

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO
MINERAL

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL / SGB-CPRM

RELATÓRIO DE VIAGEM AO EXTERIOR

Islândia



TRIP ÁRTICA II

EXCURSÃO TÉCNICA DE VULCANOLOGIA NA ISLÂNDIA

Promovido por Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo Paraná

Missão Internacional: 24 de agosto a 4 de setembro de 2025

Novembro/2025

RELATÓRIO DE VIAGEM AO EXTERIOR

Islândia

TRIP ÁRTICA II

EXCURSÃO TÉCNICA DE VULCANOLOGIA NA ISLÂNDIA



Lúcia Travassos da Rosa-Costa

Andrea Sander

Cristiane Silva de Sousa

Patricia Duringer Jacques

Carolina Reis

Roberta Galba Brasilino

Maria Emilia Radomski Brenny

Michel Marques Godoy

Foto Capa: Delegação do Serviço Geológico do Brasil, com as geleiras de Vatnajökull ao fundo.

Foto Contracapa: Delegação do Serviço Geológico do Brasil entre os demais participantes da excursão, incluindo geocientistas da UFRGS, UFMG, UFRRJ, ANM e profissionais liberais. Local: região de Landmannalaugar.

SUMÁRIO

I - INTRODUÇÃO	3
II - OBJETIVOS DA VIAGEM	5
III – INFORMAÇÕES GERAIS E CONTEXTO GEOLÓGICO- GEOTECTÔNICO DA ISLÂNDIA	6
IV - ATIVIDADES REALIZADAS	13
IV.1 – Geoparque Reykjanés – Reykjanes Volcanic Belt (26 de agosto/2025)	16
IV.2 – Reykjanes Volcanic Belt (27 de agosto/2025)	27
IV.3 – West Volcanic Belt (28 de agosto/2025)	30
IV.4 – Terras altas de Landmannalaugar (29 de agosto/2025)	35
IV.5 – Geoparque Katla (30 de agosto/2025)	41
IV.6 – Vatnajökull National Park e Fjordes do Leste (31 de agosto/2025)	48
IV.7 – Fjörds do Leste (01 de setembro/2025)	53
IV.8 – Do Vulcanismo Miocênico à Zona Vulcânica Norte (02 de setembro/2025)	58
IV.9 – Zona Vulcânica Norte e Sistema Vulcânico Krafla (03 de setembro/2025)	64
V - RISCOS GEOLÓGICOS OBSERVADOS NA ISLÂNDIA.....	68
VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	72
VII – AGRADECIMENTOS	74
VIII - REFERÊNCIAS.....	75
ANEXOS	76

I - INTRODUÇÃO

No período de 02 a 06 de junho de 2025, em Foz do Iguaçu-PR, foi realizado o GeoMine 2025, promovido pela Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Paraná. Este evento congregou quatro encontros técnico-científicos simultâneos, de caráter regional (XIII Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia), nacional (IX Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados, II Workshop de Estocagem de CO₂) e internacional (I Conferência de Geologia e Mineração do Mercosul). A programação foi ampla e diversificada, incluindo sessões técnicas, conferências, workshops, painéis temáticos, minicursos e excursões técnicas.

A **Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia – Trip Ártica II** é parte da programação do IX Simpósio de Vulcanismo e Ambientes Associados, e foi realizada de 25 de agosto a 06 de setembro de 2025, período em que as condições meteorológicas no país tornam-se mais favoráveis à execução de trabalhos de campo.

O roteiro da excursão contemplou áreas de grande relevância geológica, com visitas a sítios e/ou afloramentos-chave para entendimento de processos e produtos vulcânicos, do contexto geotectônico em ambiente de expansão oceânica, da geomorfologia e dinâmica glacial, assim como para o estudo da geoconservação e avaliação de riscos geológicos inerentes ao ambiente vulcânico ativo.

Este **Relatório de Viagem ao Exterior** contempla as atividades desenvolvidas pela equipe do Serviço Geológico do Brasil na viagem à Islândia, composta pelos seguintes pesquisadores, vinculados a diferentes setores da empresa:

Diretoria de Geologia e Recursos Minerais (DGM)

- Lúcia Travassos da Rosa-Costa – Assessoria da Diretoria
- Carolina Reis – Divisão de Bacias Sedimentares
- Michel Marques Godoy – Divisão de Rochas e Minerais Industriais
- Roberta Galba Brasilino – Gerência de Geologia e Recursos Minerais de Recife

Diretoria de Infraestrutura Geocientífica (DIG)

- Andrea Sander – Departamento de Relações Institucionais e Divulgação
- Patrícia Düringer Jacques - Departamento de Relações Institucionais e Divulgação
- Cristiane Silva de Sousa – Gerência de Infraestrutura Geocientífica de Belém

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial (DHT)

- Maria Emília Radomski Brenny – Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial de São Paulo

Para os pesquisadores do Serviço Geológico do Brasil, a participação representou uma oportunidade ímpar de aquisição de novos conhecimentos e de aprimoramento técnico, com aplicação direta em diversas áreas de atuação da empresa, a exemplo do mapeamento geológico, dos estudos da geodiversidade, da avaliação de riscos geológicos, do patrimônio geológico, e das iniciativas de popularização e divulgação geocientífica.

Além da equipe do SGB, também participaram da excursão geocientistas da Agência Nacional de Mineração (ANM), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), bem como profissionais liberais. Essa diversidade favoreceu a troca de experiências, o enriquecimento e amplificação das discussões técnicas e a identificação de oportunidades para futuras parcerias.

A autorização para afastamento do país, no período de 22 de agosto a 08 de novembro de 2025, foi concedida pela Diretoria-Executiva do Serviço Geológico do Brasil, registrada no processo SEI nº 48098.000588/2025-52 (ANEXOS 1 a 3), na modalidade “*com ônus limitado*” do instrumento normativo AAS 04.01-01/Instrução de Viagem ao Exterior.

II - OBJETIVOS DA VIAGEM

A finalidade da viagem da equipe do Serviço Geológico do Brasil foi participar da **Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia**, tendo como objetivos técnicos específicos:

- Analisar o contexto tectônico da Islândia, situada em zona de expansão de placas litosféricas oceânicas que compõem a Cordilheira Meso-Atlântica;
- Reconhecer, descrever e interpretar rochas, litofácies e estruturas vulcânicas, visando a caracterização de processos e tipos de vulcanismo, em especial o vulcanismo basáltico fissural;
- Exercitar habilidades de mapeamento geológico em áreas vulcânicas recentes e didáticas, de forma a obter subsídios técnicos para aplicar no mapeamento de terrenos vulcânicos antigos de interesse do Serviço Geológico do Brasil, a exemplo da Ilha de Fernando de Noronha, do Grupo Serra Geral (Bacia do Paraná), e do vulcanismo Uatumã (Cráton Amazônico);
- Observar dinâmica de interação entre atividade vulcânica, gelo e água;
- Discutir os impactos sociais e ambientais do vulcanismo, bem como estratégias de mitigação de riscos geológicos;
- Conhecer processo de captação de energia geotérmica como fonte para geração de energia elétrica;
- Visitar planta de captura e estocagem de CO₂ (*Carbon Capture and Storage - CCS*) e de remineralização de minerais carbonosos, como alternativa de mitigação de impactos climáticos decorrentes da atividade industrial;
- Conhecer iniciativas geoconservação, promoção e divulgação geocientífica, por meio de visitas a geoparques, geossítios e museus temáticos.

III – INFORMAÇÕES GERAIS E CONTEXTO GEOLÓGICO-GEOTECTÔNICO DA ISLÂNDIA

A Islândia é um país insular localizado no Atlântico Norte, ao sul do Círculo Polar Ártico, entre os paralelos 63° 23'N e 66° 30'N. Embora o país seja composto por inúmeras ilhas, a ilha principal cobre 98,8% de sua área total, e representa a segunda maior ilha da Europa e a 18ª maior do mundo. O clima da Islândia pode ser descrito como subpolar oceânico e subártico, com o primeiro predominando nas áreas costeiras do sul, enquanto o segundo é comum nas terras altas, com temperaturas atingindo a média de -10°C no norte, no inverno, e entre 10 e 13°C nas regiões do sul, no verão (<https://www.worldatlas.com/>).

A população do país é de cerca de 400 mil pessoas, com densidade demográfica geral de 3,5 pessoas por km², uma das menores do mundo. A capital Reykjavik e arredores constituem a maior área urbana do país, com densidade populacional média de 450 por km² (<https://worldpopulationreview.com/>).

A Islândia é uma economia de mercado mista altamente desenvolvida, com taxa de crescimento acelerada. Em 2011, o PIB era de US\$ 12 bilhões, e em 2025 já atinge US\$ 35 bilhões, com PIB per capita de US\$ 81.000, e liderando o Índice de Desenvolvimento Humano (<https://en.wikipedia.org/>).

É uma república democrática parlamentarista, em que o Presidente é o Chefe de Estado, e o Primeiro-Ministro atua como Chefe de Governo, em um sistema multipartidário. Atualmente, o Estado é representado pela Presidente Halla Tómasdóttir, e Kristrún Frostadóttir é a Chefe de Governo, e o país também tem mulheres à frente de cinco dos seus dez ministérios, entre os quais, Relações Exteriores, Assuntos Sociais e Habitação, Saúde e Justiça (<https://www.government.is/>).

O contexto geológico da Islândia é único no planeta, em que a Dorsal Meso-Atlântica aflora acima do nível do mar, expondo um limite divergente entre placas tectônicas, no caso, as placas litosféricas Norte Americana e Euroasiática, onde há expansão contínua do fundo oceânico, em uma taxa média em torno de 2 cm/ano, a depender do local. Zonas transformantes ativas que seccionam a Dorsal Meso-Atlântica são responsáveis pela individualização das microplacas de Hreppar e Grímsey-Tjörnes-Dalvik, tornando a configuração tectônica mais complexa (Khodaya et al, 2020) (Figura 1).



Figura 1 – Configuração das placas tectônicas Euroasiática e Norte Americana, e das microplacas de Hreppar e Grímsey-Tjörnes-Dalvík. Fonte: <https://www.carsiceland.com/blog/iceland-tectonic-plates>.

A Islândia é também parte de um platô basáltico formado por intensa atividade magmática, resultante da ação simultânea do mecanismo de expansão do fundo oceânico e de uma anomalia térmica do manto (pluma mantélica, hot spot), que opera desde o início do Terciário, sendo responsável pela formação da North Atlantic Igneous Province (Figura 2), uma vasta área vulcânica que inclui, além da Islândia, a Groelândia e as Ilhas Faroé. Sua construção ao longo do tempo iniciou há cerca de 24 Ma, embora as rochas mais antigas expostas na Islândia tenham se formado em torno de 14 -16 Ma (Thordarson & Larsen, 2007; Thordarson & Hoskuldsson, 2008).

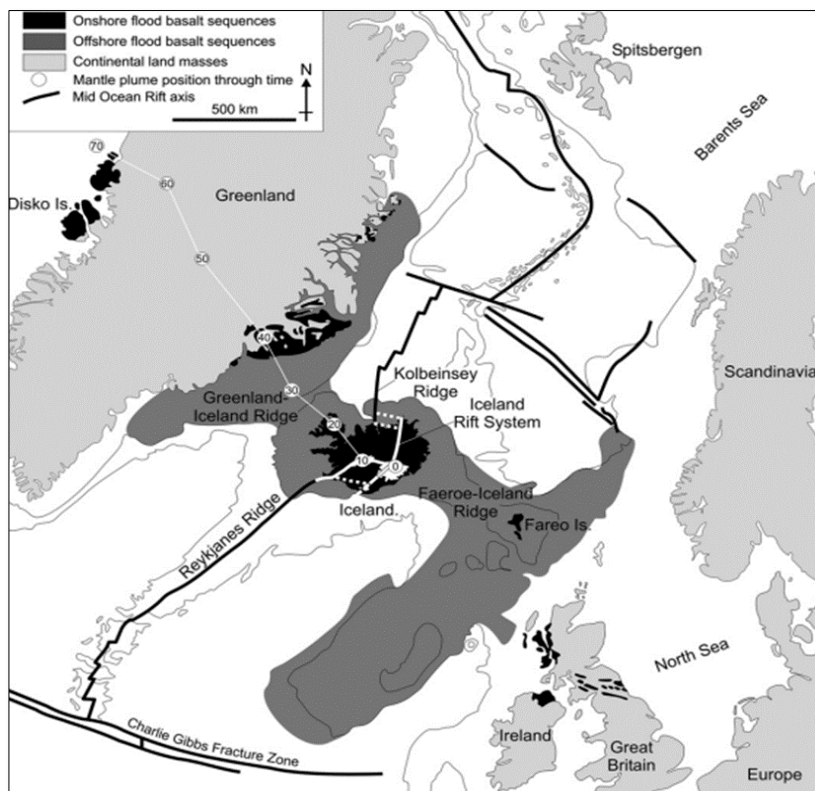


Figura 2 – Eixo Cordilheira Meso-Atlântica (linha sólida preta), com a distribuição do Platô Basáltico do Atlântico Norte (preto) e seus equivalentes submarinos (cinza escuro). A linha branca pontilhada mostra a posição da pluma do manto da Islândia, de 65 Ma até os dias atuais (Thordarson & Larsen, 2007).

