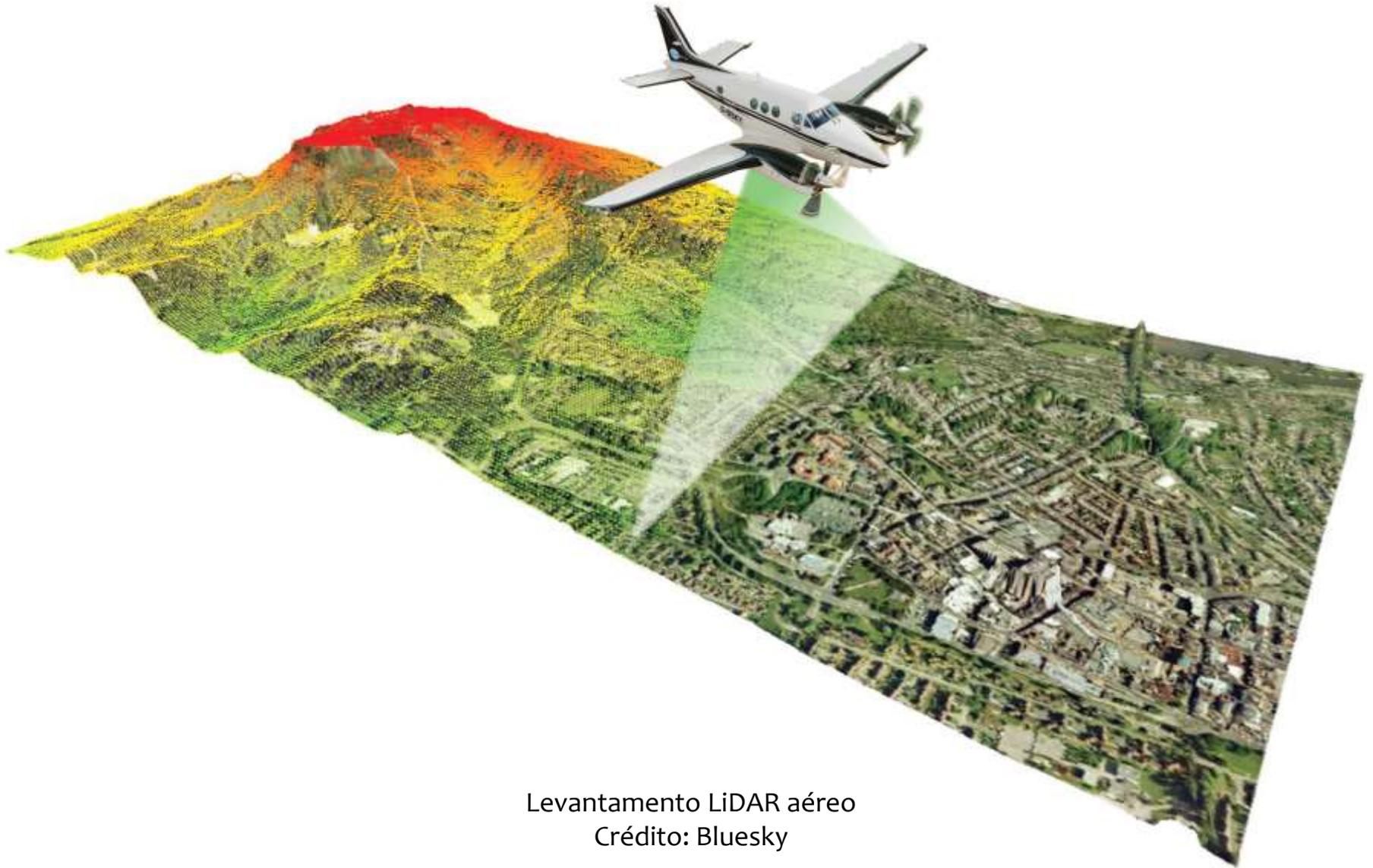


Comparação da resolução espacial dos dados topográficos SRTM e WorldDEM da região de Death Valley (EUA)

Crédito: DLR

AQUISIÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS COM BASE EM TECNOLOGIAS LASER

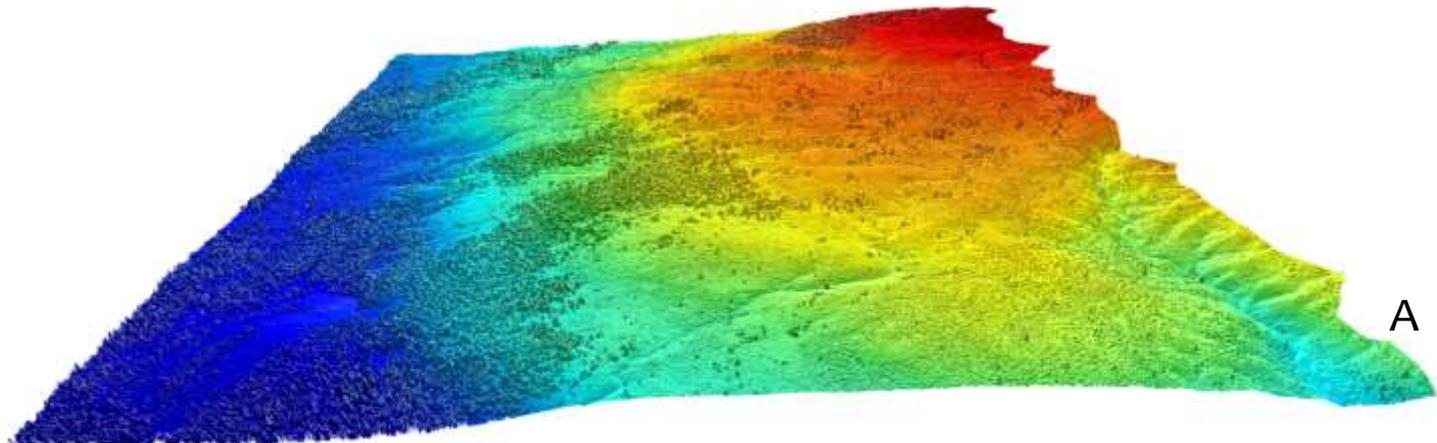
Light Detection and Ranging (LiDAR)



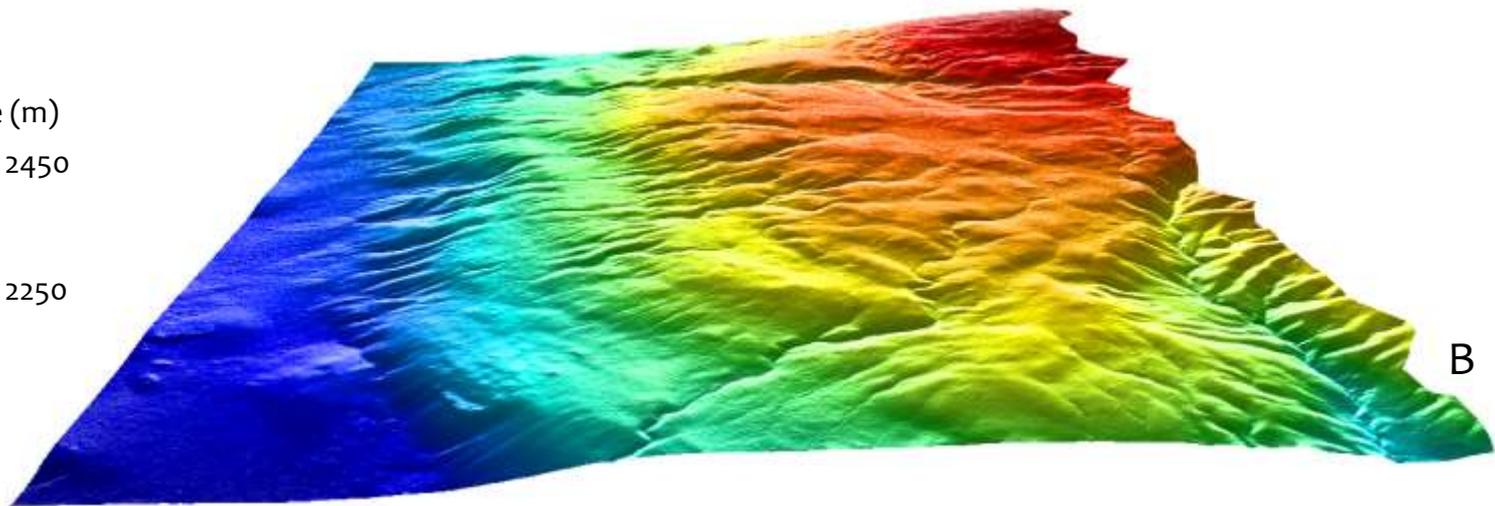
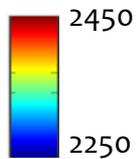
Levantamento LiDAR aéreo
Crédito: Bluesky

DADOS ALTIMÉTRICOS OBTIDOS COM BASE EM TECNOLOGIAS LASER

Light Detection and Ranging (LiDAR)



Altitude (m)



Modelo digital da superfície de terreno (A) e modelo digital de terreno (B) com resolução espacial de 1 m
Imagens produzidas com dados do EarthScope Northern California LiDAR Project (NCAL)

AQUISIÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS COM BASE EM TECNOLOGIAS LASER

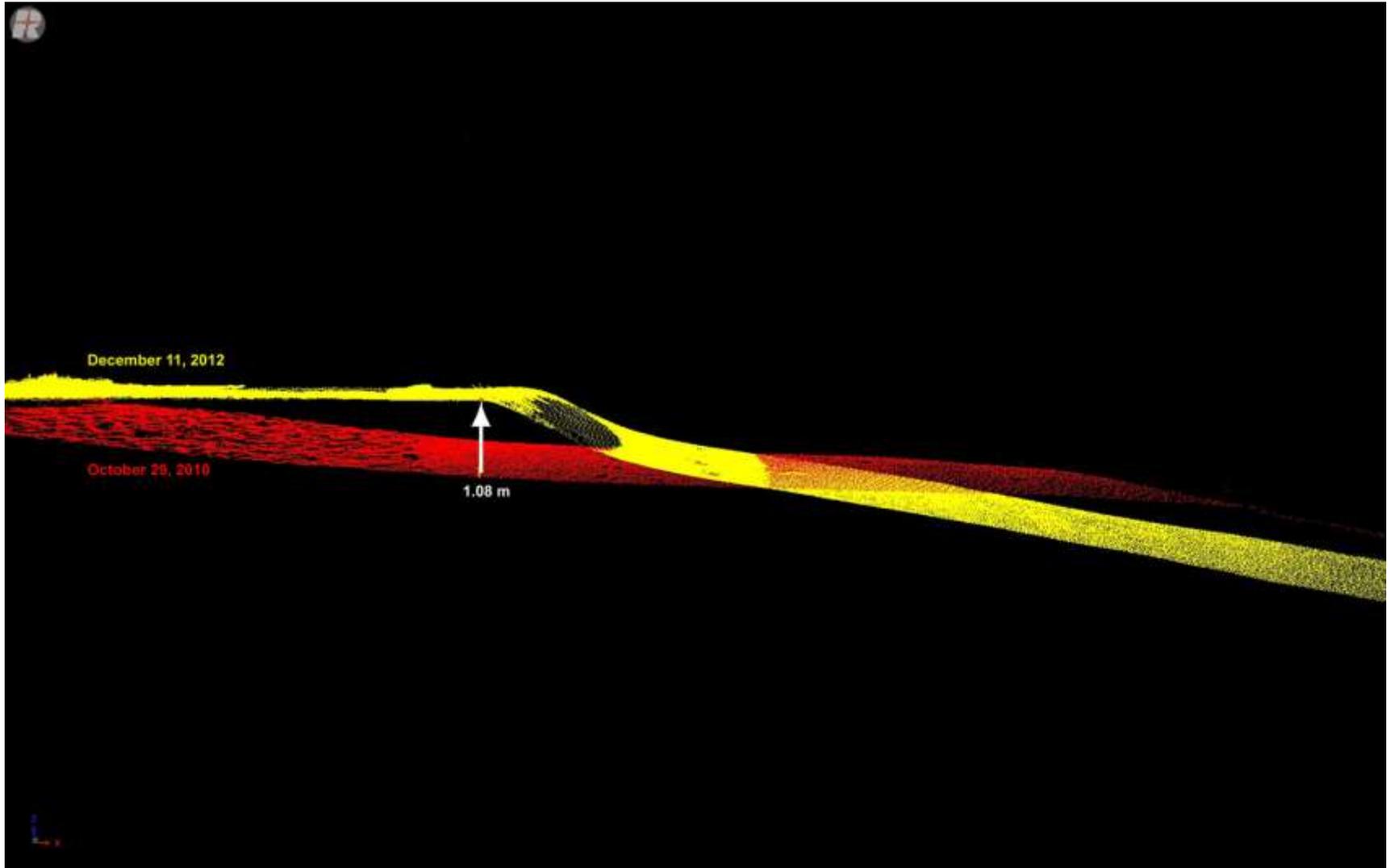
Light Detection and Ranging (LiDAR)



Técnicos e cientistas a testar um equipamento LiDAR terrestre na região de Santa Cruz, Califórnia (EUA)
Crédito: U.S. Geological Survey/Josh Logan

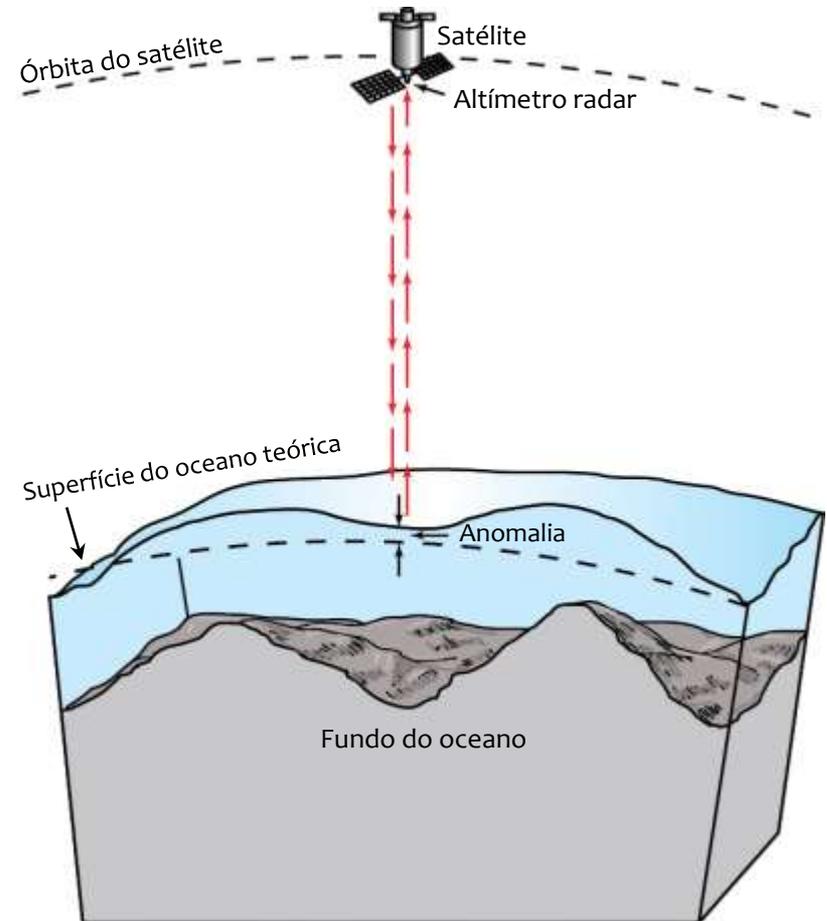
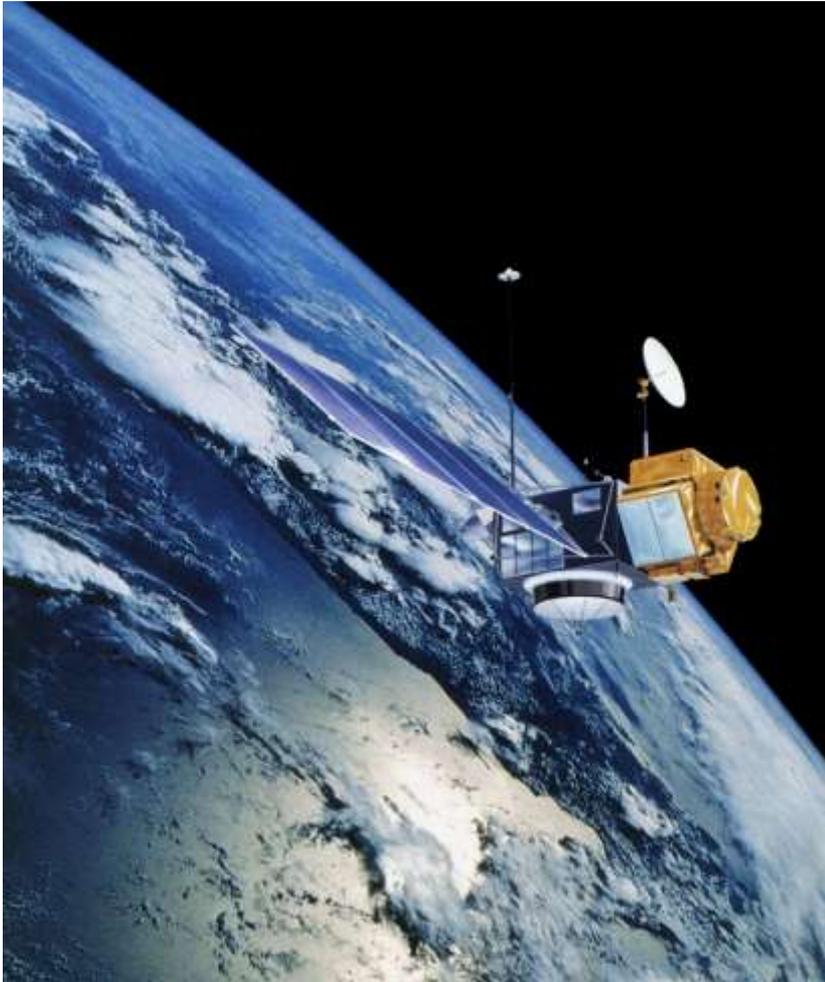
DADOS ALTIMÉTRICOS OBTIDOS COM BASE EM TECNOLOGIAS LASER

Light Detection and Ranging (LiDAR)



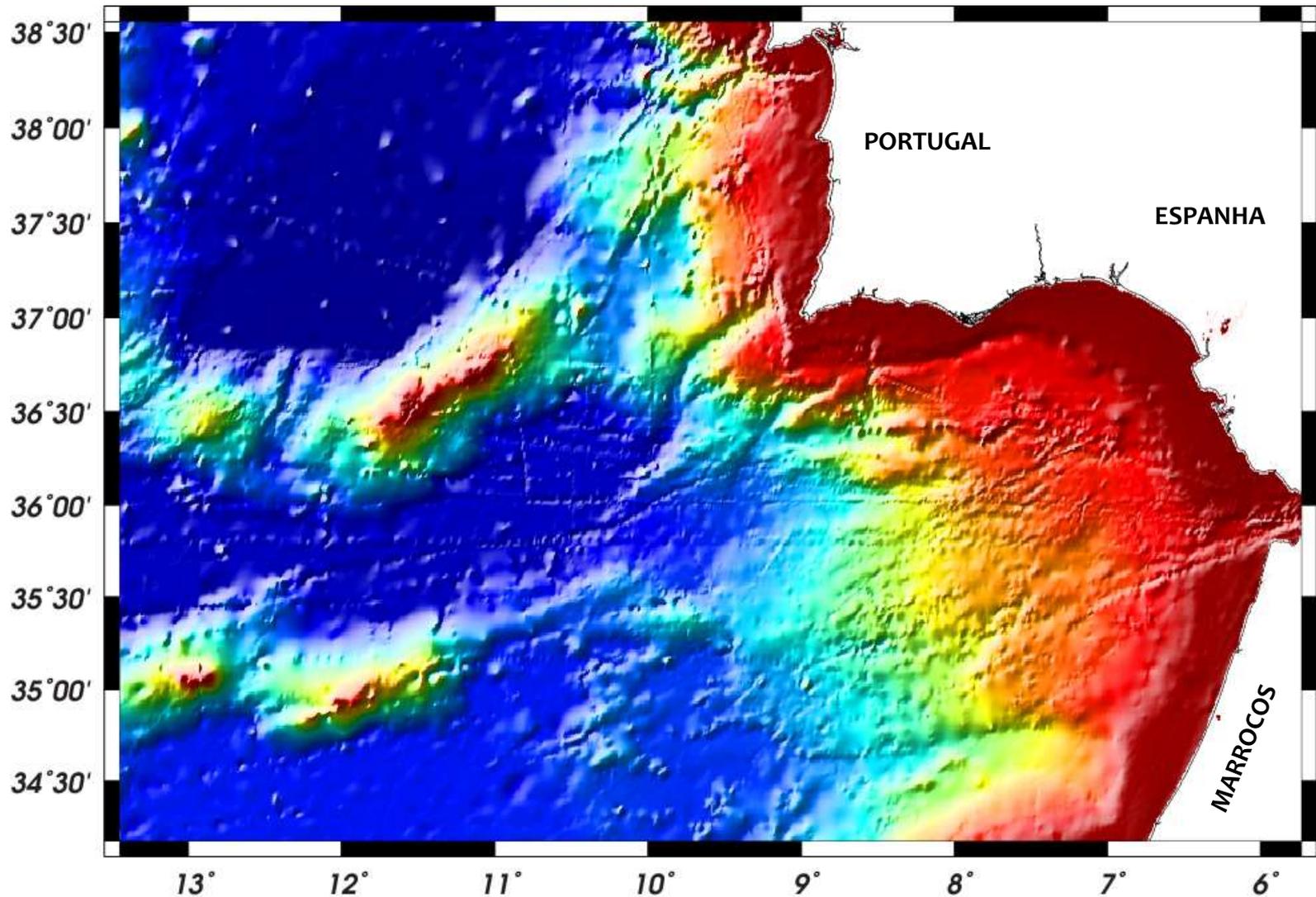
Dados LiDAR obtidos em duas datas diferentes e que mostram as alterações no perfil de uma praia.
Crédito: U.S. Geological Survey/Josh Logan

AQUISIÇÃO DE DADOS BATIMÉTRICOS COM BASE EM TECNOLOGIAS RADAR



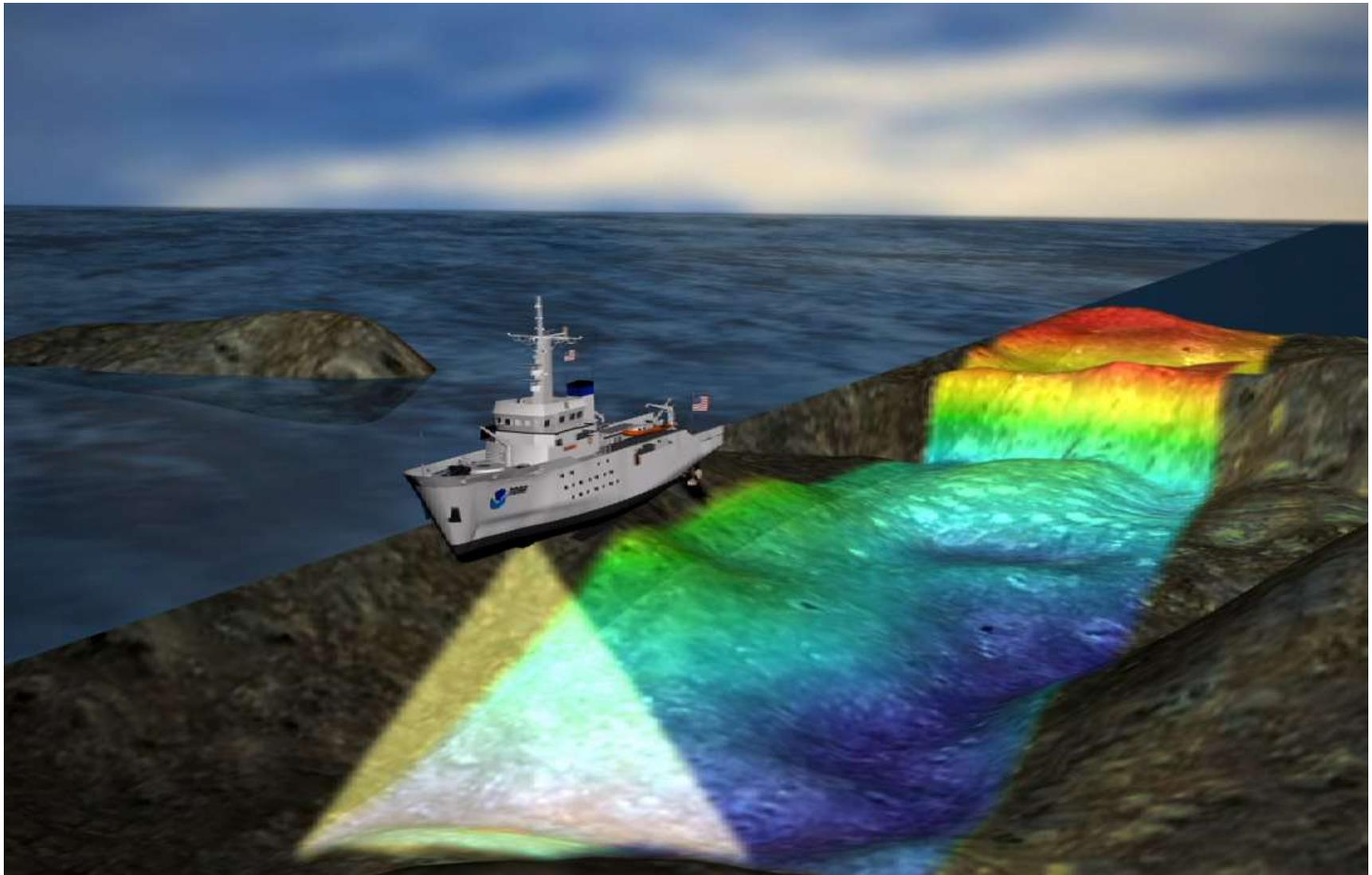
Recolha de dados batimétricos usando tecnologia radar baseada em satélites (e.g. TOPEX/Poseidon)
Créditos: NASA/JPL e Scripps Institution of Oceanography

DADOS BATIMÉTRICOS OBTIDOS COM BASE EM TECNOLOGIAS RADAR



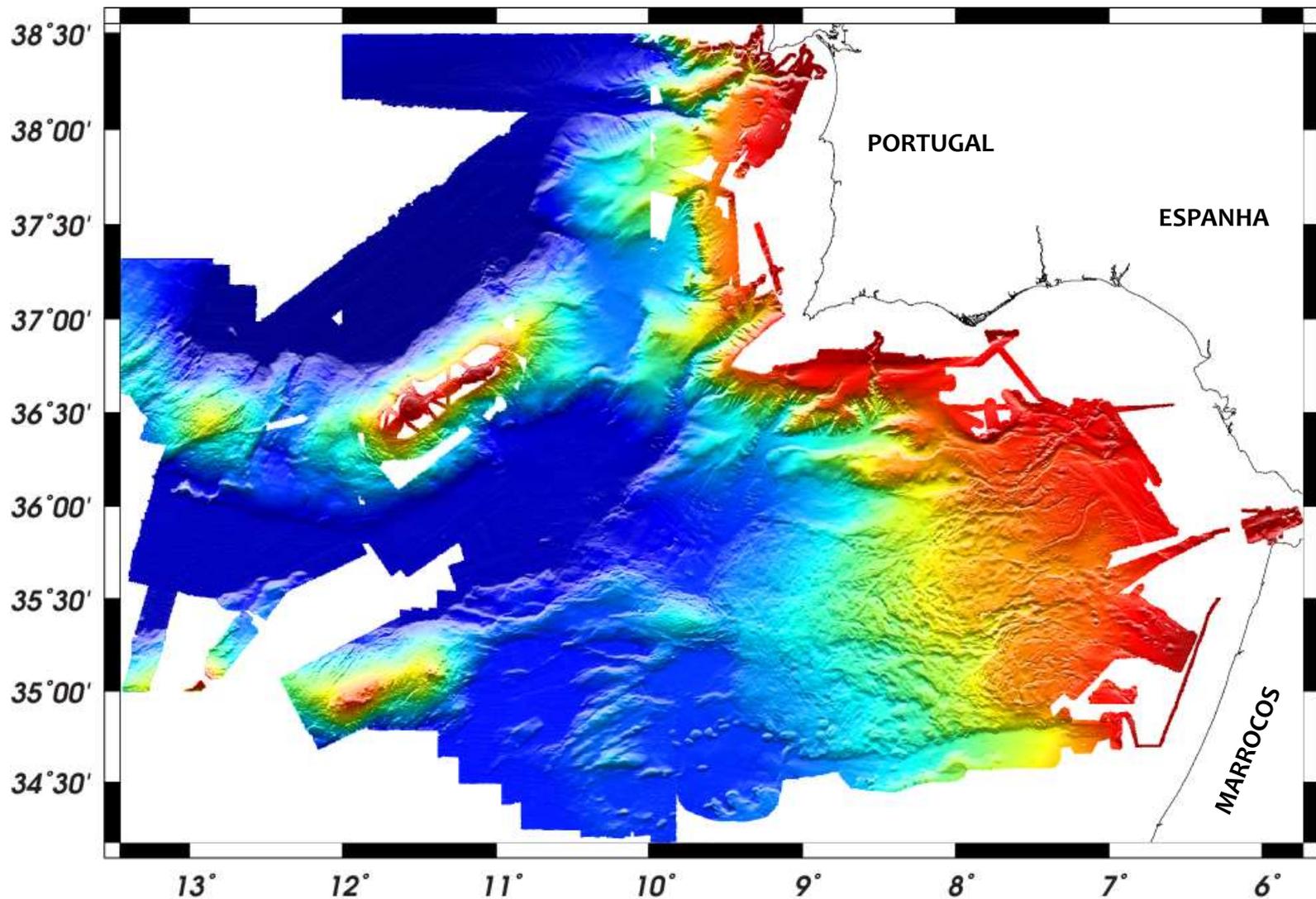
Batimetria do Golfo de Cadiz estimada por satélite (resolução espacial de 1 km)
Mapa produzido a partir dos dados SRTM30_Plus (Becker et al., 2009)

AQUISIÇÃO DE DADOS BATIMÉTRICOS COM TECNOLOGIA SONAR



Recolha de dados batimétricos usando navios equipados com tecnologia sonar multifeixe de alta resolução
Crédito: NOAA

DADOS BATIMÉTRICOS OBTIDOS COM TECNOLOGIA SONAR



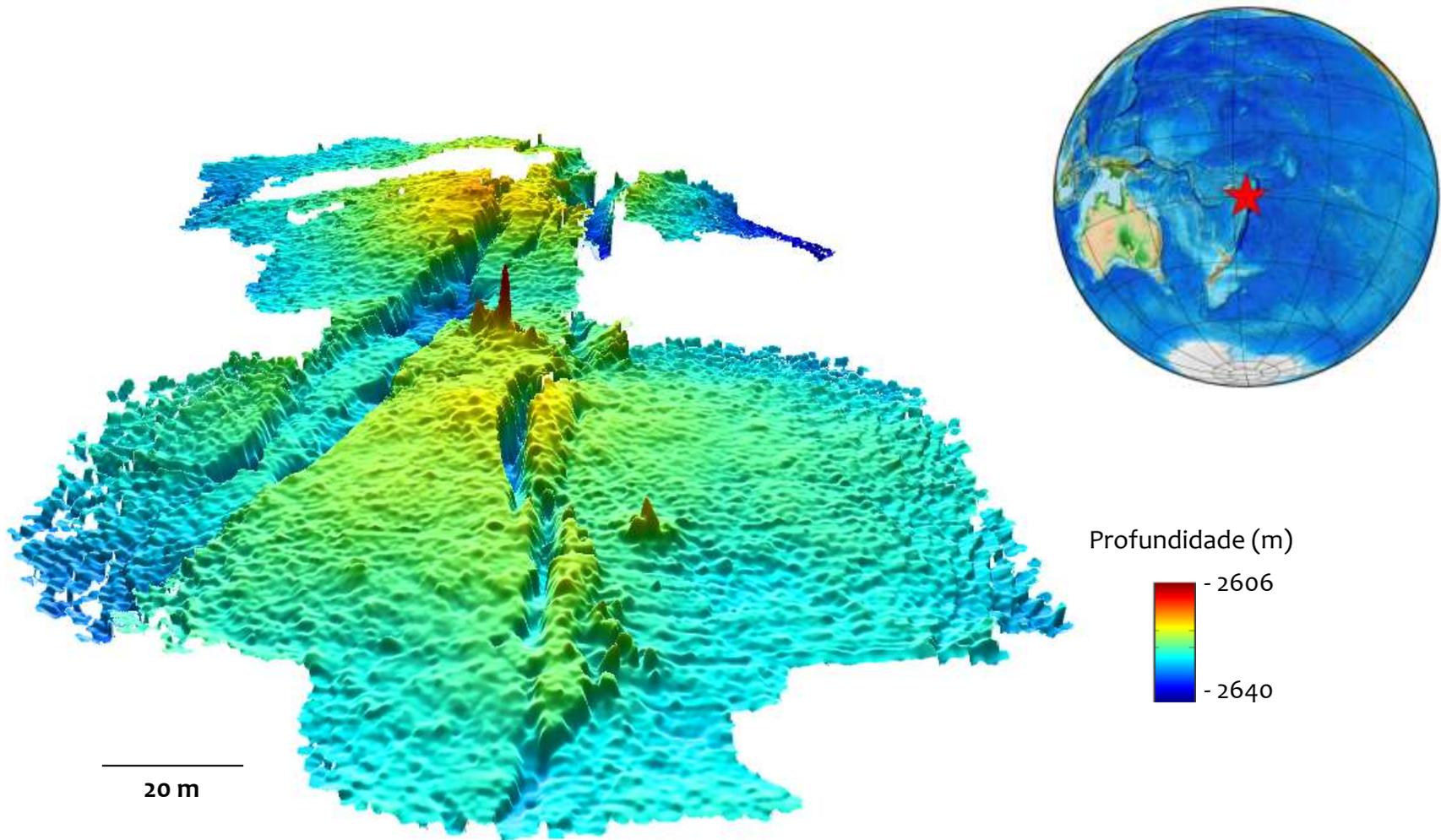
Batimetria do Golfo de Cadiz – compilação multifeixe SWIM (resolução espacial de 250 m)
Mapa produzido a partir dos dados disponibilizados por Zitellini et al. (2009)