O país possui uma área de 103.000 km², que representa a parte emersa do Platô Basáltico da Islândia, que ocupa 350.000 km² (Figura 3), elevando-se desde 3.000 m acima do assoalho oceânico circundante, até 2.109 m no pico mais alto, em Hvannadalshnúkur, localizado na porção sul do país (Thordarson & Larsen, 2007).

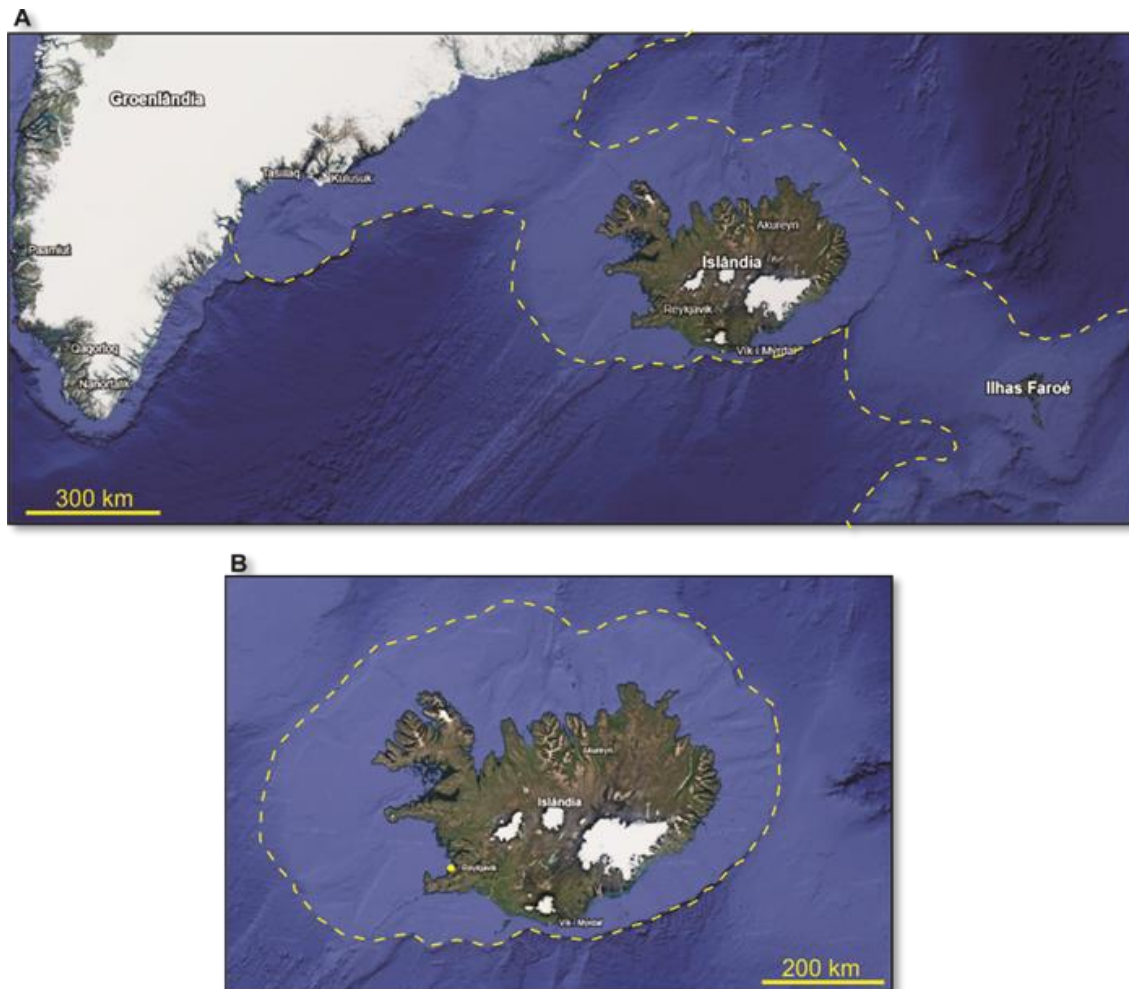


Figura 3 – A) Limite aproximado da *North Atlantic Igneous Province* (linha amarela tracejada), que conecta a Groelândia, Islândia e Ilhas Faroé; B) Destaque ao Platô Basáltico da Islândia, em que a linha tracejada marca seu limite externo emerso. Fonte: Thordarson & Hoskuldsson (2008). Imagens do Google Earth (<https://earth.google.com/web/>), obtidas em setembro de 2025.

A Figura 4 exibe o mapa da Islândia, em que a geologia do país pode ser descrita, em linhas gerais, da seguinte forma: 1) rochas vulcânicas dominam amplamente sobre as plutônicas; 2) rochas vulcânicas básicas dominam amplamente sobre as vulcânicas intermediárias e ácidas; 3) há um padrão geral de distribuição das rochas por idade, sendo as mais antigas representadas por faixas vulcânicas posicionadas a leste e oeste, tornando-se mais jovens em direção à porção mais central do país; 4) as rochas mais jovens estão posicionadas ao longo de zonas vulcânicas ativas, e representam sobretudo derrames basálticos formados desde a última Idade do Gelo até os atuais

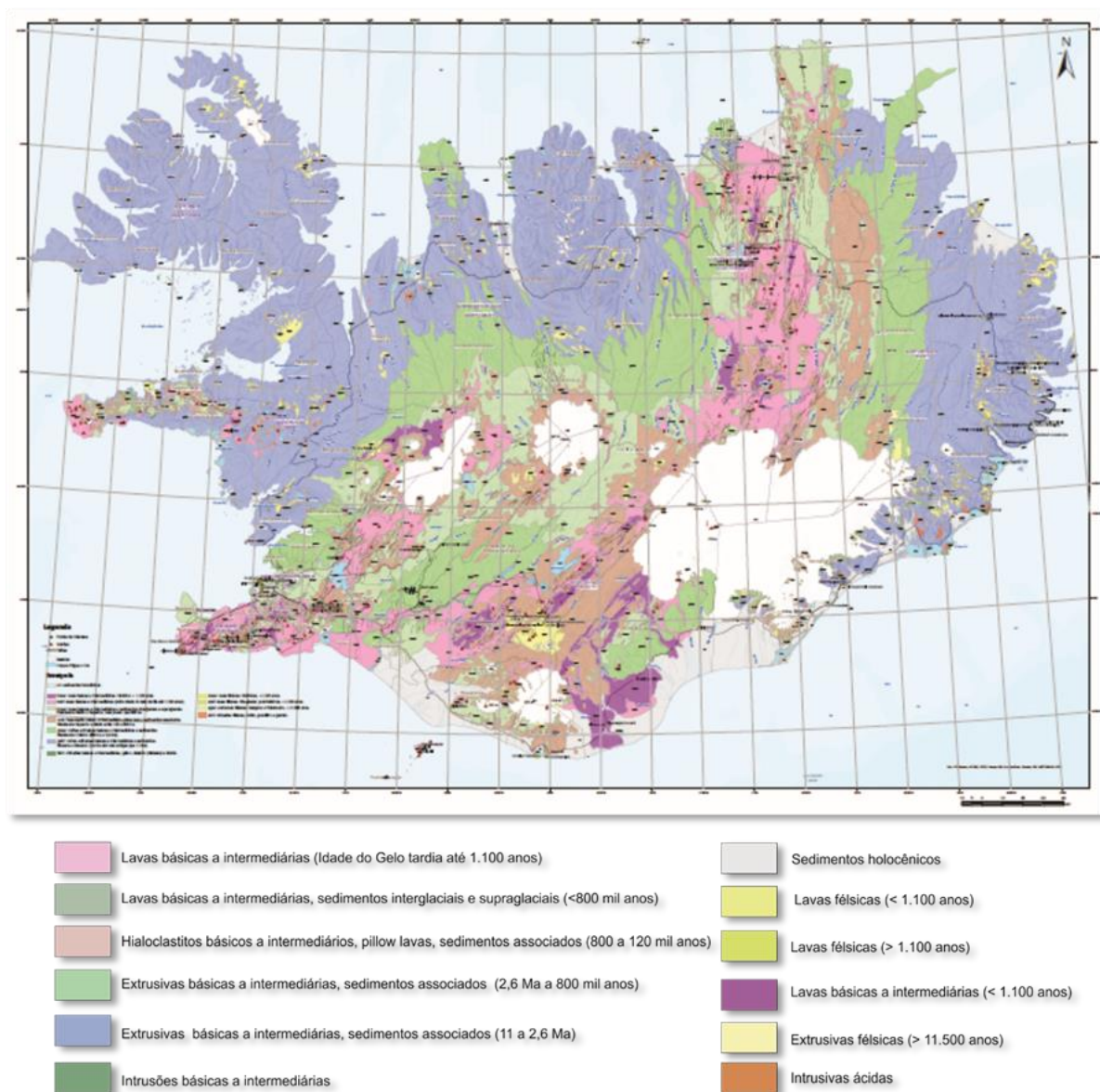


Figura 4 – Mapa geológico da Islândia. Fonte: Jóhannesson (2014).

As áreas vulcânicas ativas da Islândia estão relacionadas principalmente às zonas limítrofes das placas tectônicas, como os riftes centrais na Dorsal Meso-Atlântica (ex. Reykjanes Volcanic Belt e North Volcanic Zone), com atividade menos efetiva nas zonas transformantes (ex. Mid-Iceland Belt) e intraplaca (ex. Snaefellsnes Volcanic Belt) (Figura 5).

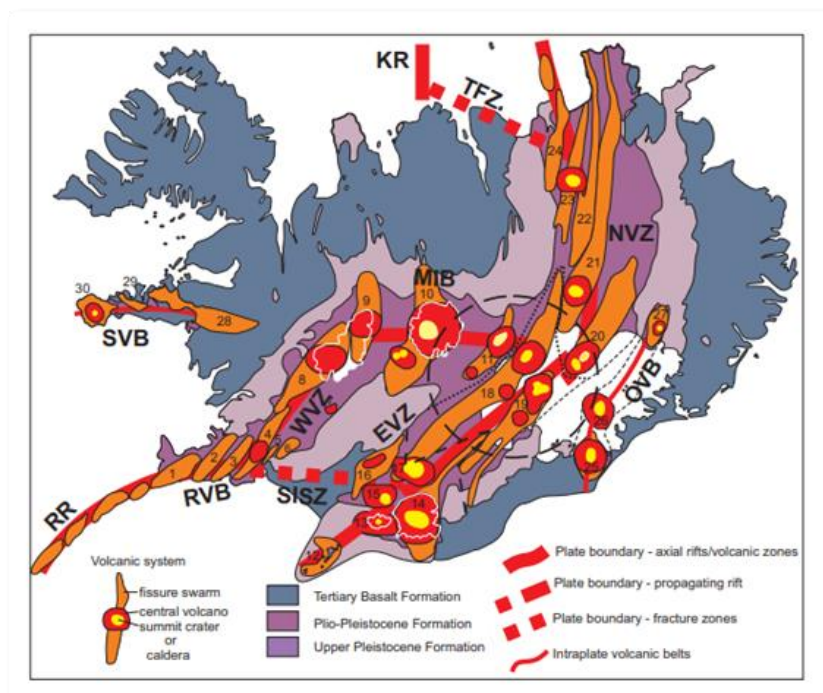


Figura 5 – Distribuição das zonas e sistemas vulcânicos ativos na Islândia. O círculo pontilhado representa aproximadamente a projeção da porção central da pluma mantélica. Abreviações: RVB - Reykjanes Volcanic Belt; RR - Reykjanes Ridge; SISZ - South Iceland Seismic Zone; WVZ - West Volcanic Zone; MIB - Mid-Iceland Belt; EVZ - East Volcanic Zone; NVZ - North Volcanic Zone; TFZ - Tjörnes Fracture Zone; KR - Kolbeinsey Ridge; ÖVB - Öraefi Volcanic Belt; SVB - Snæfellsnes Volcanic Belt. Fonte: Thordarson & Höskuldsson (2008).

Segundo Thordarson & Höskuldsson (2008), existem cerca de 30 sistemas vulcânicos ativos responsáveis pela atividade holocênica, também chamada de “vulcanismo pós-glacial”, que já produziu cerca de 2.400 erupções, com aproximadamente 566.100 km³ de magma nos últimos 11 mil anos, em que dominam erupções máficas efusivas, embora erupções mistas (tephra + lava) e explosivas também sejam comuns. A East Volcanic Zone, onde posiciona-se ainda a pluma mantélica, é a área de maior produção entre as zonas neovulcânicas, responsável por mais de 80% das erupções e 60% do volume de magma extravasado.

Estas zonas neovulcânicas se estendem coletivamente por cerca de 30.000 km³, delineiam cinturões de 15 a 50 km de largura, onde os sistemas vulcânicos caracterizam-se por um conjunto de fraturas e falhas (diques) alinhadas sub-paralelamente aos eixos da zona vulcânica hospedeira, que podem estar associadas a um vulcão central, que é o ponto focal da atividade eruptiva e normalmente o maior edifício vulcânico dentro de cada sistema, ao qual campos geotérmicos de alta temperatura ocorrem frequentemente associados (Figura 5).

Dominam amplamente basaltos toleíticos nas zonas neovulcânicas, com ocorrência menor de basaltos alcalinos transicionais e álcali-basaltos, cuja origem pode refletir diferentes condições de fusão no manto superior, a temperaturas que variam de 700 a 1300 °C, envolvendo os seguintes componentes mantélicos: 1) o manto superior empobrecido, semelhante ao basalto da dorsal meso-oceânica (MORB); 2) material da pluma mantélica ascendente; e 3) crosta oceânica reciclada no manto (Jóhannesson & Sæmundsso, 1998) (Figura 6).

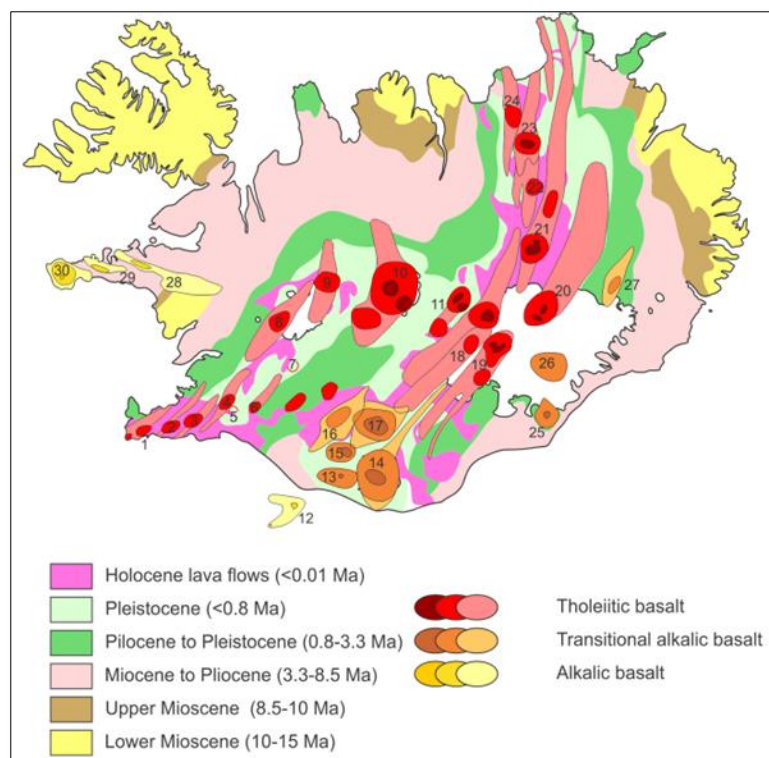


Figura 6 – Distribuição composicional dos magmas basálticos nos sistemas vulcânicos ativos na Islândia. Fonte: Jóhannesson & Sæmundsso (1998).

Devido à sua condição geológica peculiar, a Islândia é considerada laboratório natural para pesquisas vulcânicas, em que é possível estudar modelos eruptivos, processos vulcânicos e seus produtos.

IV - ATIVIDADES REALIZADAS

A programação da Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia foi bastante robusta, e desenvolveu-se entre os dias 25 de agosto a 04 de setembro, com 11 dias efetivos de trabalhos de campo e/ou visitas técnicas, conforme sintetizado na Tabela 1, extraída do Guia de Campo da Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia (Martins et al., 2025).

A programação técnica e organização logística da excursão ficou a cargo dos geólogos Mariane Dornas Martins (SGB-CPRM, cedida para ANM), Macell Leonard Besser (SGB-CPRM), com apoio de Magnus Brekkan. No período de 30 de agosto a 2 de setembro, a convite dos organizadores, houve participação do geólogo Birgir Vilhelm Óskarson, vinculado ao Natural Science Institute of Iceland, um dos executores do Mapa Geológico da Islândia Oriental (escala 1:100.000).

Tabela 1 - Cronograma e roteiro da Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia

Dia	Atividade
25/08/2025	Encontro do grupo em Reykjavik
26/08/2025	Geoparque Reykjanés – Reykjanes Volcanic Belt Dorsal meso-oceânica/ponte entre os continentes Stampar/alinhamento de crateras e campos de lavas Valahnúkur/pillow lavas Gunnahver/área geotermal Grindavík/derrames basálticos, áreas de risco geológico
27/08/2025	Reykjanes Volcanic Belt, Museu Perlan Arnarker/tubo de lava Sveitarfélagið Ölfus/campo de lavas Stóra-Skógfell e Litla-Skógfell/derrame de julho 2025 Museu Pórlan

28/08/2025	West Volcanic Belt Usina de Hellisheið Hveradalir/área geotermal Þingvellir National Park/dorsal meso-oceânica Geysir/área geotermal Cachoeira Gulfoss
29/08/2025	Terras Altas de Landmannalaugar Lago Frostastaðavatn Reserva Natural de Fjallabak Laugahraun/campo de lavas de obsidianas
30/08/2025	Geoparque Katla Dyrhólaey viewpoint /hialoclastitos e basaltos Parque Nacional de Vatnajökull/Campo de lava de Eldhraun/ erupção do Laki 1783-1784 Planície glacial de Skeiðarársandur, Skeiðará Bridge
31/08/2025	Vatnajökull National Park Fjallsarlon, Fjallsjökull, Diamond Beach/lago proglacial Austurhorn Intrusive Complex /magma mingling Fjordes do Leste Escarpas basálticas de Berufjödur Blábjörg/depósitos ignimbríticos Streitishvarf/dique composto
01/09/2025	Fjordes do Leste Breiðdalsvík /Walker Museum, Litoteca de Borkjarnasafn Mina de Helgustaðanáma Sandfell/lacólito ácido Petra's Stone Collection
02/09/2025	Do Vulcanismo Miocênico à Zona Vulcânica Norte Vulcão central Þingmúli Egilsstaðir/ lava ultrafírica e redbed Cânion Stuðlagil
03/09/2025	Zona Vulcânica Norte e Sistema Vulcânico Krafla Skútustaðagígur/cones sem raiz Hverfjall/anel de tufos
04/09/2025	Retorno à capital Reykjavík

Figura 7 mostra a distribuição dos pontos de interesse visitados a cada dia da excursão, os quais serão descritos no item subsequente

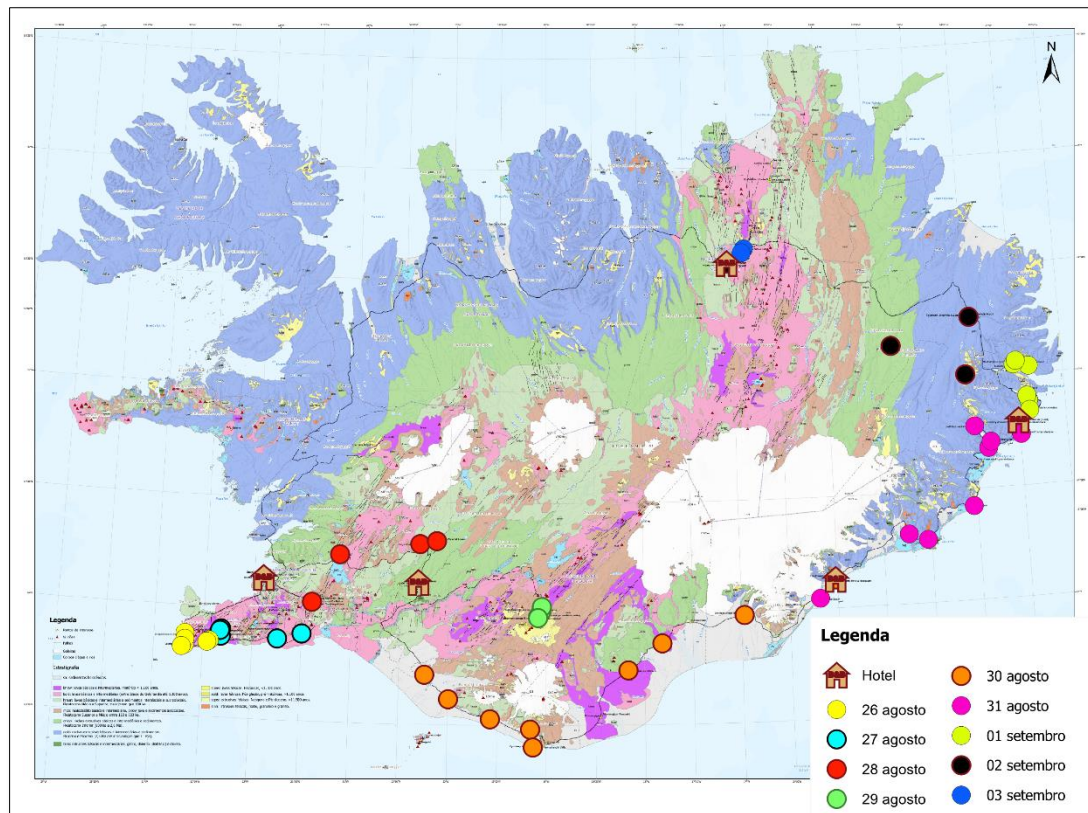


Figura 7 – Mapa geológico com localização dos pontos visitados a cada dia da Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia, e dos hotéis de pernoite.

IV.1 – Geoparque Reykjanés – Reykjanes Volcanic Belt (26 de agosto/2025)

No dia 26 de agosto, o grupo deixou o Downtown Apart, em Reykjavík, rumo ao **Geoparque Reykjanés**, que foi formalmente reconhecido como um Geoparque Mundial da UNESCO em 2015. Este geoparque abrange toda a Península de Reykjanes, uma região de aproximadamente 830 km², que inclui os municípios Reykjanesbær, Grindavík, Vogar e Sveitarfélagið Garður, com 55 geossítios oficialmente cadastrados. O geoparque abriga uma extensa variedade de feições geológicas, como fissuras, campos de lava recentes, fontes termais e depósitos hidrotermais, representando de maneira única a paisagem vulcânica e geotérmica da Islândia. Além de promover pesquisa científica e educação ambiental, o Geoparque Reykjanes atua na conservação de geossítios, fundamentais para a compreensão de processos geodinâmicos, vulcanológicos e tectônicos, sendo referência mundial em geopatrimônio e comunicação de ciência da Terra (<https://www.unesco.org/en/igpp/reykjanes-unesco-global-geopark>).

Entre seus inúmeros geossítios, chama atenção o geossítio “**A ponte entre dois continentes**” (<https://www.visitreykjanes.is/en/place/bridge-between-continents>), ou Brú milli heimsálfa, a oeste da cidade de Grindavík, na fenda chamada Sandvík, sendo este o primeiro ponto visitado no dia 26 de agosto.

“A ponte entre dois continentes” é a expressão subaérea do rifte associado ao segmento Reykjanes da Dorsal Mesoatlântica. A ponte atravessa uma fissura extensional que delimita a zona de expansão das placas Norte Americana e Eurasiática (Figura 8A, B). A taxa média de abertura é de aproximadamente 2,0 a 2,5 cm por ano, liberada de forma episódica por intrusões de diques e eventos sísmicos. As lavas basálticas holocênicas, dos tipos pāhoehoe e 'a'ā, exibem crostas infladas (Figura 8C), cordões e campos de *spatter* (respingos). É possível observar a natureza vesicular dos basaltos, que evidencia o caráter subaéreo do vulcanismo (Figura 8D).