AQUISIÇÃO DE DADOS BATIMÉTRICOS COM TECNOLOGIA SONAR



ROV *Jason II* e AUV *ABE* equipados com tecnologia sonar multifeixe de altíssima resolução
Crédito: Woods Hole Oceanographic Institution

DADOS BATIMÉTRICOS OBTIDOS COM TECNOLOGIA SONAR



Batimetria 3D do campo hidrotermal Kilo Moana obtida pelo ROV *Jason II* (resolução espacial de 25 cm)
Imagem produzida com dados da Expedição TUI Mo5MV (Ferrini et al., 2008)

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO GRATUITOS – ALGUNS EXEMPLOS



Crédito: NOAA

▶ ETOPO1 Global Relief Model

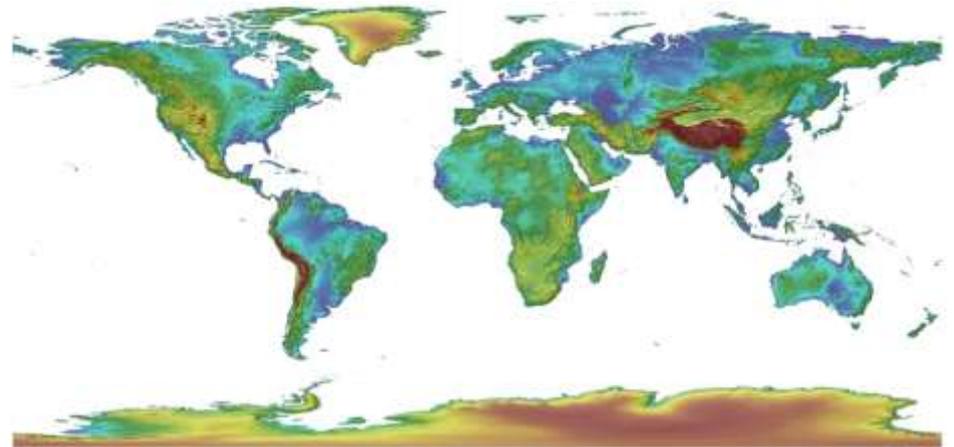
Altimetria e batimetria

Resolução espacial: ~ 2 km

◀ GMTED 2010

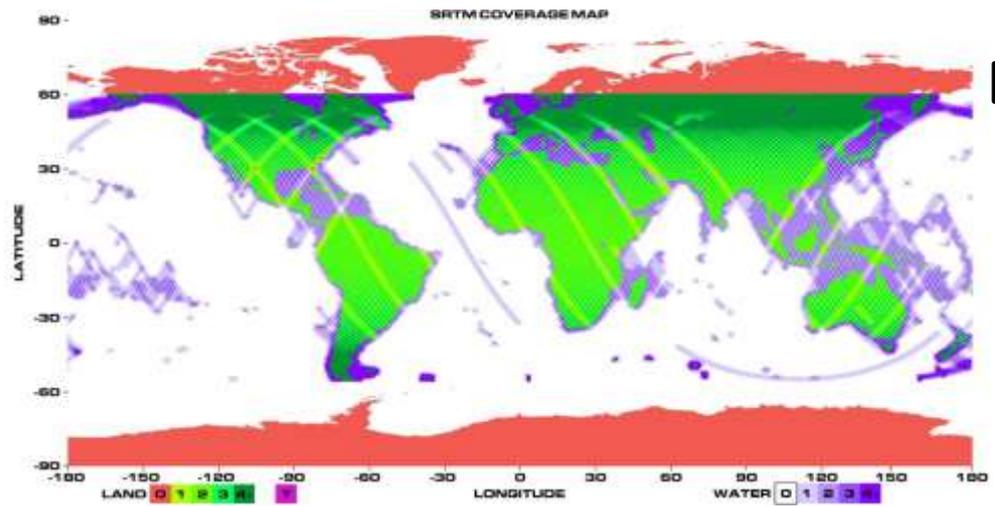
Altimetria

Resolução espacial: ~ 250 m - 1 km



Crédito: USGS

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO GRATUITOS – ALGUNS EXEMPLOS



▶ SRTM1 e SRTM3

Altimetria

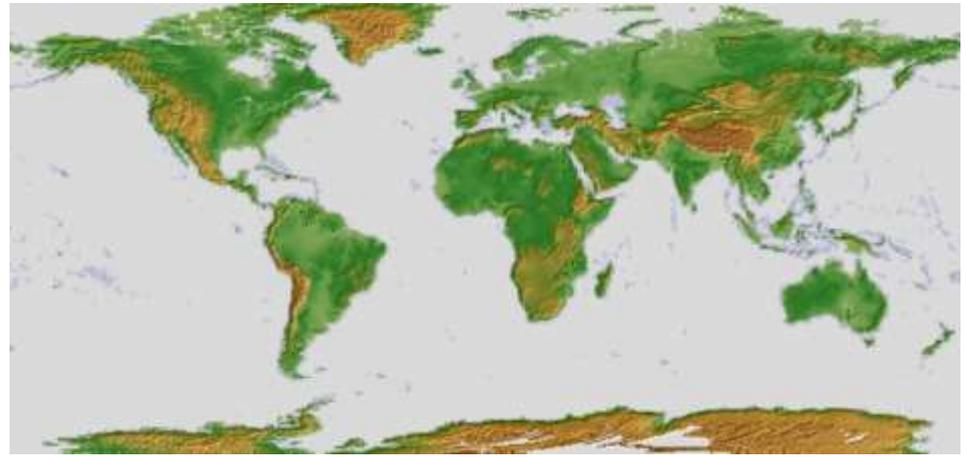
Resolução espacial: ~ 30 m e ~ 90 m

Crédito: NASA/JPL

◀ ASTER GDEM

Altimetria

Resolução espacial: ~ 30 m



Crédito: METI/NASA

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO GRATUITOS – ALGUNS EXEMPLOS



Crédito: USGS

▶ National Elevation Dataset (NED)

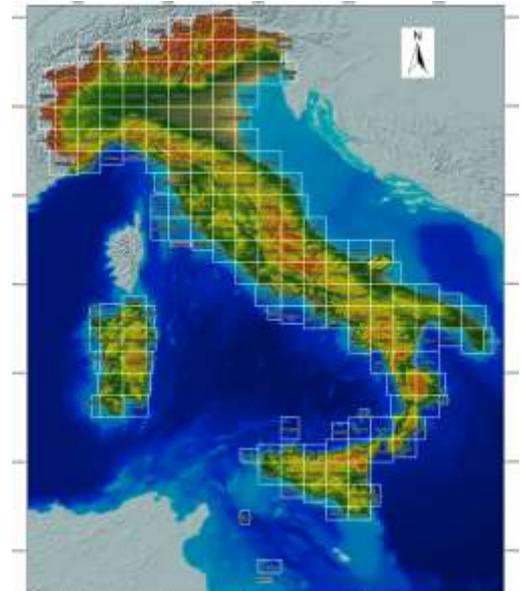
Altimetria

Resolução espacial: 10 m e 30 m

TINITALY/01 ◀

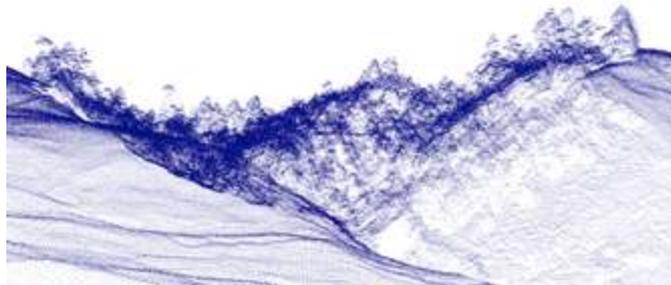
Altimetria

Resolução espacial: 10 m



Crédito: Tarquini et al. (2007)

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO GRATUITOS – ALGUNS EXEMPLOS



Crédito: NSF OpenTopography Facility

► Dados LiDAR

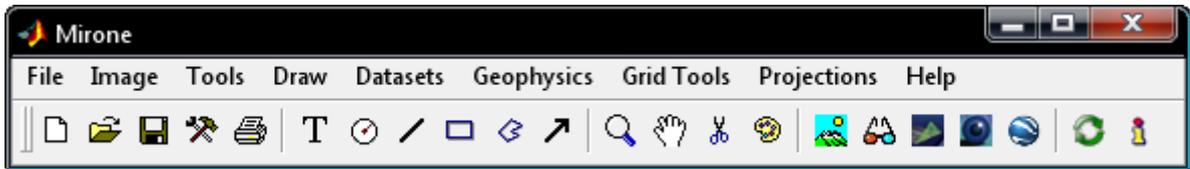
Altimetria

Resolução espacial: 1 metro

SOFTWARE LIVRE PARA VISUALIZAR MODELOS DIGITAIS DE TERRENO



MIRONE - a grid viewer and much more



MIRONE



MacMIRONE



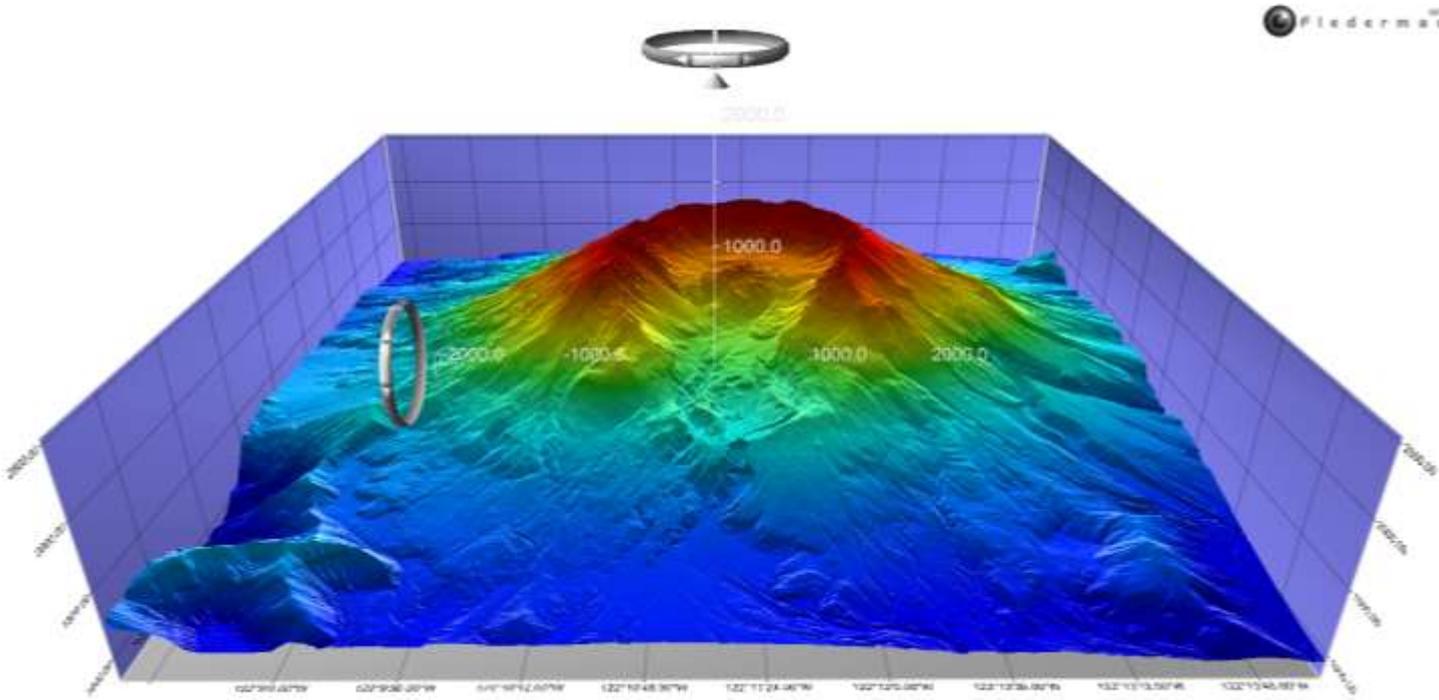
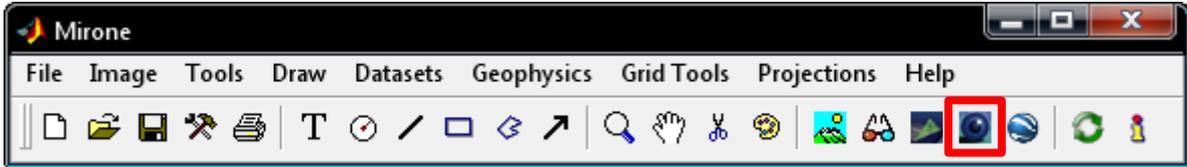
LinusMIRONE



SOFTWARE LIVRE PARA VISUALIZAR MODELOS DIGITAIS DE TERRENO



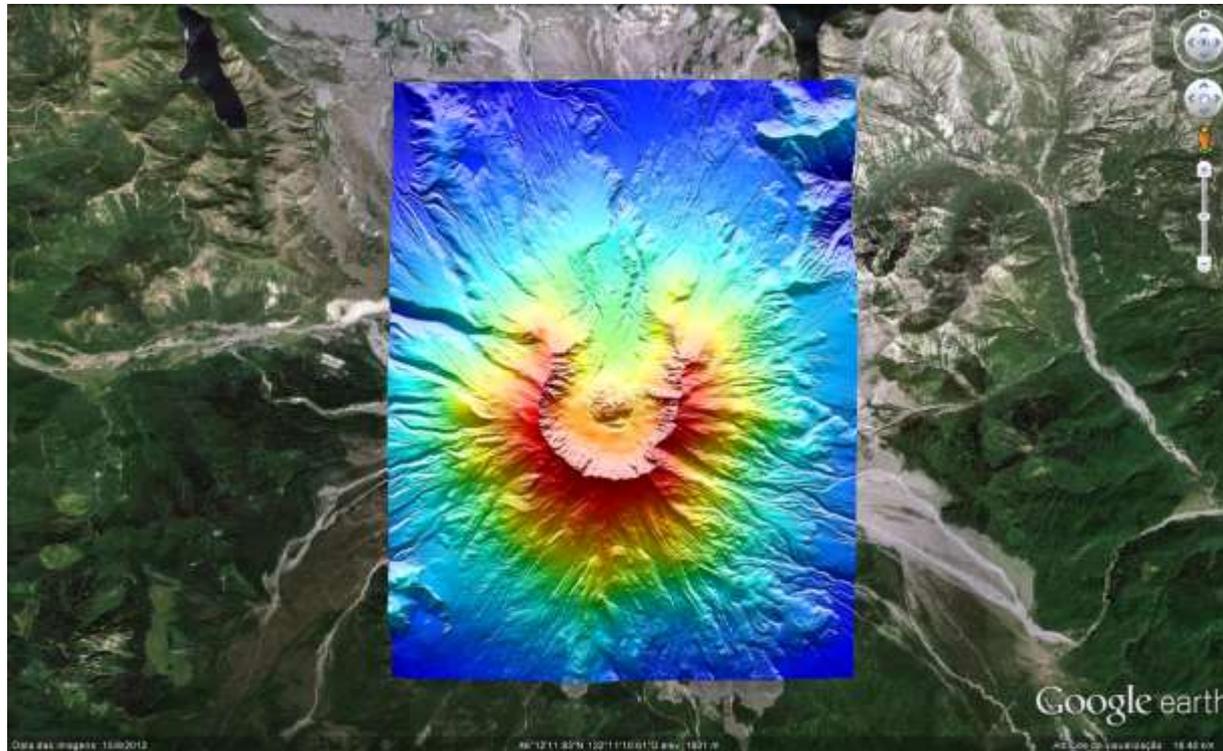
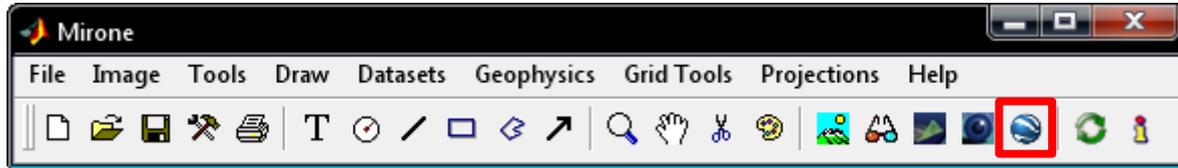
MIRONE - a grid viewer and much more



SOFTWARE LIVRE PARA VISUALIZAR MODELOS DIGITAIS DE TERRENO



MIRONE - a grid viewer and much more



EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por...



Acção do vento



Movimentos de massa



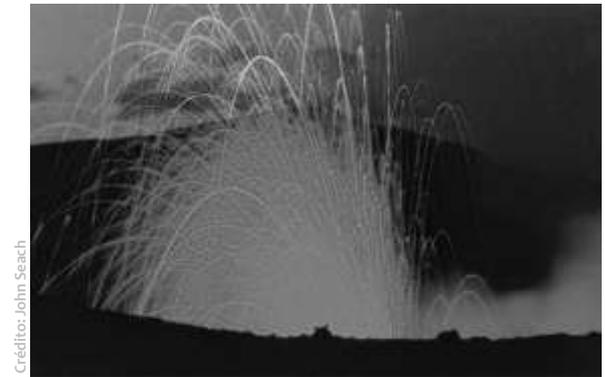
Impactos meteoríticos



Acção do gelo



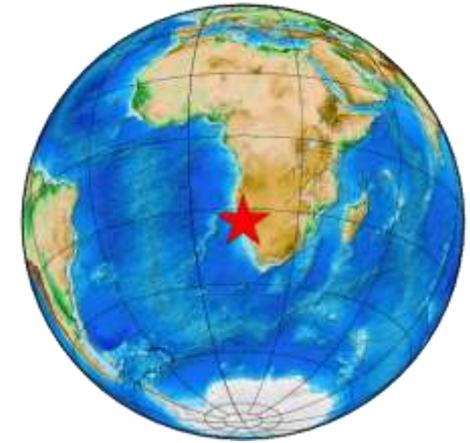
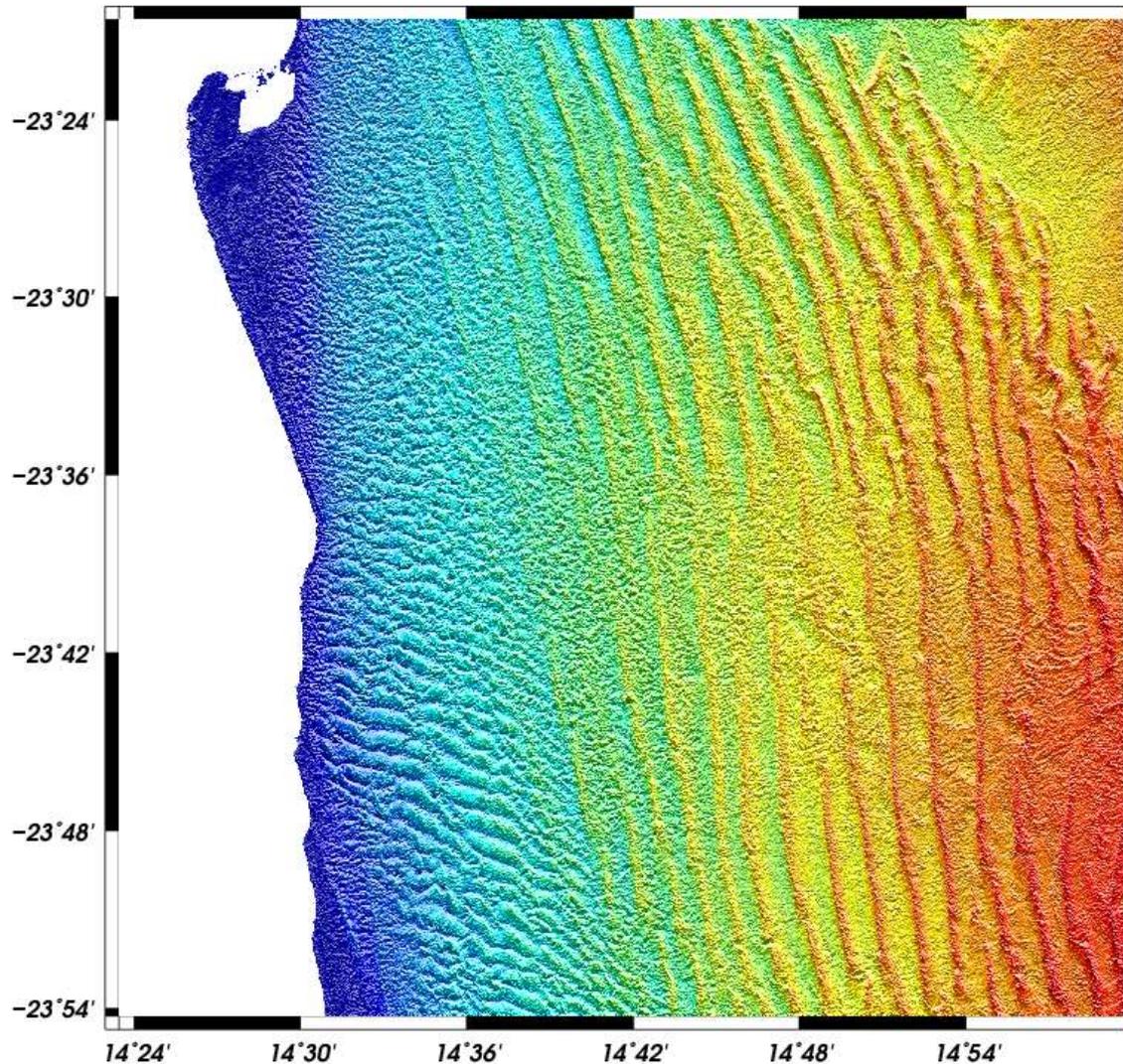
Actividade tectónica



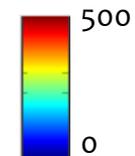
Actividade vulcânica

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por acção do vento



Altitude (m)

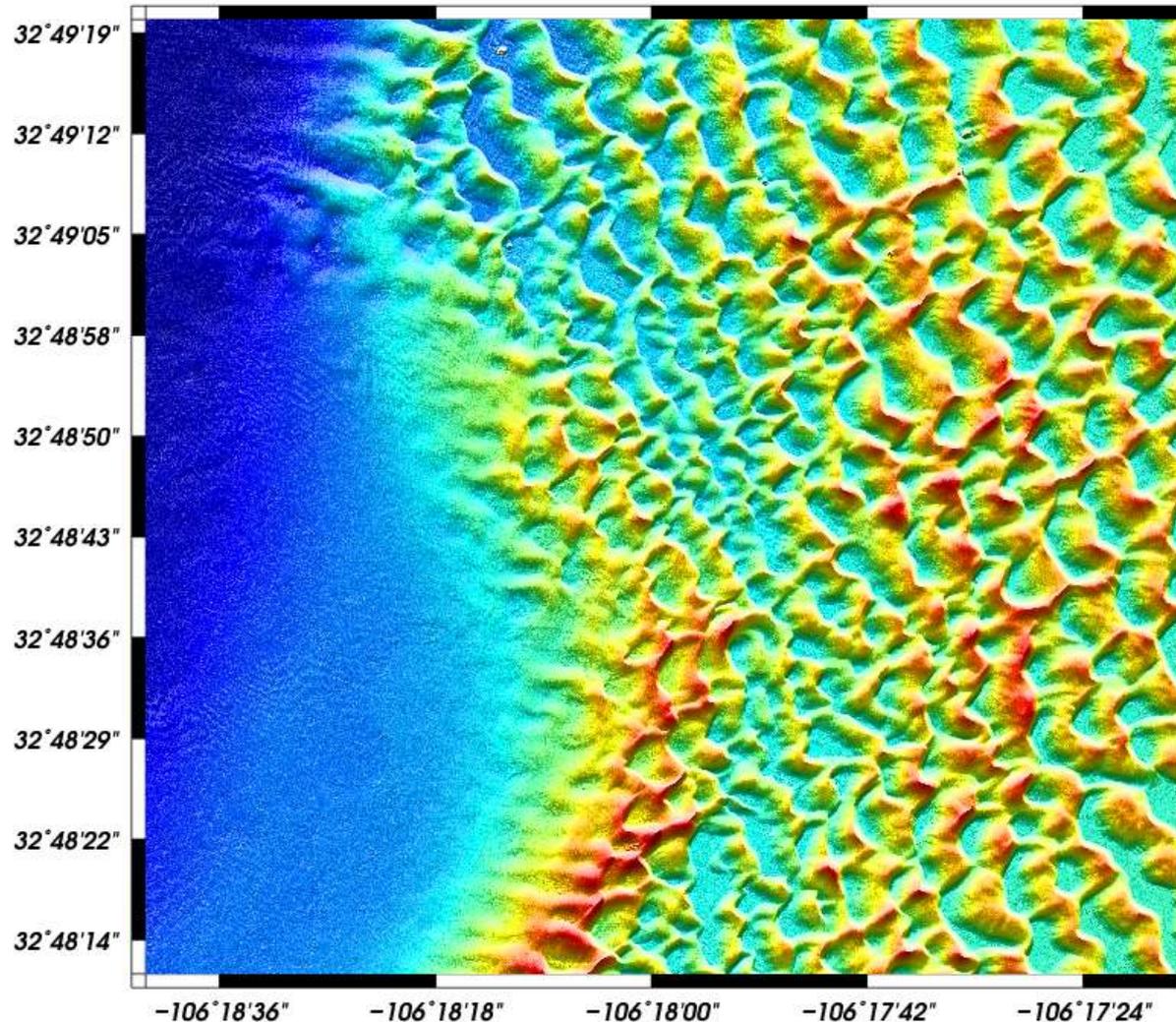


Mapa topográfico da região norte do “Mar de areia do Namibe” (Namíbia)

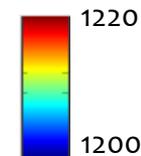
Dados: ASTER GDEMv2

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por acção do vento



Altitude (m)



Mapa topográfico de uma zona do deserto do Novo México (EUA)
Dados: White Sands National Monument, NM: LiDAR Survey of Dune Fields

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por...



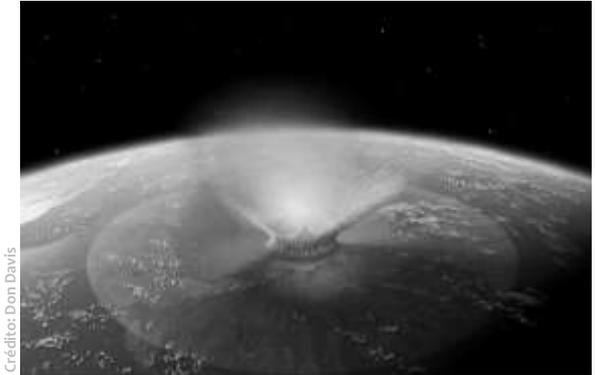
Crédito: Byron Jarjorian

Ação do vento



Crédito: USGS

Movimentos de massa



Crédito: Don Davis

Impactos meteoríticos



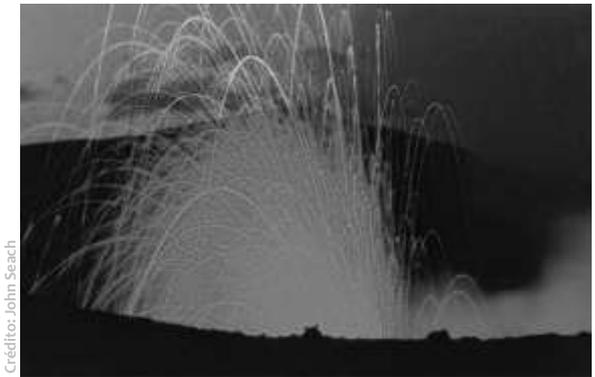
Crédito: George F. Mobley

Ação do gelo



Crédito: Marif B. Miller

Actividade tectónica

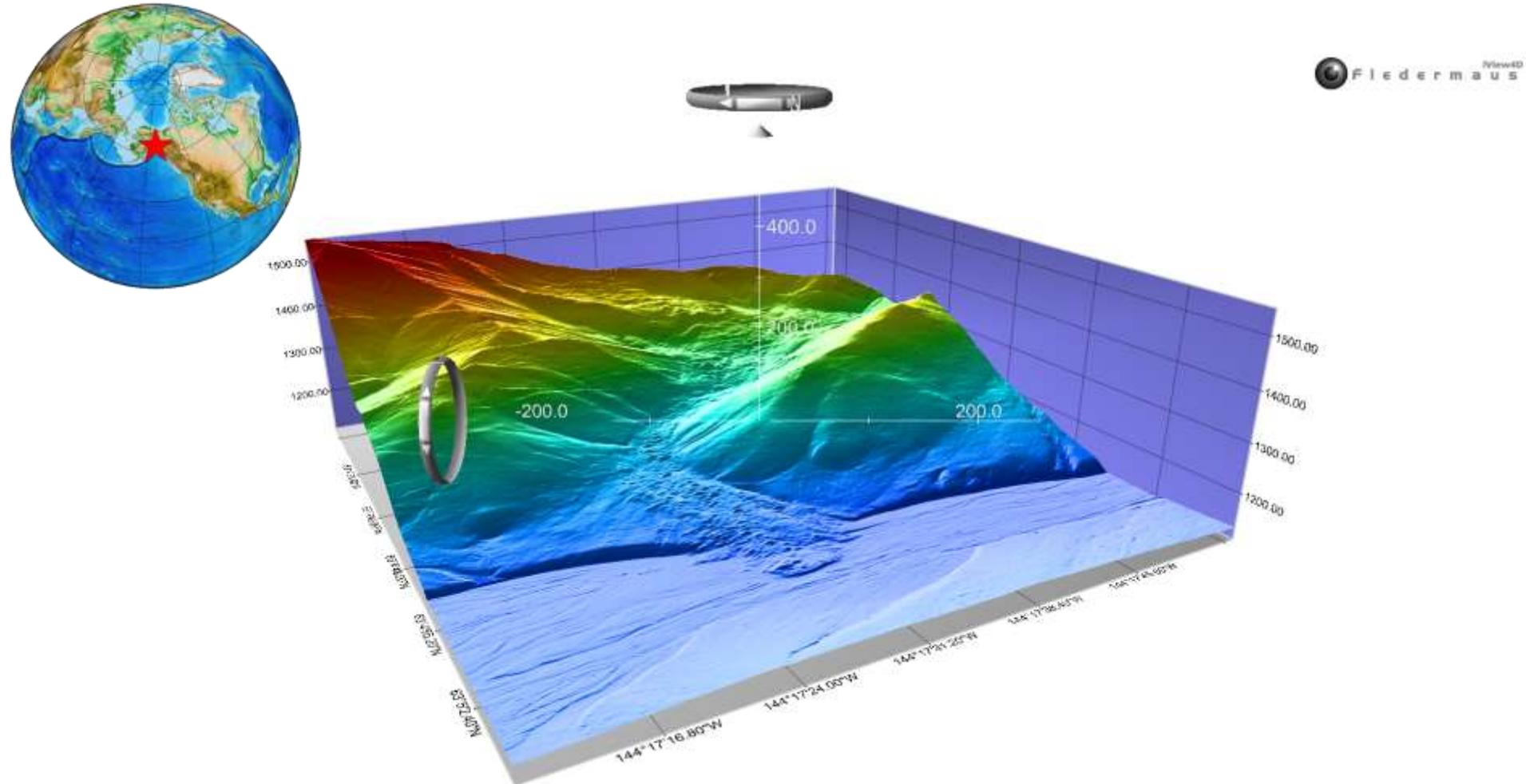


Crédito: John Seach

Actividade vulcânica

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

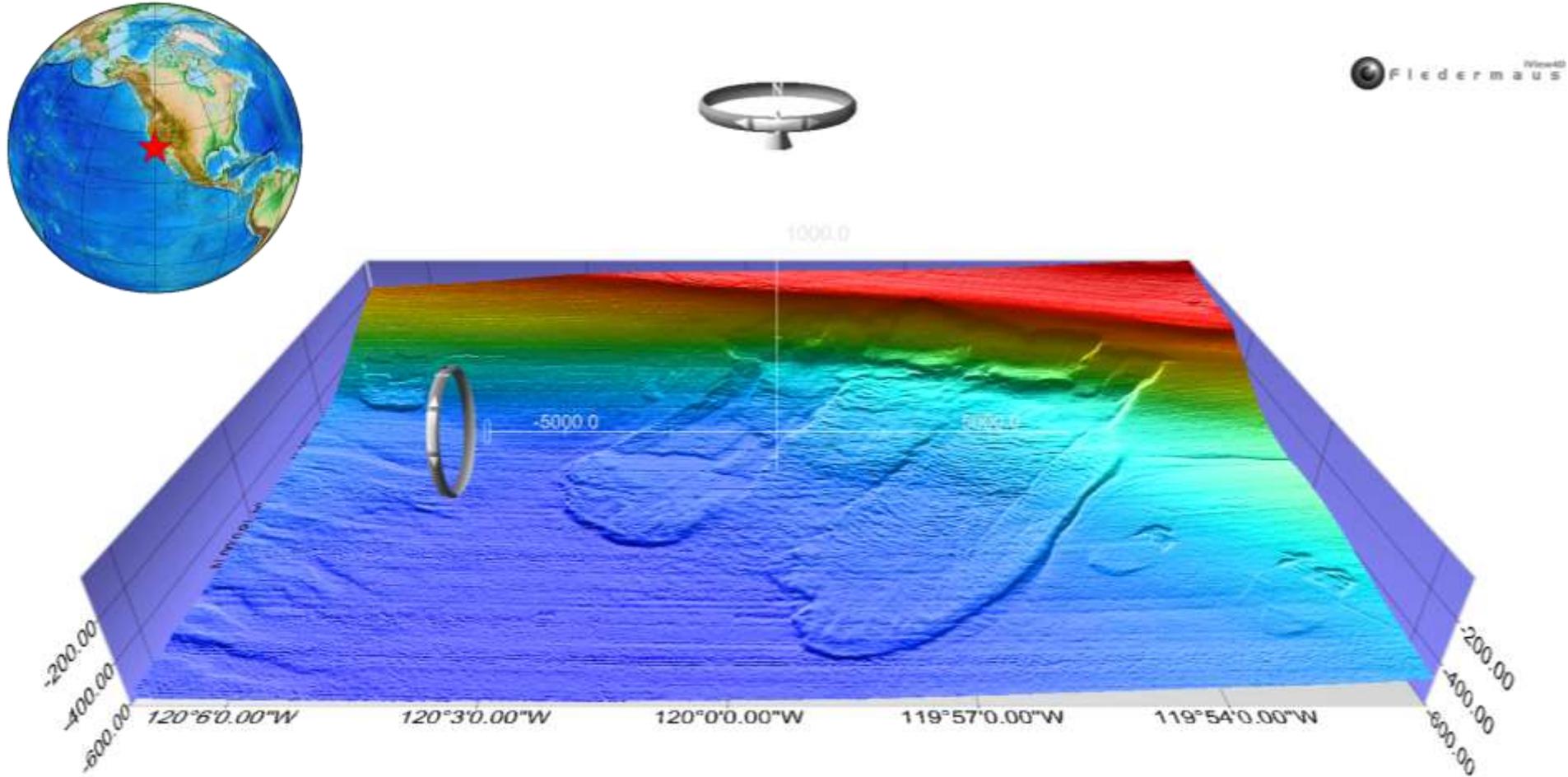
Visualização e análise de formas de relevo geradas por movimentos de massa



Topografia 3D de uma zona de montanha adjacente à falha activa Denali-Totchunda, Alaska (EUA)
Dados: Alaska Denali-Totschunda LiDAR project

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por movimentos de massa



Batimetria 3D do bordo da plataforma e talude continental da zona central da Baía de Santa Bárbara, Califórnia (EUA)
Dados: MBARI Santa Barbara Basin Multibeam Survey

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por...