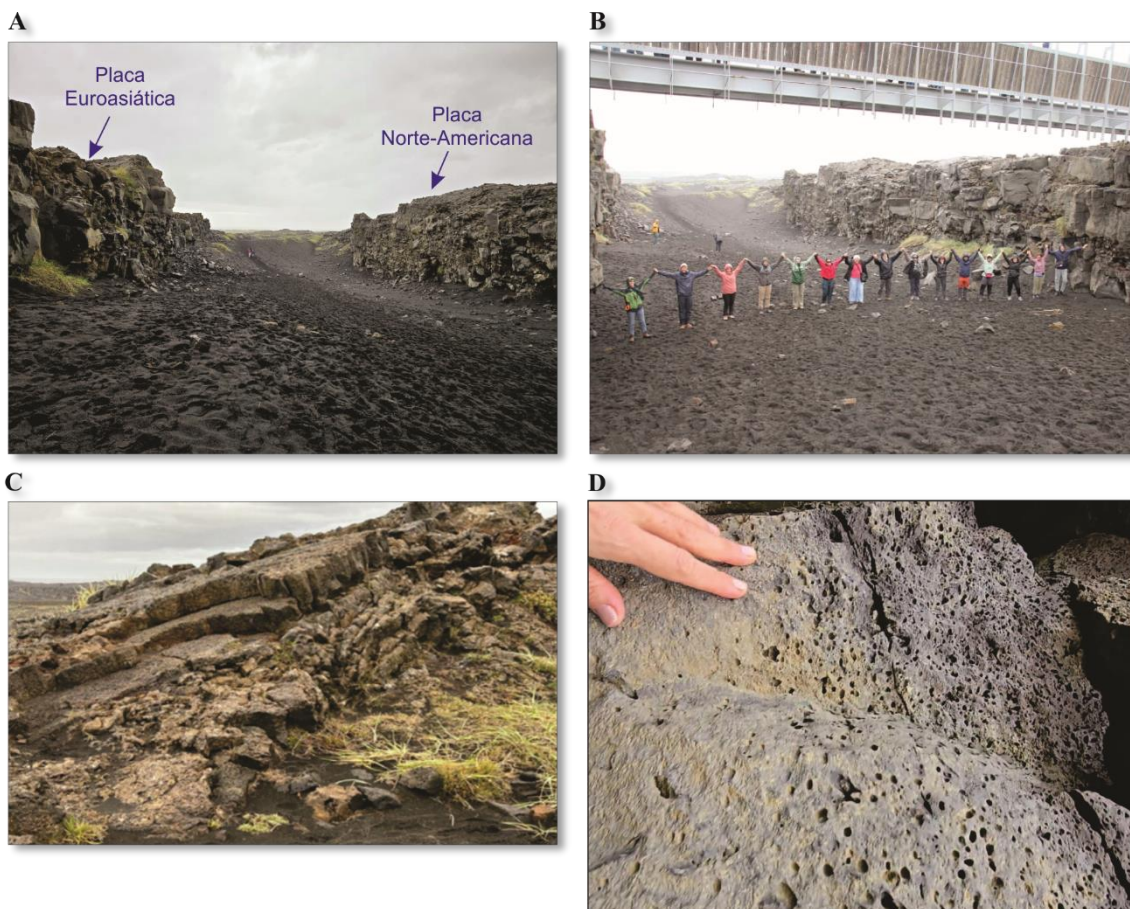


Figura 8 – A) Base do rifte da Dorsal Meso-Atlântica, na área de expansão entre as placas tectônicas Norte Americana e Euroasiática; B) Integrantes da Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia sob a ponte entre dois continentes (Foto: Paulo Chlad); C) Aspecto da crosta inflada no derrame basáltico; D) Detalhe do basalto vesicular observado nas paredes do rifte.

Durante o trajeto em direção à área de observação do **campo de lavas de Stampar**, marcado pelo alinhamento de crateras e pelo contexto eruptivo dos “Reykjanes Fires”, foi possível visitar a instalação didática “Os Planetas em Reykjanes” (Figura 9), que integra o Projeto Terra 2008, e mostra a representação dos planetas do Sistema Solar distribuídos ao longo da estrada Nesvegur. As simulações dos planetas foram instaladas em distâncias relativamente proporcionais às distâncias reais em relação ao Sol. O ponto inicial da sequência, representando o Sol, encontra-se dentro da área restrita da usina de energia de Reykjanes e, portanto, não é acessível ao público. Os demais planetas, entretanto, podem ser observados ao longo da via que liga a usina à localidade de Hafnir.



Figura 9 - Representação do Planeta Júpiter, da exposição “Os Planetas em Reykjánes”.

Na porção oeste de Reykjánes Volcanic Belt, duas fissuras vulcânicas principais, de direção NE-SW, estendem-se do assoalho oceânico em direção ao sudoeste da Islândia, onde se observa uma sequência de crateras vulcânicas alinhadas, no campo de lava de Stampar. Dois episódios eruptivos são registrados, o mais antigo ocorrido há cerca de 1.800 a 2.000 anos, e o mais recente entre 1.210 e 1.240 anos, associado ao evento vulcânico medieval denominado “Reykjánes Fires”.

Neste local é observada uma feição do tipo *crater row*, composta por cones de escória alinhados, típicos de erupções fissurais basálticas (Figura 10 A, B). Entre as feições observadas destacam-se rampas de *spatter* e material aglutinado nas zonas proximais, escórias vesiculares, extensos derrames de lava do tipo *pāhoehoe*, lóbulos de *'a'ā*, além de tubos de lava incipientes nas porções mais distais (Figura 10 C a E). O conjunto de crateras se estende por aproximadamente 4 km, e o campo de lava associado abrange cerca de 4,6 km². A maioria dos cones apresenta baixa elevação topográfica, com destaque para as crateras de Midahóll e Eldborg, situadas mais ao sul.

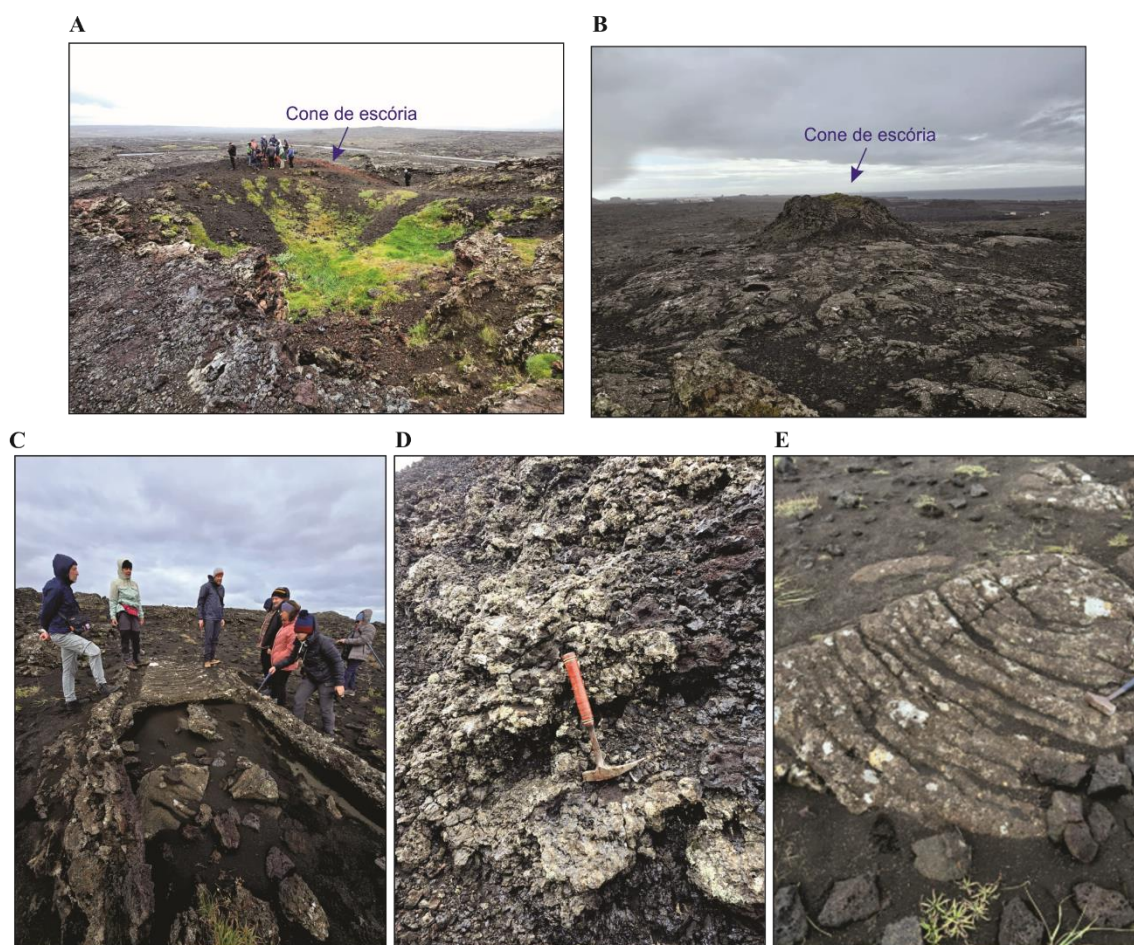


Figura 10 – A) Grupo posicionado no topo de cratera, alinhada à cratera observada na foto (B), as quais representam cones de escória; C) Tubo de lava observado em campo de lava na base de cratera; C) Detalhe da rampa de *spatter*, observada na encosta da cratera; E) Aspecto da lava em *pāhoehoe*.

Durante o episódio dos Reykjanes Fires, além das erupções em Stampar, são registrados quatro fluxos de lava associados aos sistemas Reykjanes Volcanic Belt e Svartsengi, além de atividade submarina nas imediações costeiras. Parte desse contexto pode ser explorada pela “Trilha das Cem Crateras”, percurso de aproximadamente 13 km que cruza o campo de lava de Stampar (Figura 11).

O percurso inicia-se em **Valahnúkur**, atravessa a zona geotérmica de Reykjanes e segue por cones de escória, depósitos de escórias soldadas e tufos do monte Syrfell, até alcançar o campo de lavas e as crateras de Stampar. A trilha avança sobre lavas *pāhoehoe* irregulares e dunas arenosas, estendendo-se desde o lado oeste da cratera próximo à estrada até o mar, nas proximidades da Usina Geotérmica de Reykjanes.

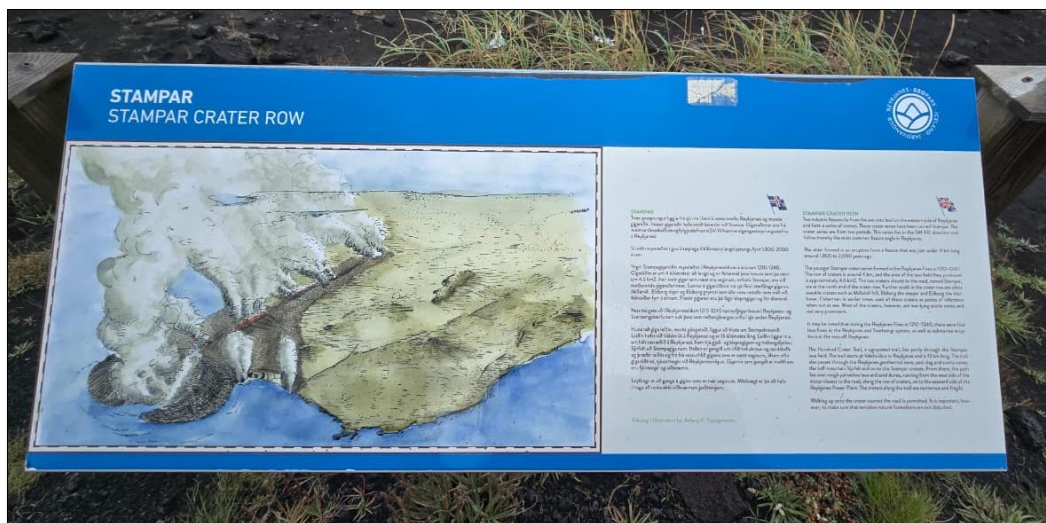


Figura 11 - Painel explicativo ilustrando o grupo de crateras alinhadas em fissura SW-NE.

Valahnúkur (*hnúkur* = pico, cume, penhasco; *vala* = seixo ou cascalho – “Pico do Cascalho”) localiza-se na extremidade sudoeste da Península de Reykjánes, formado há cerca de 10 mil anos, durante evento de vulcanismo fissural submarino. Processos costeiros modelaram falésias em Valahnúkamöl, com uma crista com cerca de 420 m de comprimento por 80 m de largura (Figura 12 A, B).

Neste local, foi visitado afloramento que exhibe camadas de tufos, hialoclastitos, brechas e lavas basálticas em almofada (*pillow lavas*), registrando uma transição entre fases piroclásticas e efusivas subaquosas (Figura 12 C, D). As evidências indicam um único episódio eruptivo, com mudança de regime explosivo para efusivo à medida que ocorre a interação entre água e lava.

Os tufos são formados por fragmentos vítreos, produzidos pelo rápido resfriamento da lava, além de cinzas vulcânicas. Essa mistura de cinzas e vidros vulcânicos consolidados conferem resistência ao afloramento. Nas porções inferiores do pacote, observa-se uma camada de brechas, formada pelo acúmulo de fragmentos de escória ou cinzas em encostas inclinadas, posteriormente soterradas por novos depósitos piroclásticos. A presença de lavas em almofada reflete a fase final do vulcanismo subaquático. Estas lavas provavelmente se formaram em ambiente subglacial, no contexto glaciomarinho do final do Pleistoceno. O evento eruptivo ocorreu quando o nível relativo do mar estava a vários metros acima do atual, resultado da combinação de transgressão

pós-glacial e subsidência isostática. Guias geológicos locais indicam valores aproximados de +70 m, datados entre 10 e 8 mil anos atrás (Martins et al., 2025).

Os depósitos superficiais e solos nos flancos de Valahnúkur incluem tefras correlacionadas ao episódio dos Reykjanes Fires (1.210–1.240 anos), importantes como marcadores estratigráficos tardios.



Figura 12 – A) e B) Falésia de Valahnúkur, com exposição dos depósitos vulcânicos. Notar em “B” as linhas pontilhadas demarcando o contato entre camadas de tufos e brechas vulcânicas; C) e D) Basaltos com estrutura em almofada (*pillow lavas*).

Na base do penhasco, junto à ponta da península de Reykjanes, encontra-se a escultura Geirfuglinn ou “O Grande Arau”, obra do artista norte-americano Todd McGrain (<https://www.visitreykjanes.is/en/place/the-great-auk>). A peça, fundida em bronze e voltada para o mar na direção da ilha de Eldey — onde o último casal de araugigantes foi morto no século XVIII — integra o Lost Bird Project, que homenageia espécies extintas e chama atenção para questões ambientais. O *Pinguinus impennis*, ou arau-gigante, era uma ave não voadora do Atlântico Norte, excelente nadadora, extinta pela caça excessiva em meados do século XVIII (Figura 13 A).

O local também conta com um painel sinalizando que ali foram gravadas cenas do trecho conhecido como The Home of Volcano Man, referência à canção fictícia Volcano Man, do filme Eurovision Song Contest: The Story of Fire Saga, estrelado por Will Ferrell e Rachel McAdams (<https://www.visitreykjanes.is/en/blogg/will-ferrells-volcano-man-starring-reykjanes>) (Figura 13 B, C). A música, interpretada vocalmente por Ferrell e pela cantora sueca Molly Sandén (que dublou os vocais de McAdams), integra a comédia musical produzida pela Netflix. O filme retrata a história de Lars Ericksson (Ferrell) e Sigrit Ericksdóttir (McAdams), uma dupla de músicos insulares que sonha em representar a Islândia no Festival Eurovisão da Canção.

A paisagem de Valahnúkur, ao combinar registros geológicos de transição entre regimes eruptivos subaquosos e marcas de modelagem costeira, sintetiza a história eruptiva e pós-glacial da Península de Reykjanes, com valor científico, educativo e simbólico, o que faz desse local um Geossítio Mundial da UNESCO.



Figura 13 - A) Escultura do *Pinguinus impennis*; B, C) Instrumentos e painel sinalizando o local da gravação de cenas do filme *The Home of Volcano Man*.

Partindo de Valahnúkur, o grupo se dirigiu à área da cidade de Grindavík, onde está localizado o **campo geotérmico de Gunnhver**, um dos mais ativos da Islândia, abrigando o maior lago de lama do país, e inúmeros pontos de escape de vapor e fontes termais, resultando em marcante presença de enxofre no ar (Figura 14 A a C). Neste local, os basaltos estão fortemente afetados pela ação da atividade geotermal, onde adquirem uma superfície argilosa, com tonalidades avermelhadas e alaranjadas.

O nome Gunnuhver homenageia Gunna, uma figura feminina proveniente do folclore inglês (<https://www.visitreykjan.es/en/place/gunnuhver>). De acordo com a lenda, o fantasma de Guðrún Önundardóttir foi aprisionada nas nascentes há cerca de 400 anos, após perturbar a população local até que um sacerdote liberou seu espírito no poço de lama (Figura 14 D).

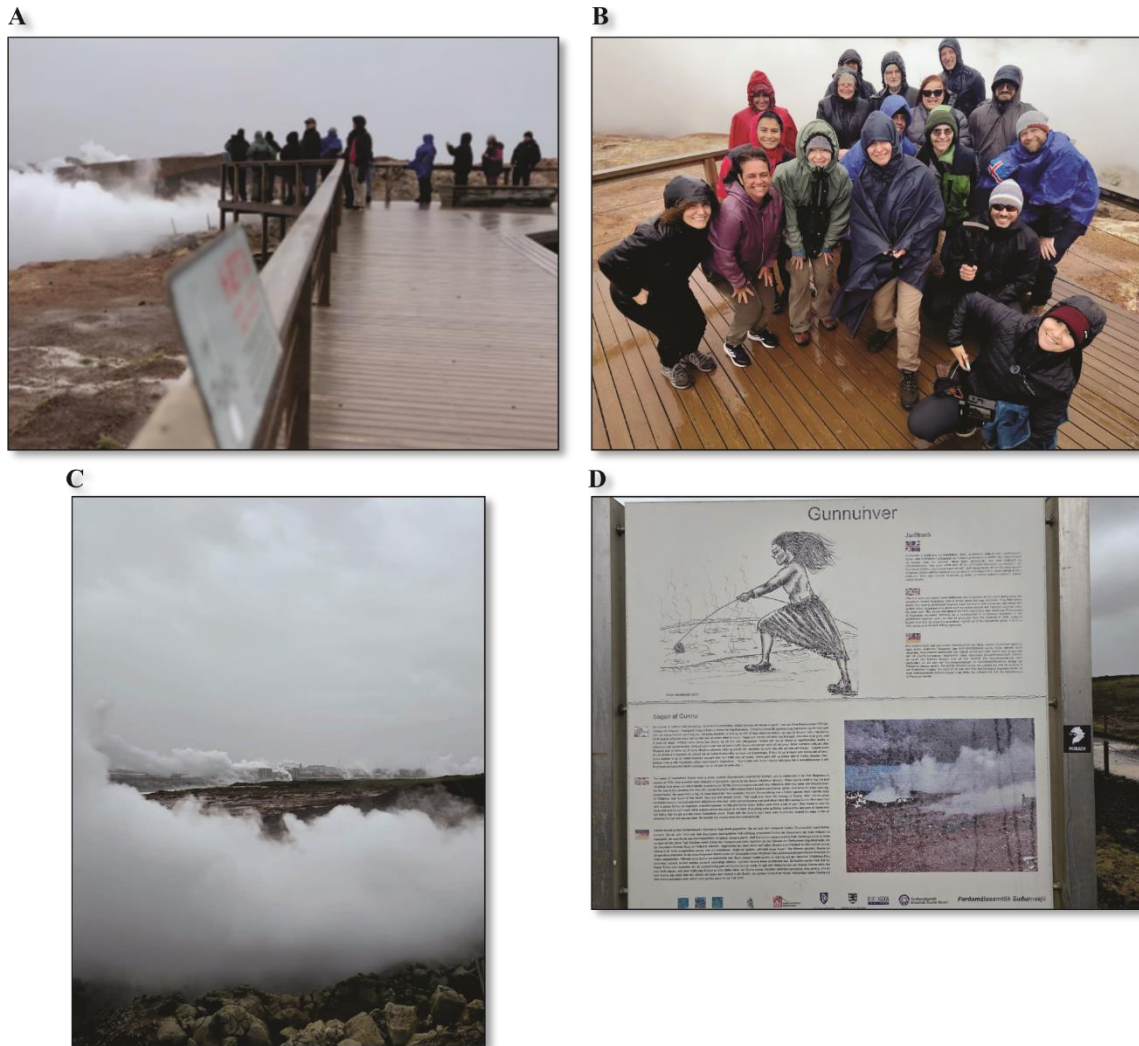


Figura 14 - A) e B) Grupo da excursão na passarela de observação do campo de Gunnuhver; C) Pontos de escape de gases, com a cidade de Grindavík ao fundo; D) Pannel que conta a lenda de Gunna.

Ainda na região de Grindavík, foram visitados os arredores do **Stóra-Skógfell** e **Litla-Skógfell**, respectivamente, o "Grande Skógfell" e o "Pequeno Skógfell", que são cumes rochosos, localizados ao norte da cidade, na península de Reykjanes, que estão diretamente associados às recentes erupções fissurais do sistema Sundhnúkur.

Os eventos de 2021 a 2025 ao longo de Sundhnúkur ilustram de forma didática a dinâmica de um *rifte* ativo, com migração de focos eruptivos ao longo do mesmo *trend* da fissura, consolidando a região dos Skógfell como testemunho da dinâmica vulcânica de Reykjanes em tempos recentes.

Podem ser observados os *ramparts* de *spatter* alinhados paralelamente às fissuras, onde ocorrem canais e níveis de lava, estruturas de crosta tensionada (infladas), além de pequenas cavidades de desgasagem. Destacam-se as superfícies de *'a'ā* onduladas, zonas de *pāhoehoe* localizadas em margens abrigadas além de inúmeras estruturas de resfriamento, compondo uma paisagem única (Figura 15 A, B).

Devido à intensa atividade vulcânica, neste local são ainda observadas as barragens de contenção dos derrames de lavas, para proteção da cidade de Grindavík e das rodovias adjacentes (Figura 15 C, D).



Figura 15 - A) Campo de lava *'a'ā* e *pāhoehoe* ao longo da estrada de acesso a Grindavík; B) Detalhe de derrame *pāhoehoe*; C) e D) Observar as barragens de contenção, para canalização direcionada dos derrames de lava.

A última erupção do sistema Sundhnúkur ocorreu entre 16 de julho e 05 de agosto de 2025, seguindo uma longa fissura, que atingiu aproximadamente 2,4 km, com abertura posterior de uma fissura menor, ao sul. O volume acumulado foi de aproximadamente 26 milhões de m³, e 3,3 km² de área, no entorno de Skógfell. Estas lavas recentes são denominadas de “baby lavas”, e foram acessadas em trilha a partir da qual podem ser acessadas as lavas das erupções de 2021 a 2025 (Figura 16 A). Foi possível observar a estrutura da cratera formada e o aspecto *rubbly-pahoehoe* do derrame de lava basáltica vesicular (Figura 16 B a E). Nos arredores do derrame, foram registrados fragmentos piroclásticos tipo *pele’s tears* e *pele’s hair* (Figura 16 F a H).