Crédito: Byron Jarjorian

Acção do vento



Crédito: USGS

Movimentos de massa



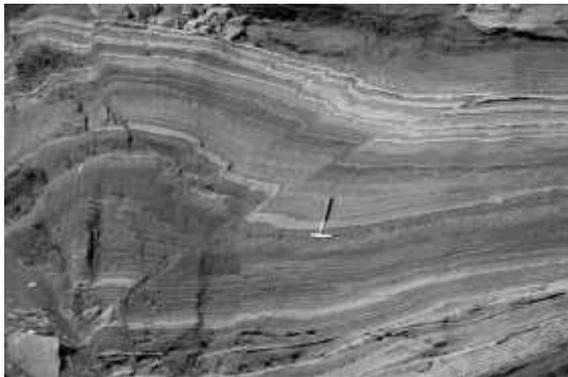
Crédito: Don Davis

Impactos meteoríticos



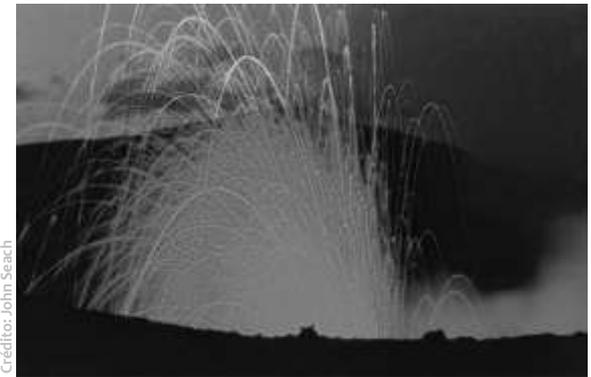
Crédito: George F. Mobley

Acção do gelo



Crédito: Marif B. Miller

Actividade tectónica

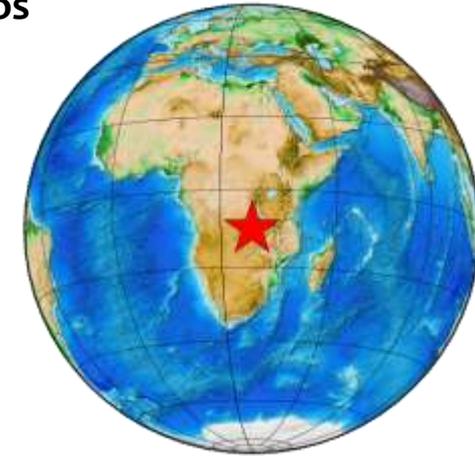
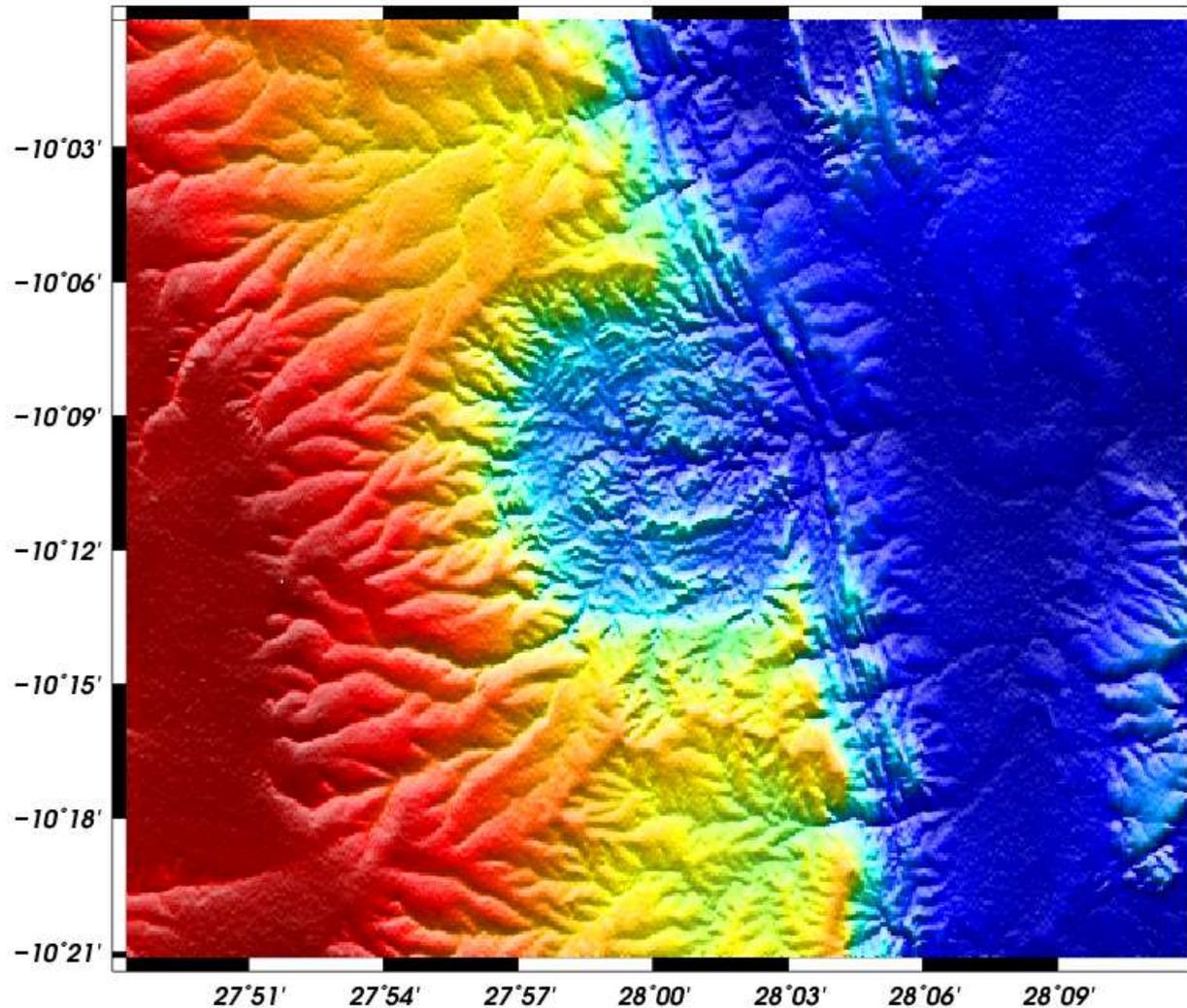


Crédito: John Seach

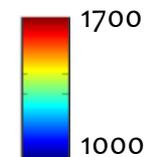
Actividade vulcânica

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por impactos meteoríticos



Altitude (m)

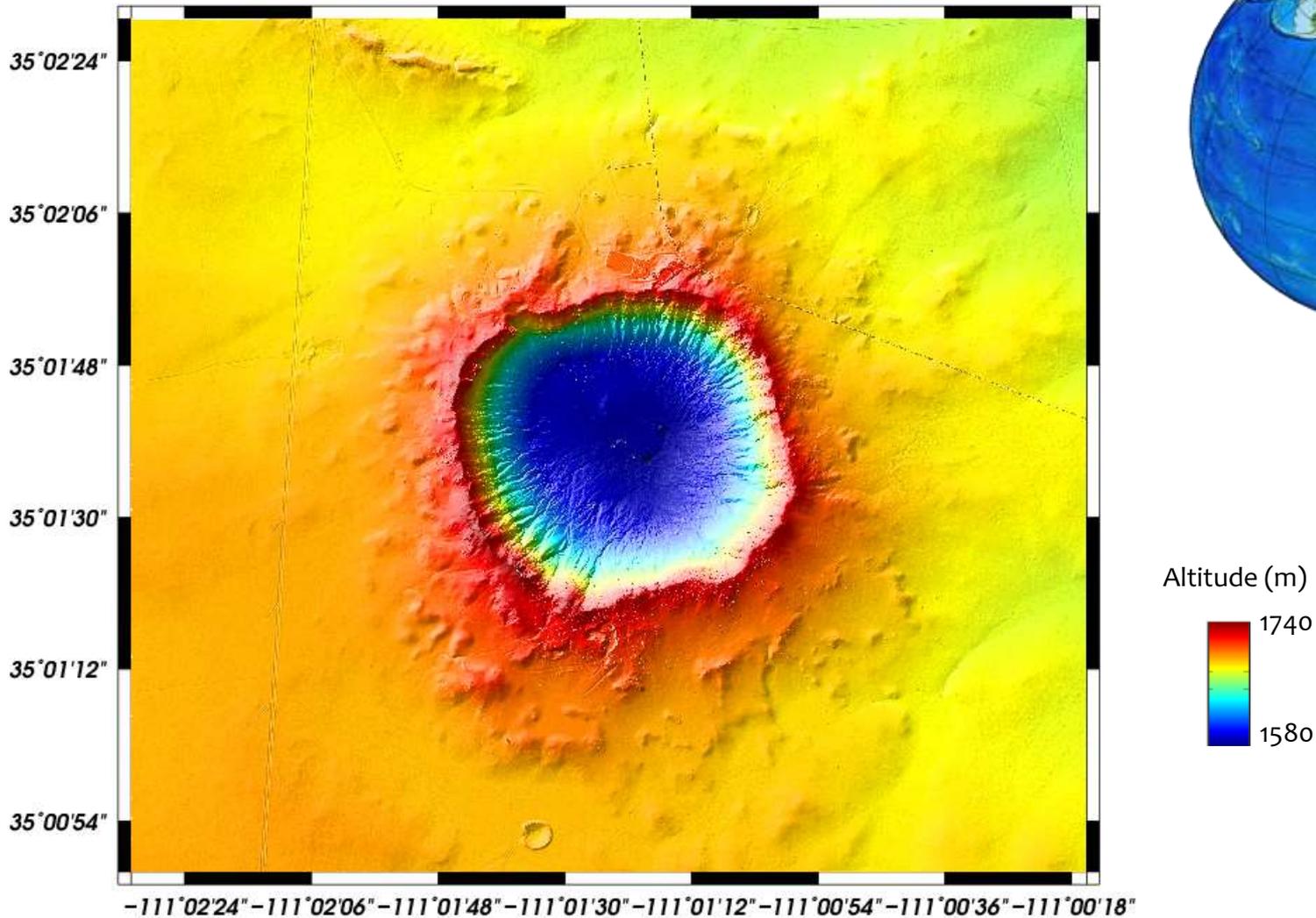


Mapa topográfico da cratera de impacto Luizi (República Democrática do Congo)

Dados: SRTM3

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

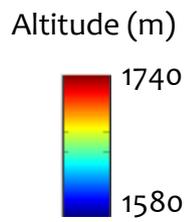
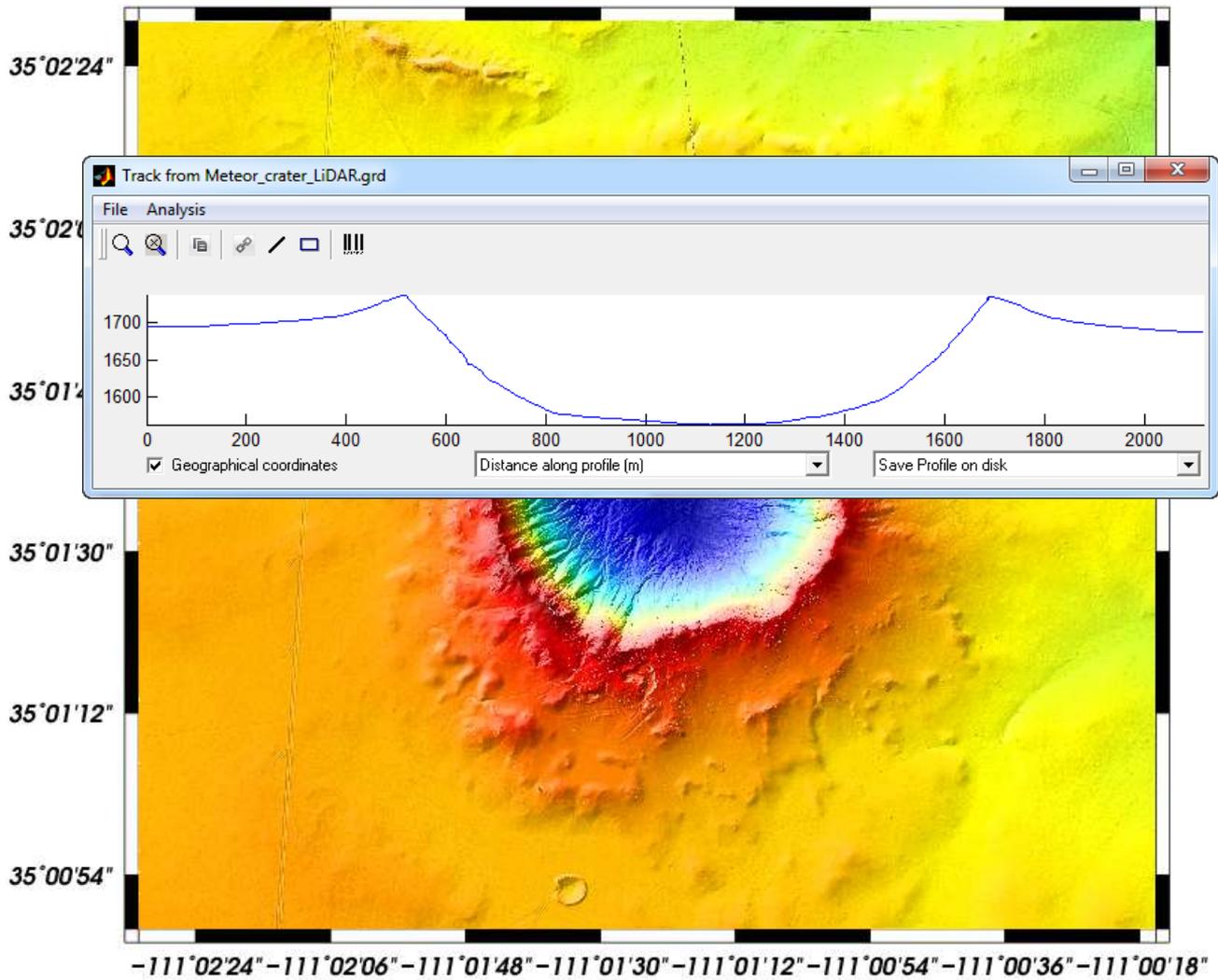
Visualização e análise de formas de relevo geradas por impactos meteoríticos



Mapa topográfico da região da cratera de impacto Meteor Crater, Arizona (EUA)
Dados: LiDAR Meteor Crater, AZ (AZ10_Palucis)

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por impactos meteoríticos



Mapa topográfico da região da cratera de impacto Meteor Crater, Arizona (EUA)
Dados: LiDAR Meteor Crater, AZ (AZ10_Palucis)

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por...