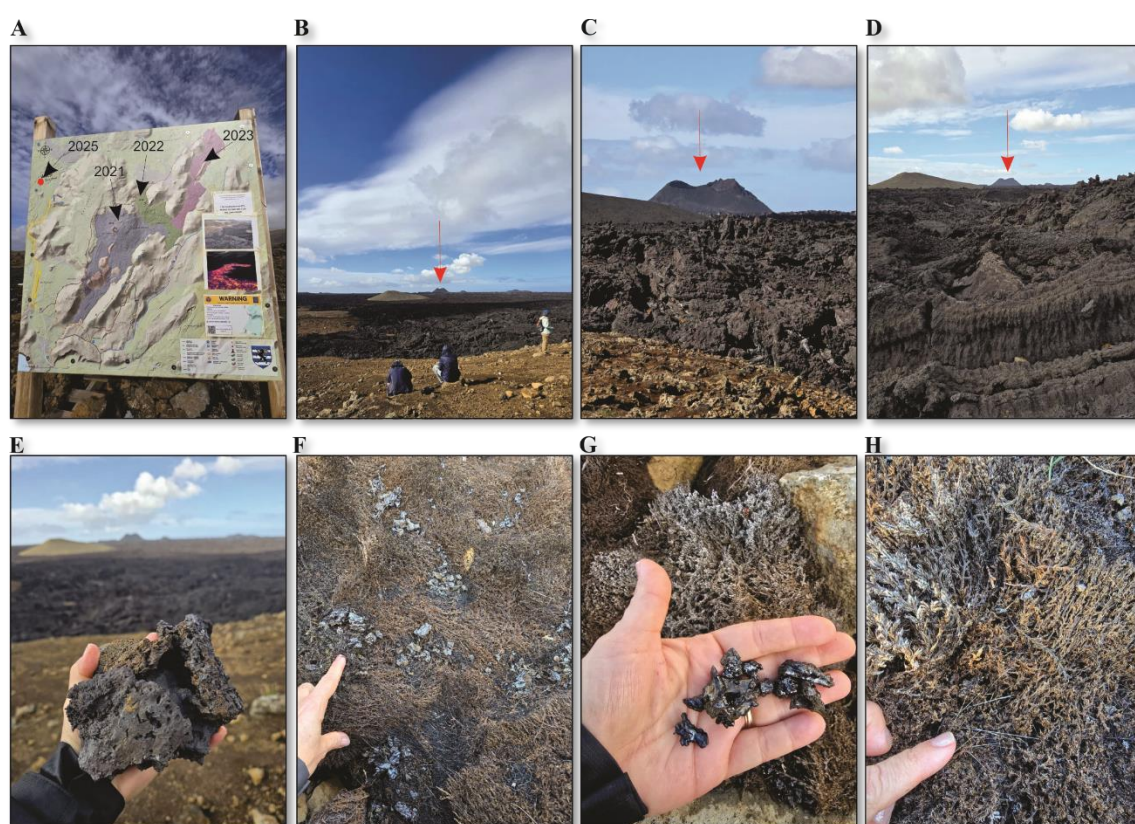


Figura 16 – A) Painel mostrando a distribuição dos derrames do sistema Sundhnúkur, ocorridos entre 2021 e 2025; B), C) e D) Cratera formada no derrame de 2025 (setas vermelhas). Notar em “D” a estrutura *rubbly-pahoehoe* no derrame; E) Aspecto vesicular do basalto; F), G) Fragmentos piroclásticos tipo *pele’s tears*. Notar em “F” a vegetação queimada em torno dos fragmentos; H) Fragmentos piroclásticos tipo *pele’s hair*, que representam acículas vítreas.

IV.2 – Reykjánes Volcanic Belt (27 de agosto/2025)

O dia 27 de agosto iniciou com uma visita ao **tubo de lava de Arnarker**, localizado no campo de lava Leita-hraun, formado durante uma erupção ocorrida há cerca de 5.000 anos. O campo Leita-hraun originou-se na cratera Leitagig, situada a leste de Bláfjöll. A lava fluiu da cratera até o mar, na costa sul, e avançou para norte até o lago Elliðavatn e ao longo do rio Elliðaá.

Há uma grande cavidade na superfície do terreno, através da qual é possível acessar o interior do tubo de lava, que possui cerca de 516 m de comprimento. A partir da cavidade, o túnel se estende por cerca de 100 m para o sul e cerca de 400 m para o norte (Figura 17).

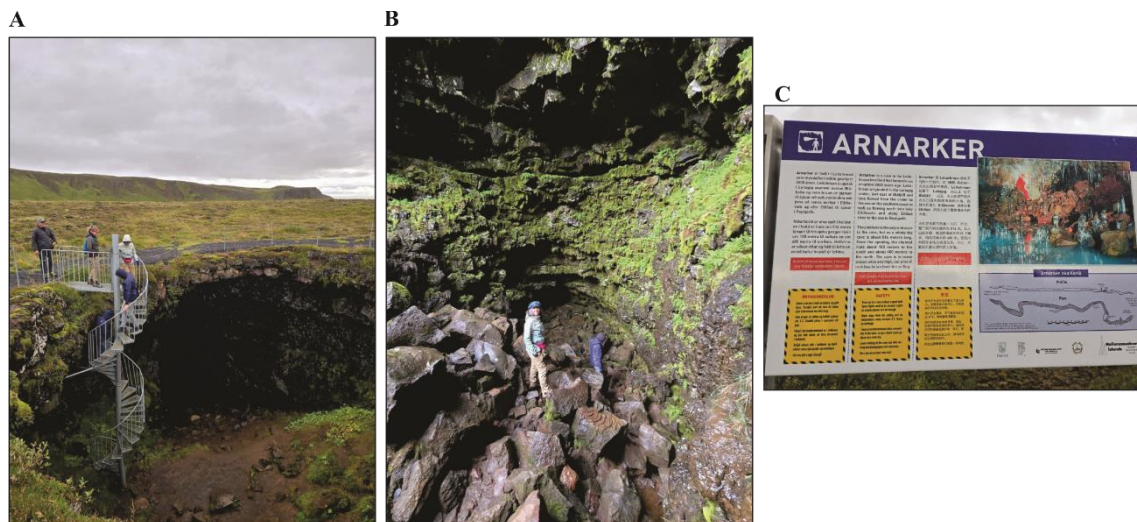


Figura 17 - A), B) Visão do acesso e interior do tubo de lava; C) Painel explicativo sobre o tubo de lava de Arnarker.

Na sequência, foi visitado um **campo de lava da região de Sveitarfélagið Ölfus**, que apresenta características típicas das grandes erupções fissurais basálticas ocorridas na Islândia, há cerca de 5.000 anos. Foram observados exemplos muito didáticos de lavas do tipo *pāhoehoe*, que se espalham em extensos campos planos (Figura 18).



Figura 18 - A) a E) Aspectos dos derrames de lava tipo *pāhoehoe* (estrutura em corda) da região de Sveitarfélagið Ölfus. Destaque em “B” para o grupo da excursão posicionado sobre um lobo de lava inflado.

Durante o deslocamento, realizou-se uma parada não programada às margens do **Lago Kleifarvatn**, o maior da Península de Reykjanes e o terceiro maior do sul da Islândia, com cerca de 10 km² de área e profundidade máxima aproximada de 97 m, figurando entre os lagos mais profundos do país. Kleifarvatn apresenta uma bacia hidrográfica bastante restrita, com vazão superficial limitada, e seu volume de água é influenciado tanto por alterações sísmicas, quanto pelo regime de águas subterrâneas. O lago tem reduzido em volume e extensão desde o ano 2000, após dois grandes terremotos, provavelmente devido à abertura de fissuras na base. A erosão de rochas vulcânicas basálticas no entorno do Kleifarvatn dá origem a praias de areias escuras (Figura 19).



Figura 19 - Praia de areias vulcânicas escura nas margens do Lago Kleifarvatn.

O dia se encerrou com a visita ao **Museu Perlan**, localizado no topo da colina Öskjuhlíð, em Reykjavík. É um museu de ciência interativo, que possui exposições imersivas sobre as paisagens, a geologia, os processos vulcânicos, a fauna e a flora islandesas (Figura 20). Destaca a caverna de gelo artificial de 100 m de extensão, o planetário Aurora, dedicado à exibição da aurora boreal, e uma viagem virtual em que é possível se observar desde a superfície eruptiva de um vulcão, até o manto terrestre. O museu possui uma rica coleção de minerais da Islândia e oferece um mirante 360° que permite vistas panorâmicas de Reykjavík e seus arredores (Figura 21).



Figura 20 - A) Área entrada do Museu Perlan; B) Cristais de calcita tipo “dente de cão” e escalenoédrica do acervo.



Figura 21 – Visão panorâmica da cidade de Reykjavik a partir do mirante do Museu Perlan.

IV.3 – West Volcanic Belt (28 de agosto/2025)

O dia 28 de agosto se iniciou com a visita a **Usina de Hellisheiði, no Parque Geotérmico em Ölfus**. A usina é um hub de inovação onde a geologia se transforma em solução sustentável, pois as empresas locais usam os recursos geotérmicos (gases, calor e água) de forma circular, criando produtos e serviços que abastecem a população e reduzem o impacto ambiental.

O grupo foi recebido por técnicos na sede da empresa ON, os quais ministraram palestras que incluíram temáticas sobre a matriz energética da Islândia e a cadeia internacionalmente conhecida como Capture and Carbon Storage – CCS. A empresa Carbfix é responsável pela canalização e transporte de gases ricos em CO₂, gerados por atividades industriais, e injeção em rochas basálticas profundas, ricas em cavidades. Através de processos físico-químicos controlados, o gás é aprisionado nas cavidades e remineralizado em carbonatos, sendo assim armazenado de forma permanente e segura (Figura 22).



Figura 22 - A) Entrada da Geotérmica ON; B) Apresentação de técnico da empresa; C) Explanação sobre o mecanismo que permite a injeção de CO₂ em rochas basálticas profundas; D) Testemunhos de sondagens com neoformação de carbonatos (seta vermelha) e representando o basalto original; (E) Grupo da excursão com técnicos da Carbfix.

A parada seguinte foi a visita a **área geotermal de Hveradalir**, localizada na encosta sudoeste do monte Stóra-Reykjafell. É um vale que possui diversas fontes termais na forma de lagos de água termal e de lama (Figura 23). Está vinculado ao sistema vulcânico Hengill, situado na extremidade leste da sequência de cinco sistemas vulcânicos alinhados segundo fissuras paralelas à direção NE-SW, na Península de Reykjanes, uma das zonas mais ativas da Islândia.

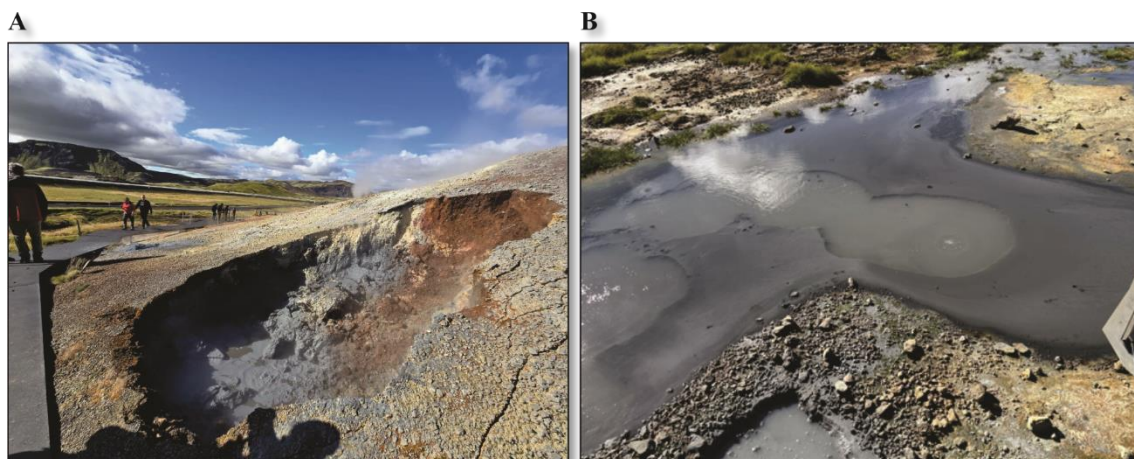


Figura 23 – A) Área geotermal de Hveradalir; B) Detalhe de lago geotermal de lama.

Na sequência foi visitado o **Parque Nacional Thingvellir**, que se localiza a cerca de 50 km a leste de Reykjavík. É um Patrimônio Mundial da UNESCO, criado em 1930, onde se vê o *rifte* de expansão das placas tectônicas Norte Americana e Eurasiática, além de paisagens de grande beleza cênica (Figura 24 A). A falha de Almannagjá marca a linha do *rifte* da Dorsal Meso-Atlântica, ao longo da qual foi pavimentada uma trilha para caminhada e observação dos visitantes (Figura 24 B). É possível se observar nas paredes das placas tectônicas a estrutura tabular do pacote, assim como a estrutura em corda dos derrames basálticos (Figura 24 C).

O parque ainda abriga o maior lago natural da Islândia, o Thingvallavatn. Além de sua relevância geológica, Thingvellir é um local repleto de significado histórico e cultural, pois foi sede do Alþingi, considerado o primeiro parlamento democrático do mundo, fundado no ano 930 DC, sendo um marco na formação da nação islandesa.