Ação do vento



Movimentos de massa



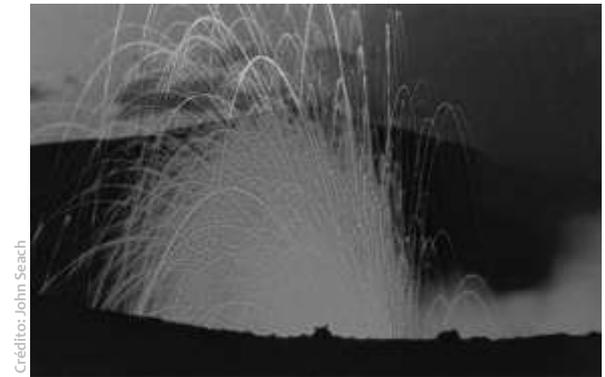
Impactos meteoríticos



Ação do gelo



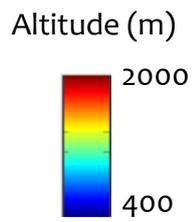
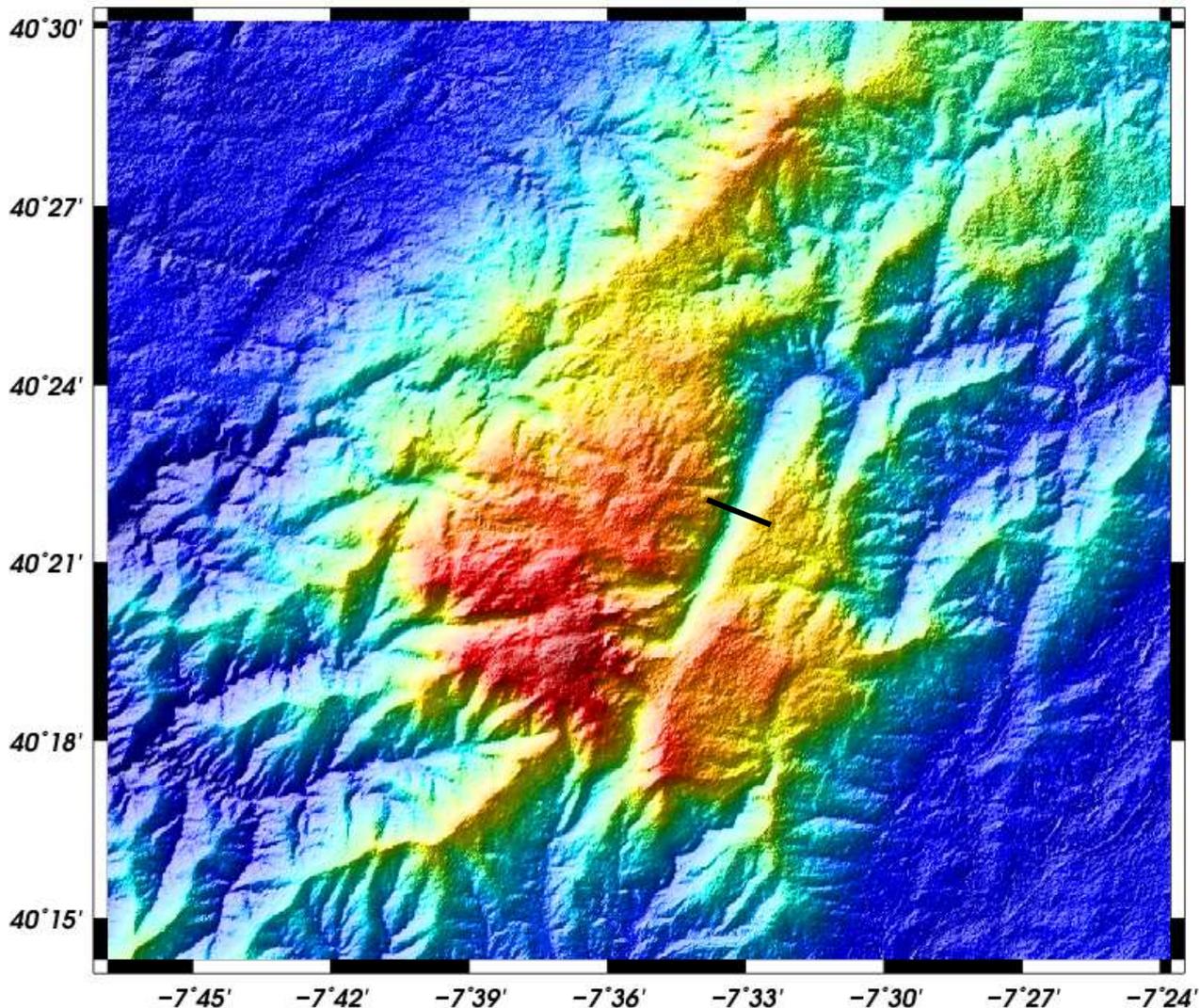
Actividade tectónica



Actividade vulcânica

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

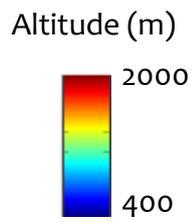
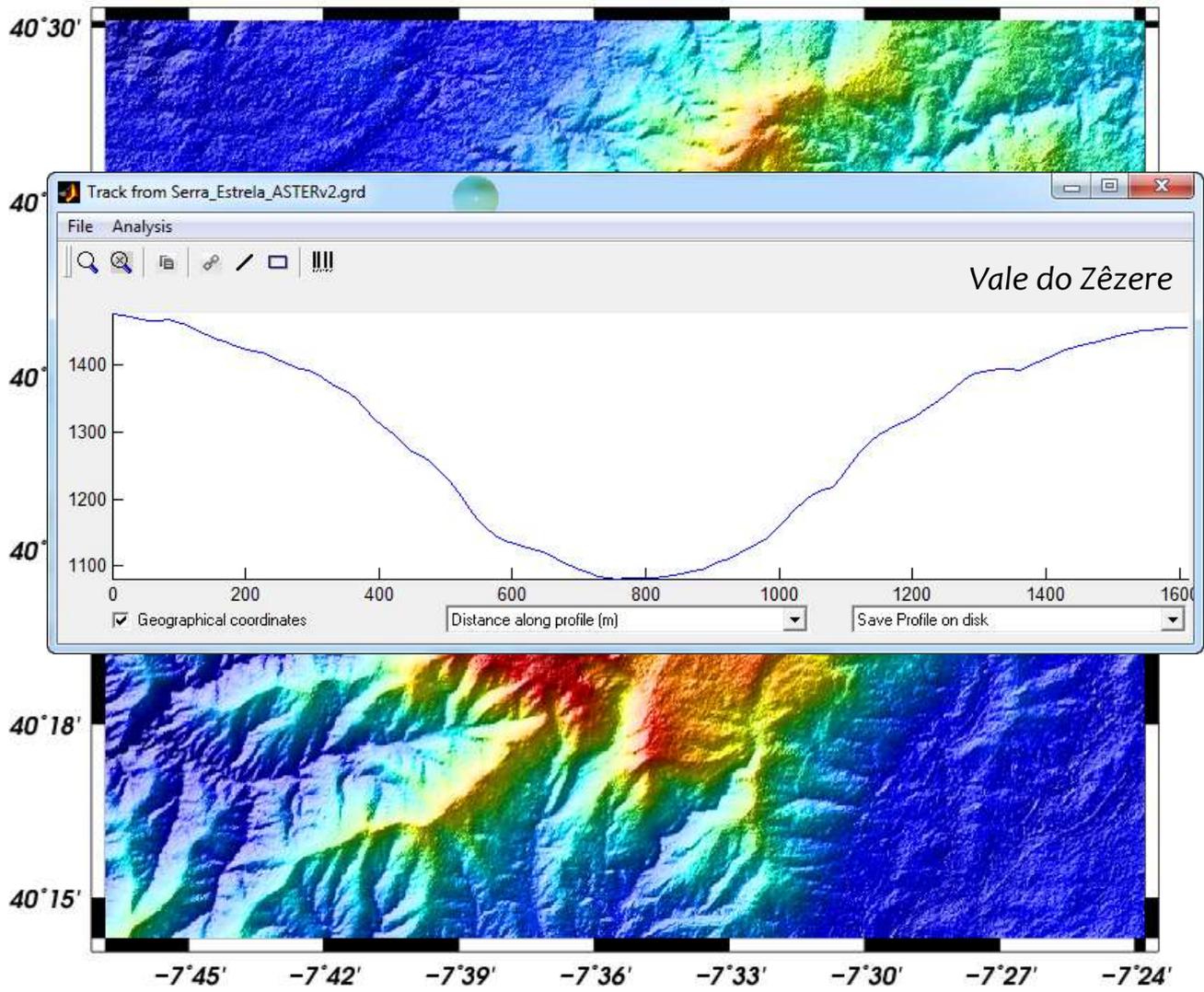
Visualização e análise de formas de relevo geradas por acção do gelo



Mapa topográfico da Serra da Estrela (Portugal)
Dados: ASTER GDEMv2

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

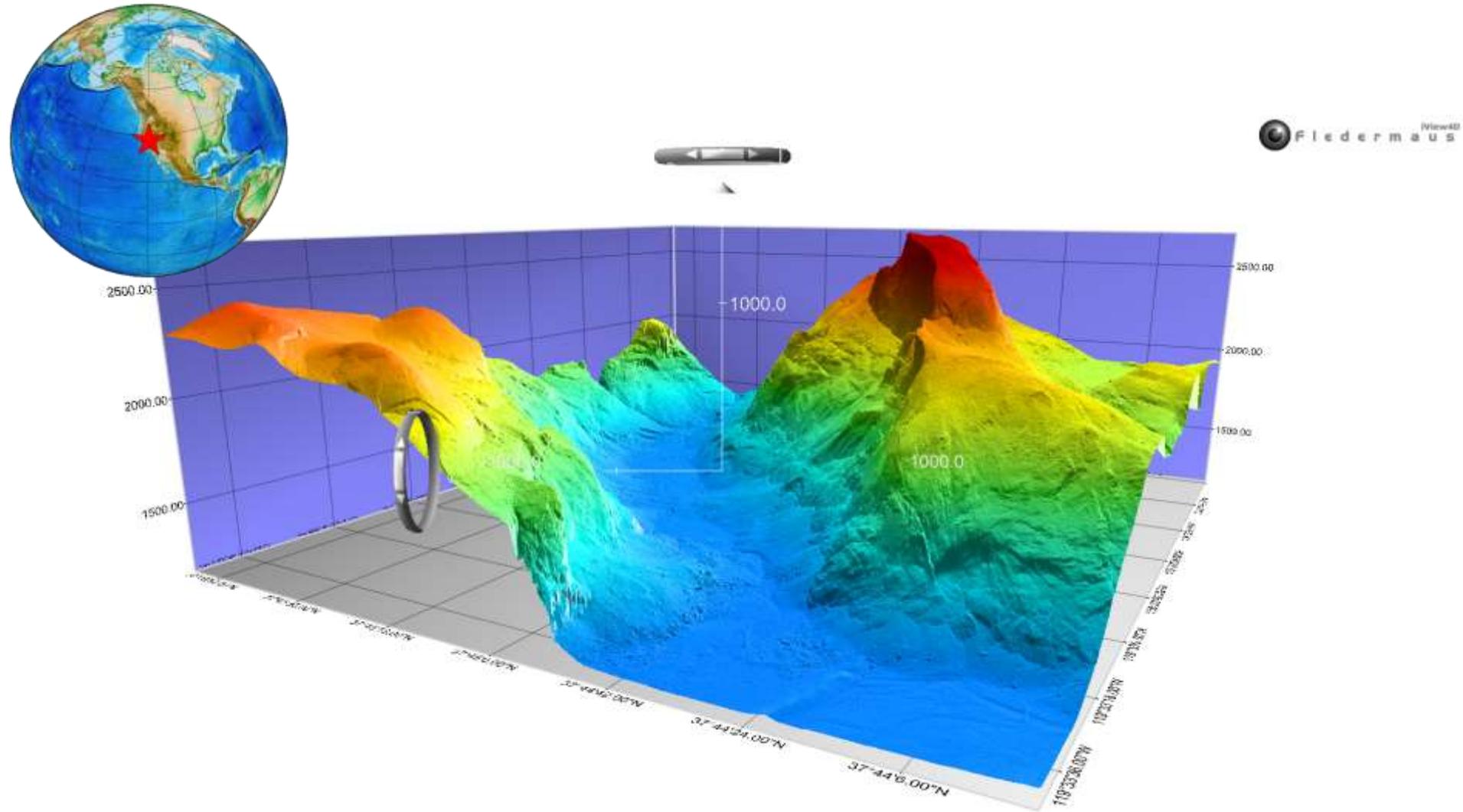
Visualização e análise de formas de relevo geradas por acção do gelo



Mapa topográfico da Serra da Estrela (Portugal)
Dados: ASTER GDEMv2

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por acção do gelo



Topografia 3 D da extremidade oriental do vale glaciário de Yosemite, Califórnia (EUA)
Dados: LiDAR Yosemite National Park, CA: Rockfall Studies (CA10_Zimmer)

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por...



Crédito: Byron Jorjorian

Ação do vento



Crédito: USGS

Movimentos de massa



Crédito: Don Davis

Impactos meteoríticos



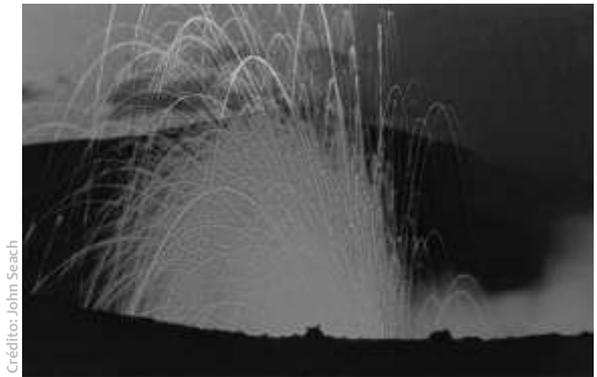
Crédito: George F. Mobley

Ação do gelo



Crédito: Marif B. Miller

Actividade tectónica

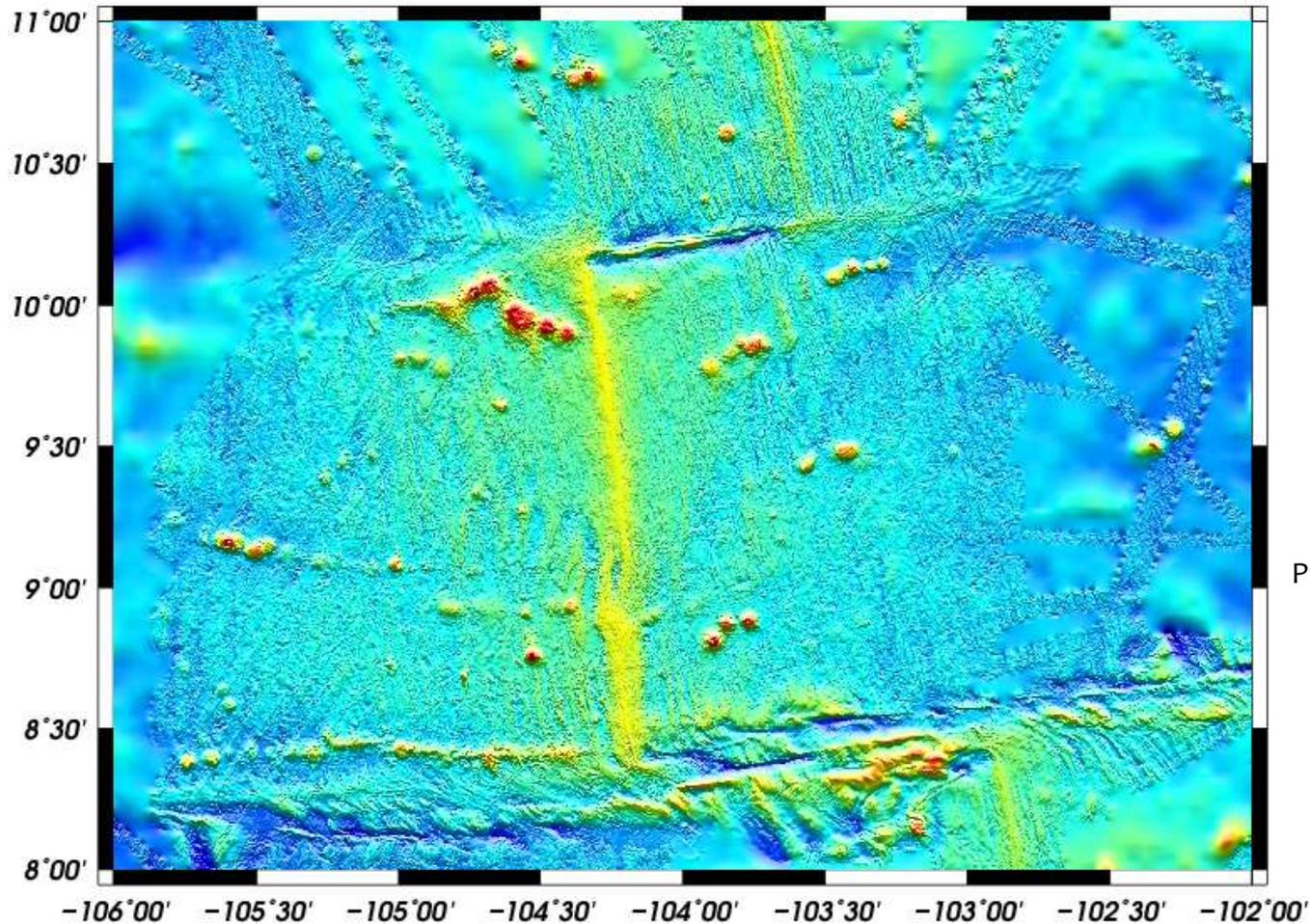


Crédito: John Seach

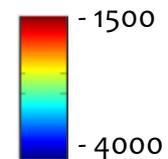
Actividade vulcânica

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade tectónica



Profundidade (m)