Figura 24 – A) Trilha para pedestres sobre a falha de Almannagjá, que marca a zona de expansão das placas tectônicas Norte Americana e Euroasiática; B) Vista panorâmica Parque Nacional Thingvellir; C) Aspecto tabular da sequência de derrames (ao fundo), e lava *pāhoehoe* (estrutura em corda) na superfície do pacote (primeiro plano).

O próximo ponto visitado foi a **área geotermal de Geysir**, localizada no vale Haukadalur. É a mais famosa da Islândia, que deu origem ao termo “gêiser”, do verbo islandês “geysa” (“jorrar”). A primeira menção data de 1294, após terremotos que alteraram a atividade geotérmica da região, com citação a palavra “Geysir” feita pelo bispo Brynjólfur Sveinsson em 1647.

Geysir é uma área geotermal de alta temperatura, que possui um campo de *gêisers*, alguns dos quais com erupções de água acontecendo regularmente a cada 6-8 minutos (Figura 25). Os *gêisers* resultam da infiltração de água meteórica, que, devido a atividade geotérmica magmática é superaquecida até o ponto de ebulição, sob pressão elevada. A despressurização súbita causa as erupções de água em um mecanismo explicado por Robert Bunsen em 1846. A região ao norte do lago Laugarvatn é marcada por intensa

atividade geotérmica, com fontes termais, fumarolas, lamas e *gêiseres*, incluindo o Strokkur, o mais ativo da Islândia.



Figura 25 - A) Vista do campo de *gêiseres* de Geysir; B) e C) Exemplos de *gêiseres* ativos; D) Equipe do Serviço Geológico do Brasil em Geysir.

O roteiro do dia 28 de agosto se encerra com uma visita à **Cachoeira Gullfoss**, conhecida como Cachoeira Dourada, que está localizada no rio Hvítá, a aproximadamente 100 km de Reykjavík. Suas águas despençam em uma fenda de 32 m de profundidade e cerca de 20 m de largura, com extensão de aproximadamente 2,5 km perpendicular ao curso do rio. A queda ocorre em dois patamares, de 11 m e 21 m, criando uma paisagem espetacular. O nome Gullfoss deriva do reflexo dourado formado pelos sedimentos glaciais, que sob luz solar favorável, tornam a cachoeira especialmente bela durante o pôr do sol. No passado, Gullfoss chegou a ser avaliada para geração de energia hidroelétrica, pois sua vazão média é de aproximadamente 140 m³/s no verão e 80 m³/s no inverno, com máximo registrado de 2.000 m³/s (Figura 26).



Figura 26 - Visão panorâmica da Cachoeira de Gullfoss.

IV.4 – Terras altas de Landmannalaugar (29 de agosto/2025)

No dia 29 de agosto foram visitados pontos de interesse na região de **Landmannalaugar** (Figura 27), localizada na área das terras altas da Islândia, que compreendem os planaltos e montanhas do centro do país. É famosa pelas montanhas coloridas de riolito, campos geotérmicos e fontes termais, situadas na Reserva Natural de Fjallabak. O ponto final do roteiro foi Laugavegur, tendo sido antes realizadas três paradas para observação de feições e depósitos vulcânicos.



Figura 27 – Placa de sinalização indicando o caminho de Landmannalaugar.

O primeiro ponto de visita não havia sido planejado no roteiro, e a parada aconteceu pela necessidade de se trocar o pneu do carro (Figura 28), mas foi aproveitada a oportunidade de observação de estrutura vulcânica e com exposição didática de erosão linear, onde destacam-se sulcos e ravinas (Figura 28). Os sulcos, representam o primeiro estágio erosivo, são pequenos canais por onde a água escoar preferencialmente, que evoluem para ravinas mais largas e profundas, e em casos avançados podem evoluir para voçorocas. Feições erosivas lineares podem estar associadas a ação humana (ex. remoção da camada de vegetação), mas nesse caso foram geradas pela ação natural do intemperismo e erosão, com influência de degelo na época do verão e ausência de vegetação para proteger e conter o solo.



Figura 28 – A) Troca de pneu do carro; B) Montanhas vulcânicas com feições de erosão linear; D) Registro do grupo da excursão no local.

Na segunda parada foram observados afloramentos de corte de estrada com exposição de depósitos piroclásticos bimodais, que indicam explosões vulcânicas simultâneas, de natureza ácida (riolítica) e básica (basáltica) (Figura 29 A). A granulometria dos fragmentos piroclásticos varia de cinza, *lapili*, até bombas vulcânicas, representadas por púmices (Figura 29 C). Foram observadas ainda fragmentos vítreos aciculares, que se assemelham a *Pele's hair* (cabelo de Pele) (Figura 29 B).

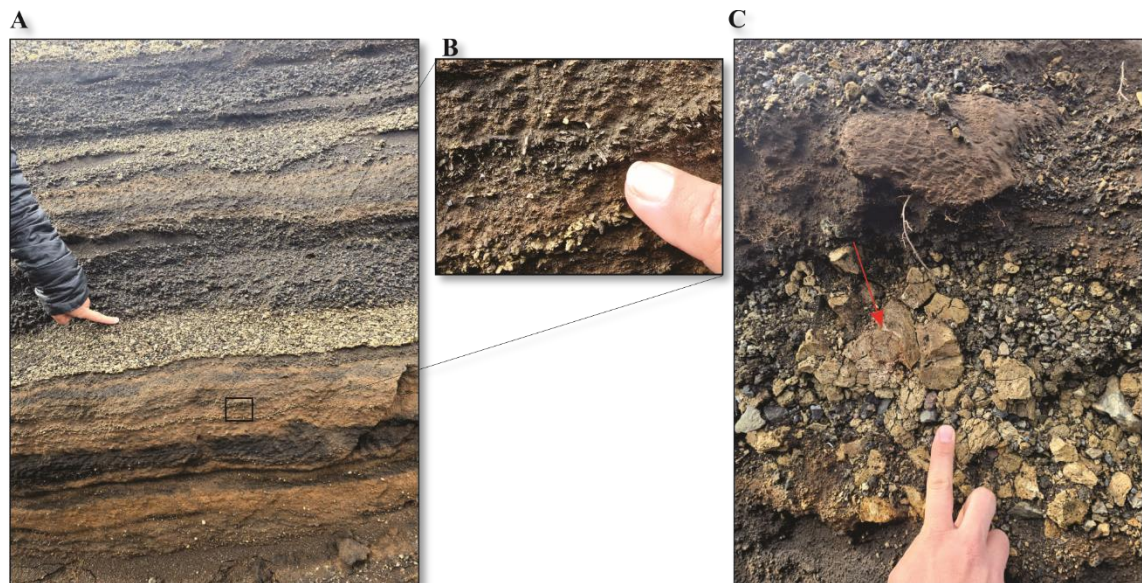


Figura 29 – A) Alternância de camadas de depósitos piroclásticos ácidos (mais claros) e básicos (mais escuras); B) Detalhe de “A” mostrando fragmentos tipo *Pele's hair*; C) Fragmento de púmice (seta vermelha).

O nome “Pele” está associado à deusa havaiana dos vulcões, e os “cabelos de Pele” são acículas muito finas de vidro vulcânico, que se formam por vulcanismo explosivo, com bolhas de gás associadas (Figura 30).

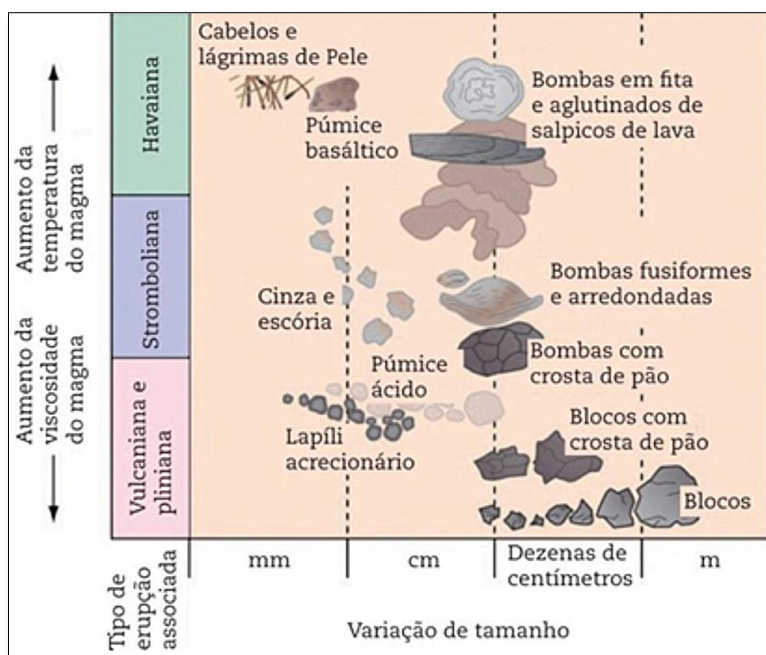


Figura 30 – Classificação de fragmentos piroclásticos segundo o tipo de erupção e viscosidade do magma, segundo Jerran (2018).

O terceiro ponto foi próximo ao **Lago Frostastaðavatn**, rodeado por cones vulcânicos preservados, onde foi possível observar a relação de pulsos vulcânicos distintos, que por vezes estruturam um cone menor (pulso de menor intensidade), dentro de outro maior, que representa o pulso magmático de maior intensidade (Figura 31 A, B). No entorno são observados derrames de lavas, seccionados por fendas abertas (Figura 31C).



Figura 31 – A) Vista panorâmica do Lago Frostastaðavatn; B) Cratera vulcânica principal (linha tracejada amarela), com cratera menor no centro (seta vermelha); C) Fendas abertas na superfície do derrame de lava.

O ponto final do roteiro foi a área de **Landmannalaugar**, na **Reserva Natural de Fjallabak**, onde foram observadas paisagens de beleza destacável. Em Landmannalaugar há um camping de apoio para viajantes, que conecta diversas trilhas para caminhada e observação da paisagem vulcânica, fauna e flora locais, além das áreas geotérmicas e fontes termais, como a do rio Jökulgil (Figura 32 A, B). Destacam-se as montanhas de riolito avermelhadas, devido principalmente a alteração hidrotermal, provocada pela interação entre o magma e fluidos aquosos, que provocam a oxidação de minerais de ferro, cobre e de outros elementos (Figura 32 A, C).

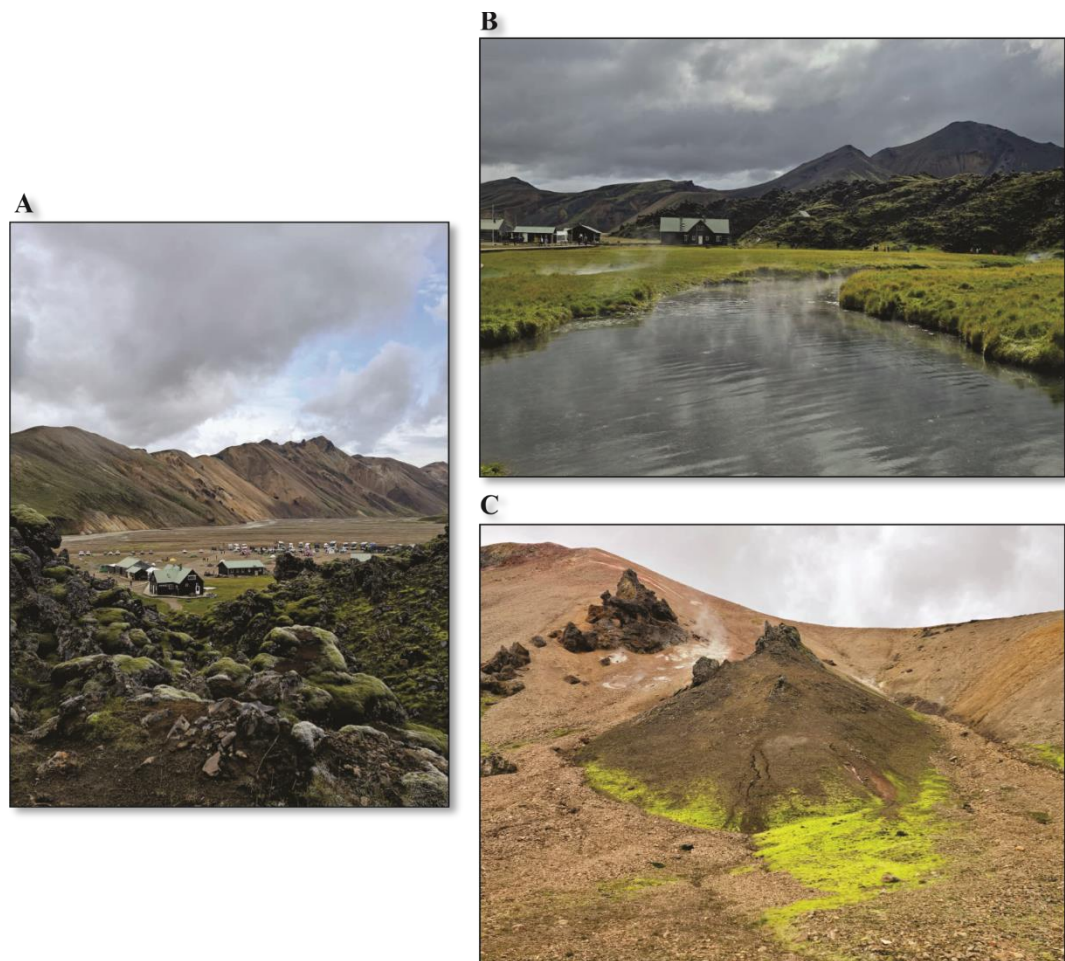


Figura 32 – A) Vista panorâmica do acampamento de Landmannalaugar, na planície aluvial do Rio Jökulgl, entre montanhas riolíticas avermelhadas (ao fundo), e derrames de obsidiana (em primeiro plano); B) Rio Jökulgl, utilizado para banhos termais; C) Superfície avermelhada de encosta vulcânica riolítica, com pontos de escape de gases hidrotermais.