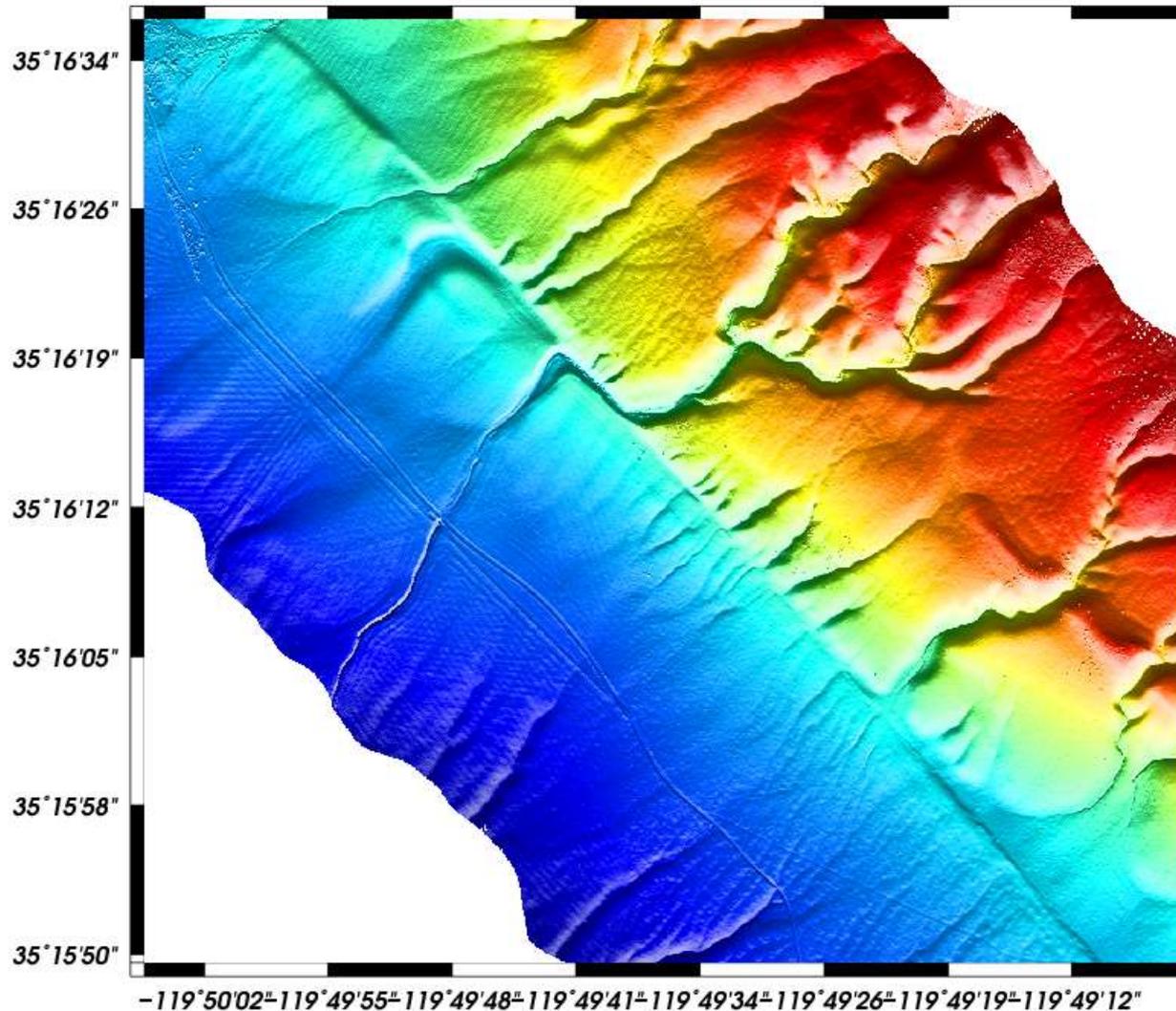


Mapa batimétrico da dorsal do Pacífico oriental (EPR 8-11 ° N)

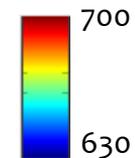
Dados: GMRT

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade tectónica



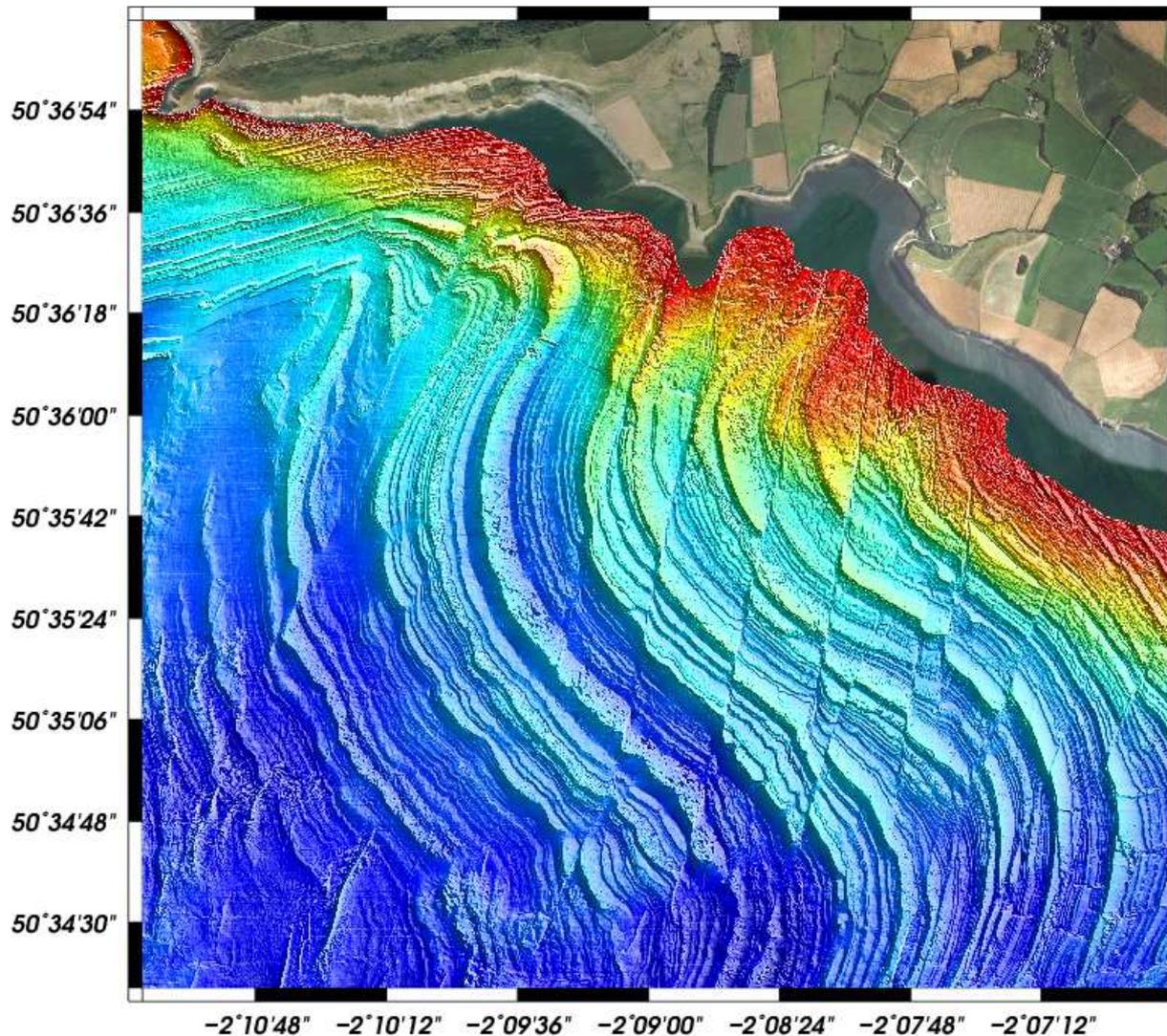
Altitude (m)



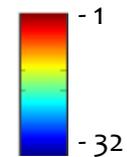
Mapa topográfico da falha de Santo André na região de Wallace Creek, Califórnia (EUA)
Dados: LiDAR B4 Project - Southern San Andreas and San Jacinto Faults

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade tectónica



Profundidade (m)



Mapa batimétrico da região da Baía de Kimmeridge (Inglaterra)
Dados: Channel Coastal Observatory multibeam bathymetry

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por...



Crédito: Byron Jarjorian

Ação do vento



Crédito: USGS

Movimentos de massa



Crédito: Don Davis

Impactos meteoríticos



Crédito: George F. Mobley

Ação do gelo



Crédito: Marif B. Miller

Actividade tectónica

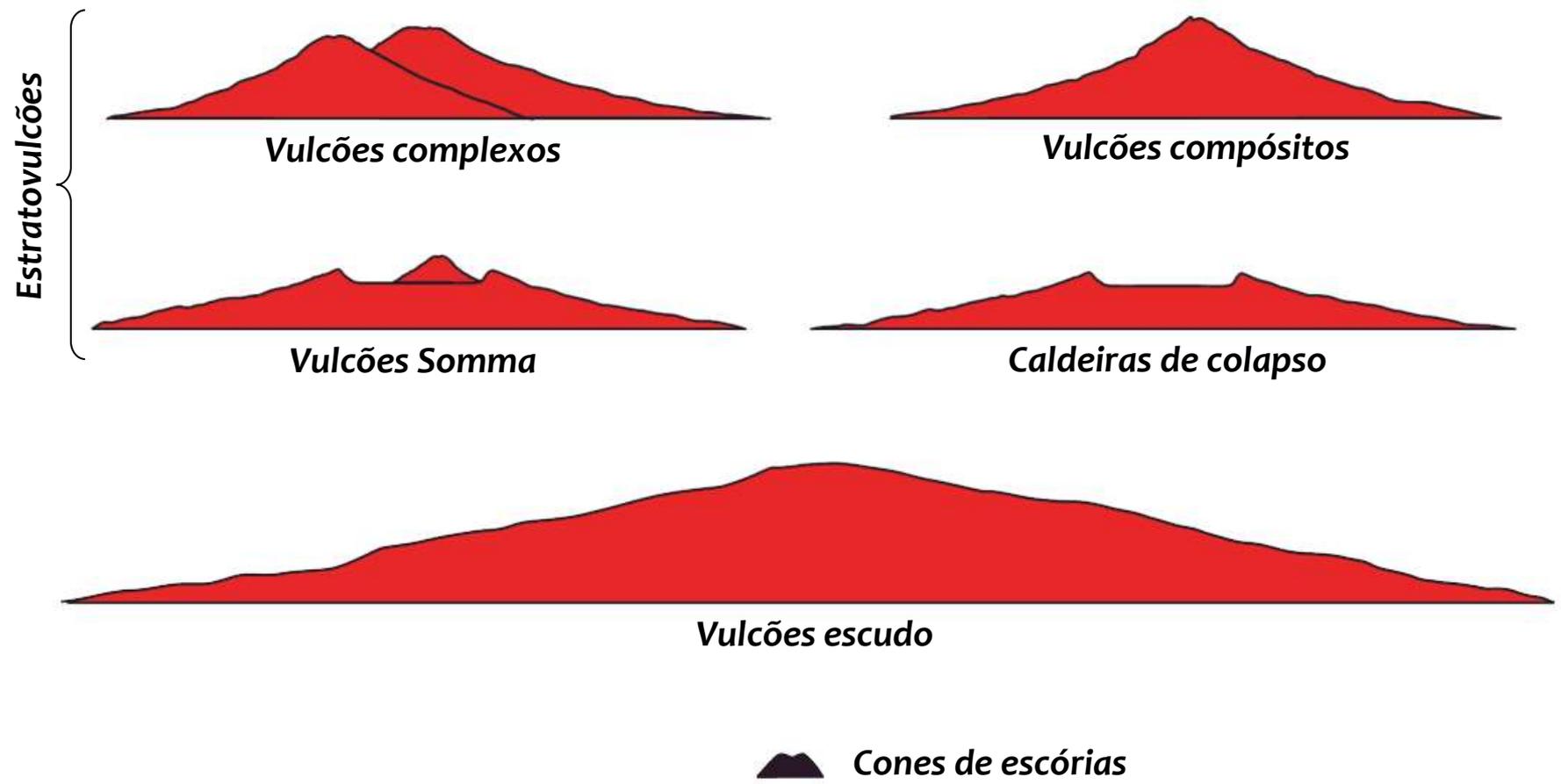


Crédito: John Seach

Actividade vulcânica

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

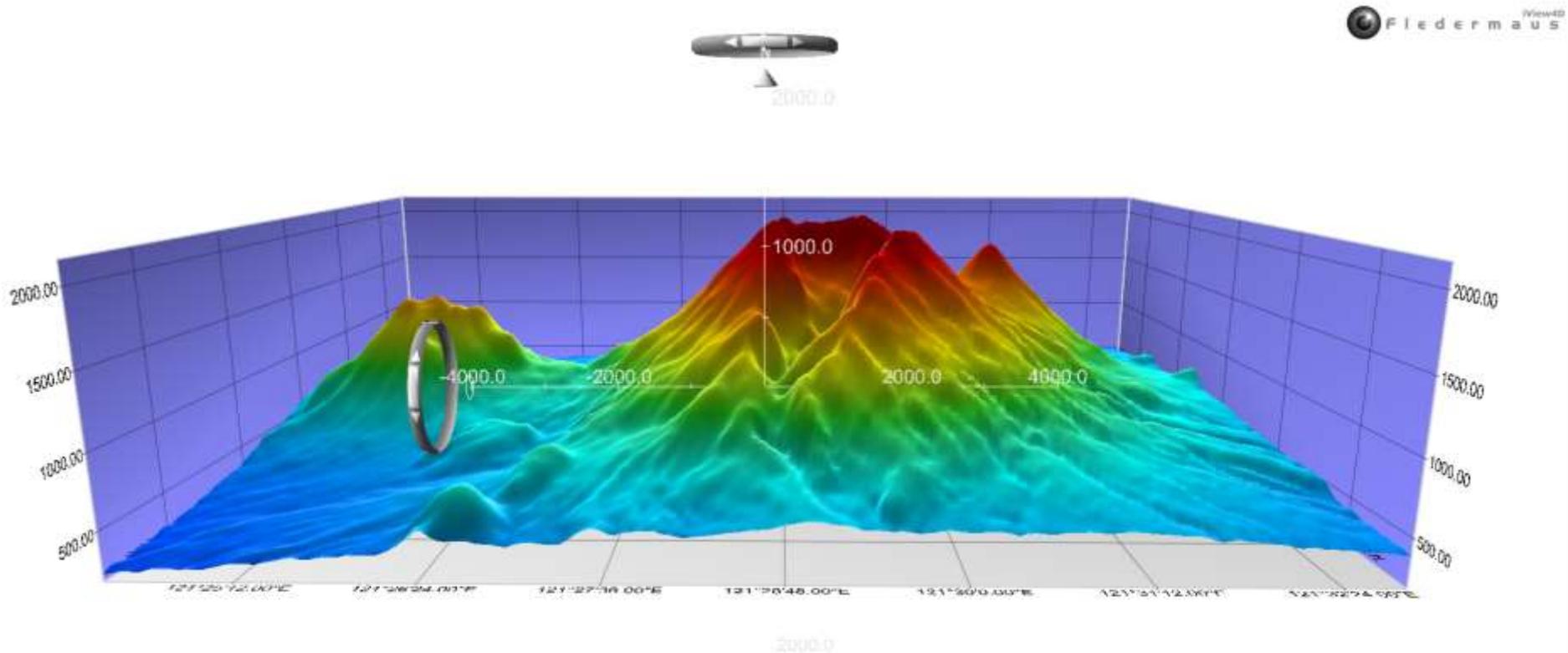
Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade vulcânica



Tipos de vulcões (adaptado de Simkin e Siebert, 1994). Os perfis estão exagerados verticalmente 2 a 4 vezes. O tamanho relativo é aproximado, pois as dimensões variam dentro de cada categoria.

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

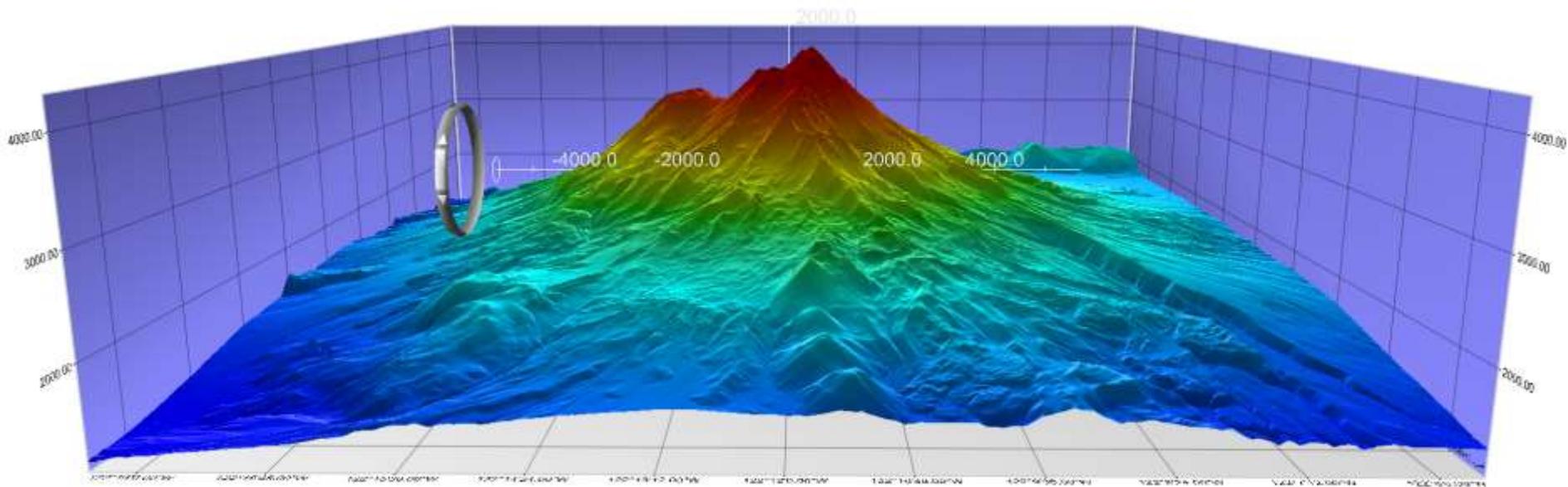
Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade vulcânica



Topografia 3D do Monte Banahaw (Filipinas) | Estratovulcão (vulcão complexo)
Dados: SRTM3

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

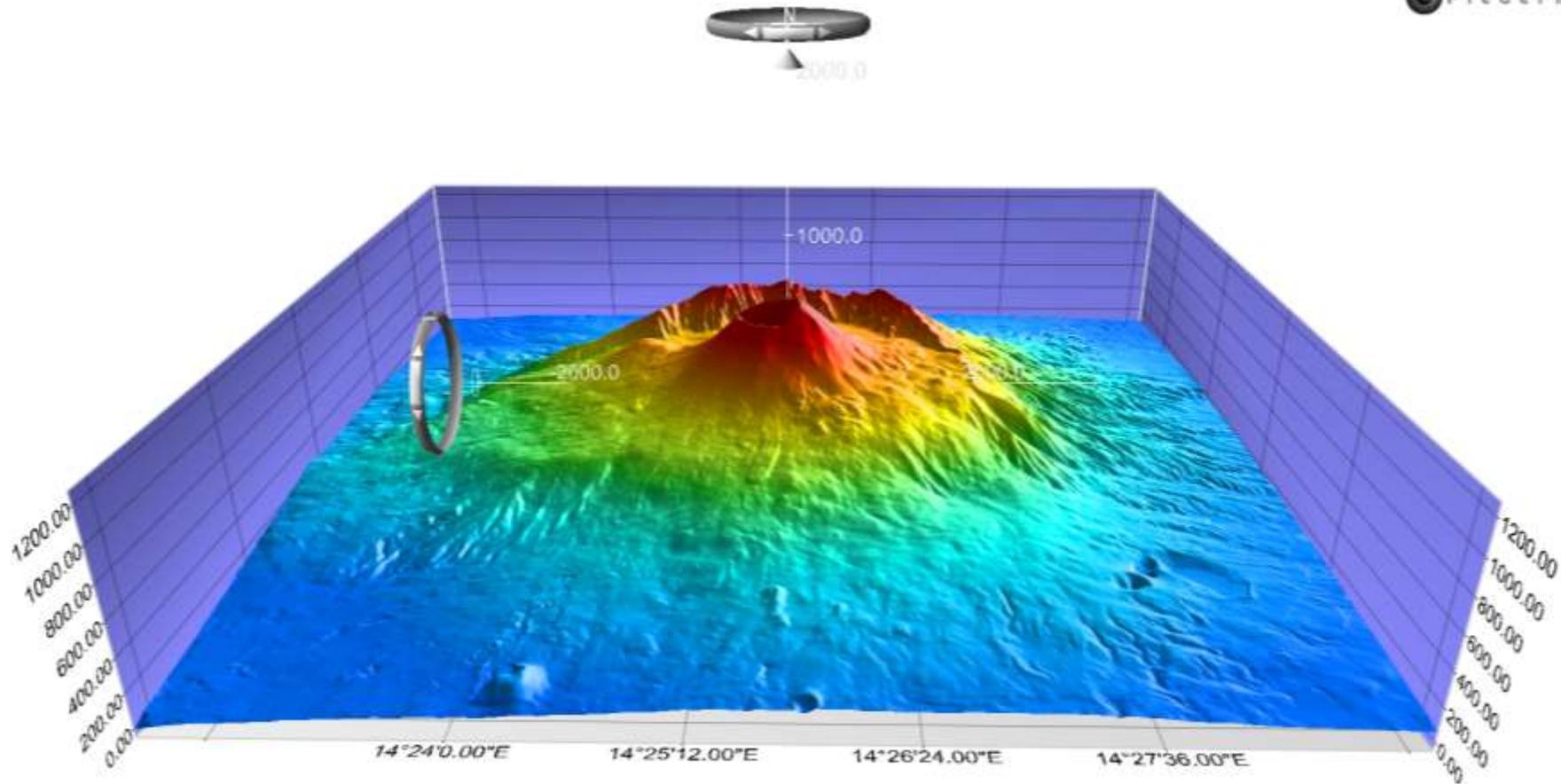
Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade vulcânica



Topografia 3D do Monte Shasta, Califórnia (EUA) | Estratovulcão (vulcão composto)
Dados: USGS NED 10m

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

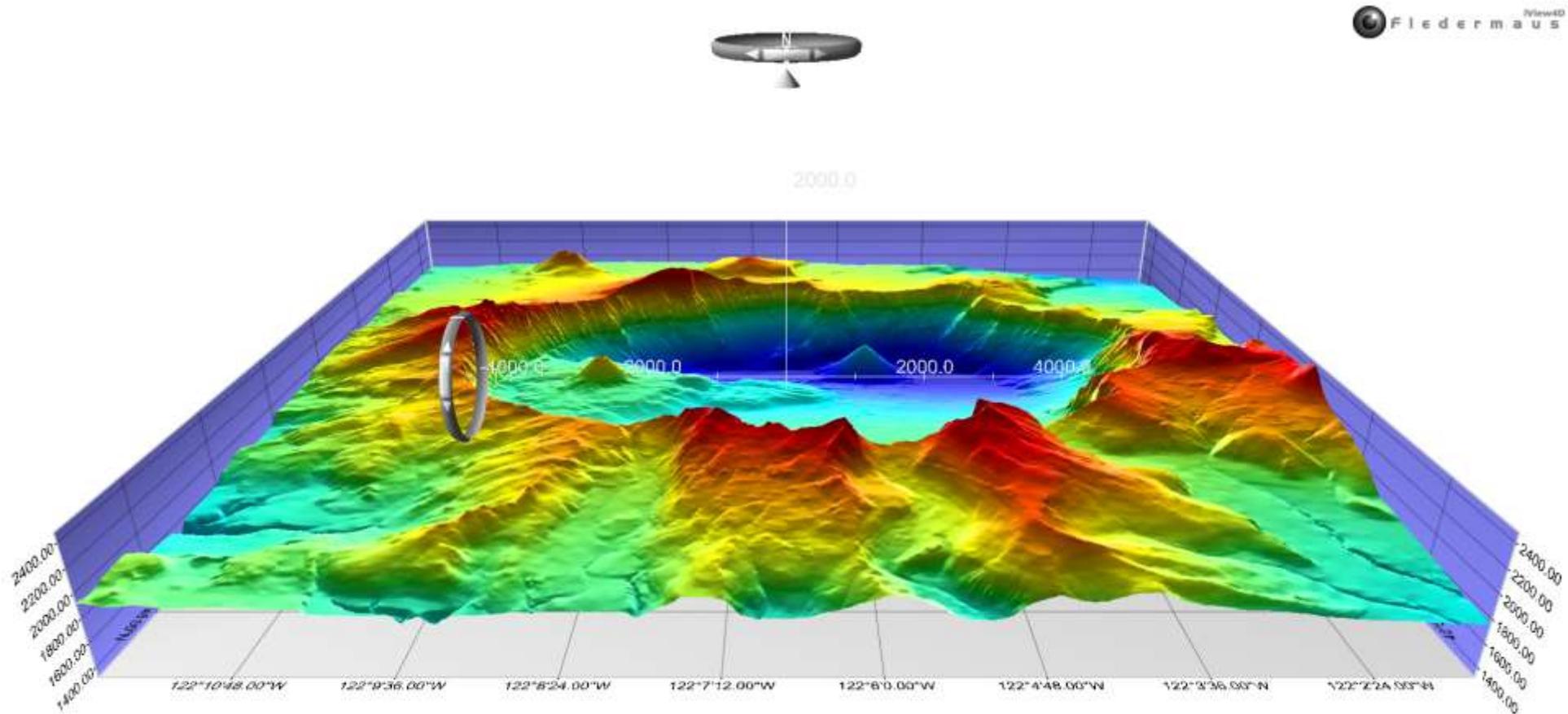
Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade vulcânica



Topografia 3D do Monte Vesúvio (Itália) | Estratovulcão (vulcão Somma)
Dados: TINITALY/01

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

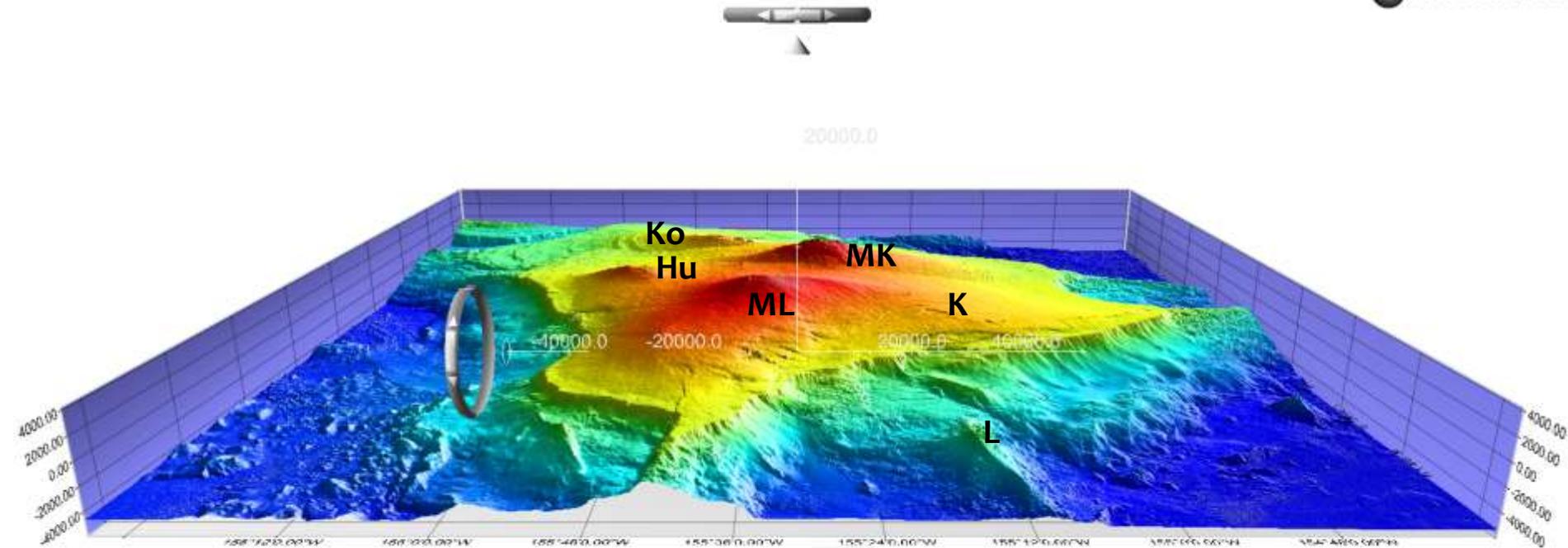
Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade vulcânica



Topografia e batimetria 3D do vulcão Crater Lake (Oregon, EUA) | Caldeira de colapso de um estratovulcão
Dados: USGS DEM

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade vulcânica

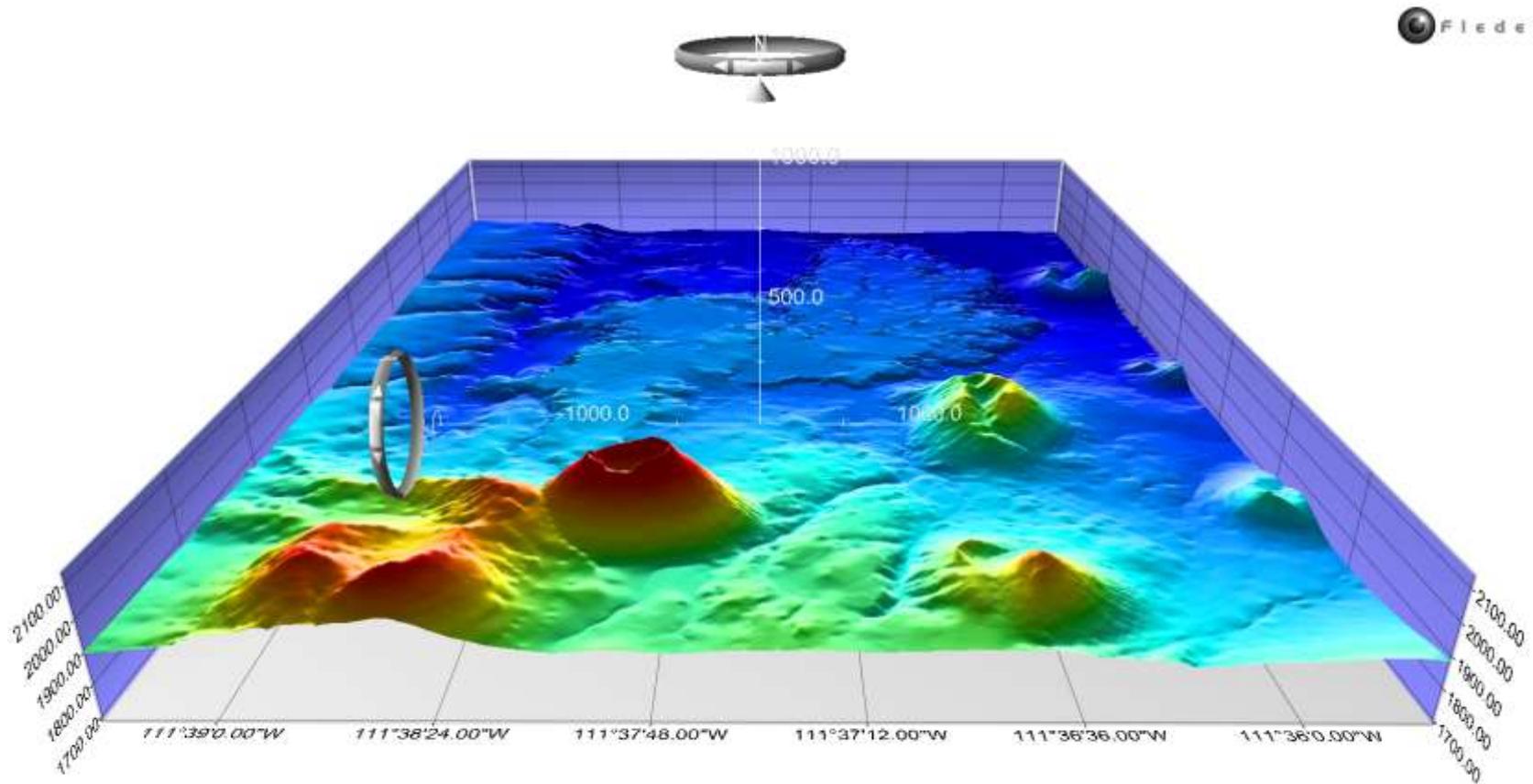


Ko – Kohala | **Hu** – Hualai | **ML** – Mauna Loa | **MK** – Mauna Kea | **K** – Kilauea | **L** – Lō'ihi

Topografia e batimetria 3D da região da ilha do Hawai'i (Hawai'i, EUA) | Vulcões escudo
Dados: Main Hawaiian Islands Multibeam Bathymetry Synthesis

EXEMPLOS DA UTILIZAÇÃO DE MDT COMO RECURSOS EDUCATIVOS

Visualização e análise de formas de relevo geradas por actividade vulcânica

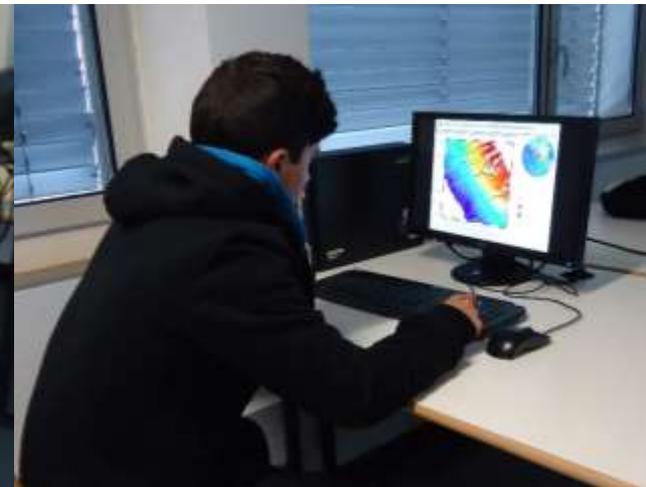
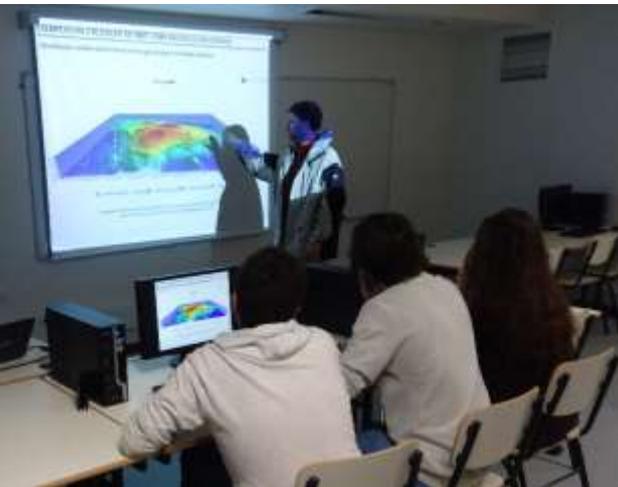


Fiedermaus View4D

Topografia 3D da região da S P Crater - San Francisco Volcanic Field, Arizona (EUA) | Cone de escórias
Dados: USGS NED 10m

UTILIZAÇÃO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO NA SALA DE AULA

Actividades de aprendizagem baseadas na investigação usando dados científicos reais





That's all Folks!