Parte do grupo fez uma trilha de aproximadamente 6 km para observar o **campo de lavas de Laugahraun**, que exhibe derrames ácidos de obsidiana e riolitos vítreos, formados no ano de 1474. As obsidianas são formadas pelo resfriamento rápido de lavas ricas em sílica (65-70% SiO_2), altamente viscosas, que adquirem uma estrutura vítrea, amorfa, lustrosa, com padrão de fraturamento conchoidal. Na trilha foi possível observar a textura vítrea das rochas, feições de fluxo magmático e o padrão poligonizado das fraturas de resfriamento, assim como o contato entre as obsidianas e depósitos piroclásticos máficos (Figura 33).



Figura 33 – A) Aspecto vítreo da obsidiana; B) Estrutura de fluxo magmático; C) Padrão de faturamento poligonal; Zona de contato entre riolitos e obsidianas (D), e obsidianas e depósitos piroclásticos máficos (E).

IV.5 – Geoparque Katla (30 de agosto/2025)

No dia 30 de agosto, a partida aconteceu do The Hill Hotel, localizado em Flúðir, com destino à região do Geoparque Katla, situado nas terras altas do sul da Islândia (Figura 34). Esta área representa um dos mais relevantes patrimônios geológicos do país, sendo o primeiro geoparque oficialmente reconhecido na Islândia.

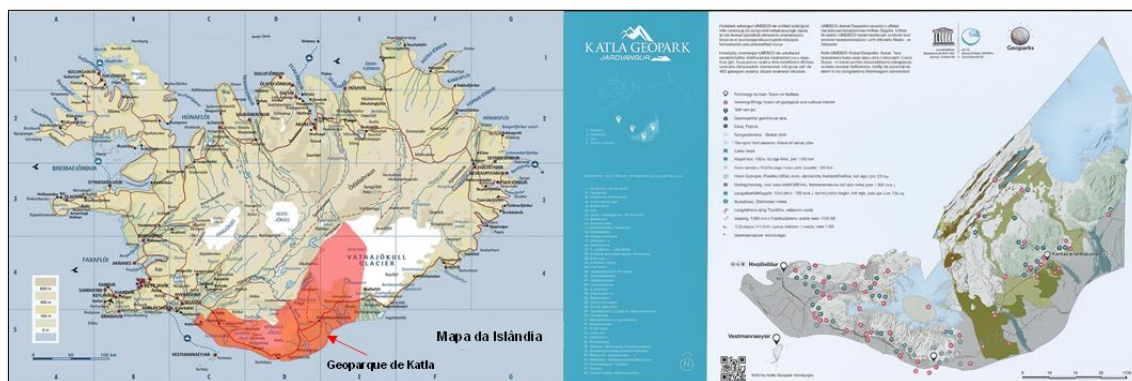


Figura 34 – Localização do geoparque de Katla, ao sul da Islândia.

O Geoparque Katla abrange uma extensão de aproximadamente 9.542 km², o que corresponde a 9,3% da superfície total do país. A região, localizada a sudeste da capital Reykjavík, é caracterizada por paisagens singulares e geossítios de relevância internacional, atraindo turistas e pesquisadores e especialistas em geociências de diversas partes do mundo (<https://www.katlageopark.com/geosites/geology-culture/>).

O nome do geoparque deriva do vulcão Katla, um dos maiores e mais emblemáticos da Islândia. Reconhecido por sua atividade sísmica recorrente, o Katla é monitorado continuamente devido à possibilidade de uma erupção de grande magnitude, o que reforça a importância científica e estratégica da região, e é coberto pelo glaciar Mýrdalsjökull (<https://www.katlageopark.com/geosites/geology-culture/>).

A primeira parada do dia foi **Dyrhólaey Viewpoint** (“Dyrhólaey” significa “ilha da colina da porta”), de onde observa-se um arco gigante que se projeta no mar, esculpido pela erosão marinha em rocha vulcânica (Figura 35).

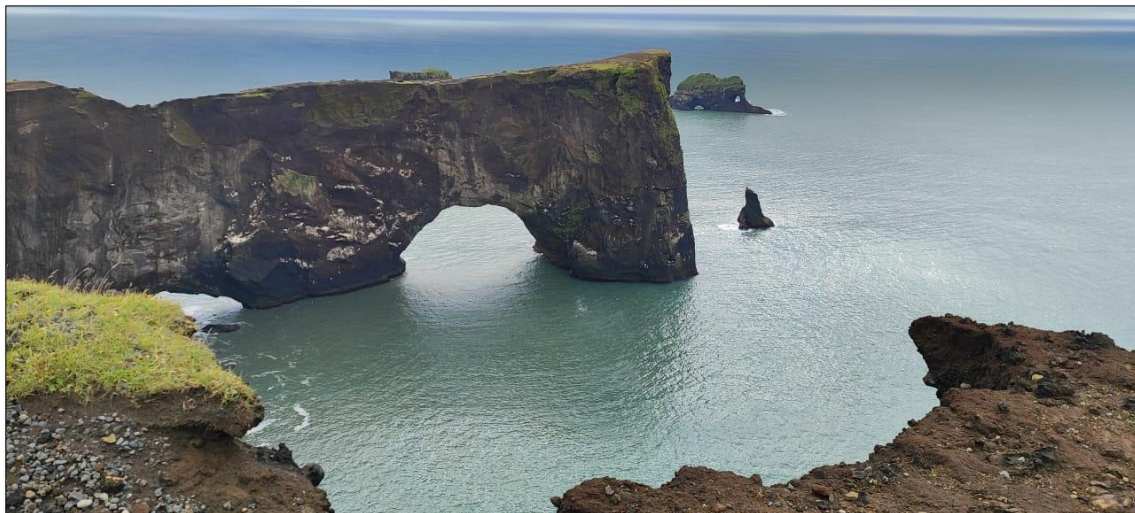


Figura 35 - Arco-janela (“dyr”) esculpido pela erosão marinha e *sea stack* basáltico isolado.

Do topo da colina de Dyrhólaey também se observa, no horizonte, a Ilha de Surtsey, formada por erupções vulcânicas submarinas na década de 1960, e na base, a planície costeira, praia formada por areia e cascalhos basálticos retrabalhados por ondas do Atlântico Norte (Figura 36).



Figura 36 – Vista da praia de Dyrhólaey, com a Ilha de Surtsey ao fundo.

Dyrhólaey constitui uma antiga formação insular de origem vulcânica, cuja gênese remonta ao final do Pleistoceno, há aproximadamente 100 mil anos. Trata-se de um remanescente erodido de um vulcão tipo surtseyano (tuff cone), formado por atividade

eruptiva submarina associada ao sistema vulcânico de Katla. A estrutura geológica da região é composta por camadas de tufos palagoníticos, níveis com almofadas de lava e hialoclastitos, além de intrusões basálticas, evidenciando um ambiente de formação subaquática, com forte interação entre magma e água. Este pacote foi visto a partir do mirante da colina de Dyrhólaey (Figura 37). Atualmente, Dyrhólaey encontra-se conectado ao continente por processos de sedimentação costeira, que promoveram o preenchimento e estabilização da linha de costa ao longo do Holoceno (Martins et al, 2025, <https://www.katlageopark.com/geosites/geology-culture/>).



Figura 37 - Vista do Dyrhólaey Viewpoint, onde se observa o pacote vulcânico pleistocênico.

A segunda parada foi no **Parque Nacional de Vatnajökull**, ainda dentro do Geoparque de Katla, para observar o **campo de lava de Eldhraun**, resultado da erupção fissural basáltica ocorrida entre 1783 e 1784, ao longo da fissura Lakagígar, ou Laki, com atividade simultânea no sistema central do vulcão de Grímsvötn (Figura 38). A erupção, de caráter predominantemente efusivo, teve duração aproximada de oito meses e evoluiu em cerca de dez pulsos eruptivos. Cada pulso iniciou com fase explosiva breve, seguida por episódios prolongados de *fire-fountain* (fontes de lava), característicos de erupções hawaianas (Martins et al., 2025).

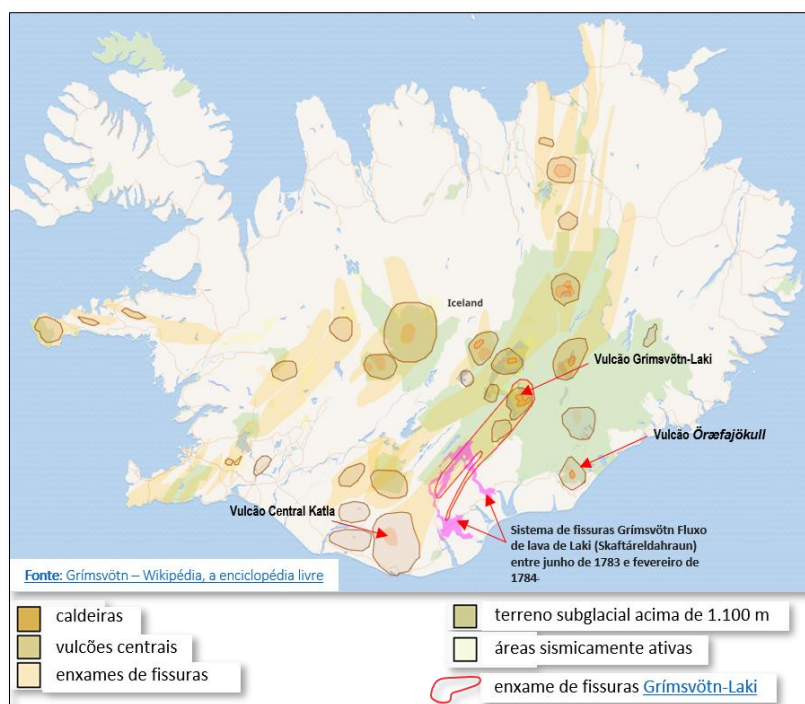


Figura 38 – Mapa mostrando o sistema de fissuras vulcânicas do vulcão Grímsvötn e o fluxo de lava Laki. Fonte: Thordarson & Höskuldsson (2008).

A sequência eruptiva ativou segmentos distintos da fissura de forma progressiva, liberando aproximadamente 122 milhões de toneladas de dióxido de enxofre (SO_2) e grandes volumes de gases halogenados. Esses gases formaram a chamada “névoa de Laki”, representando um dos eventos vulcânicos mais impactantes do Holoceno em termos de efeitos ambientais globais, incluindo resfriamento climático e contaminação do solo, levando à morte mais de 50% da população pecuária da Islândia e à destruição da grande maioria das culturas agrícolas, provocando a mortalidade por fome e doenças de cerca de 1/5 da população na Islândia (Thordarson & Self, 2003).

A morfologia do campo de Eldhraun é dominada por lava do tipo *pāhoehoe*, com superfície lisa e estruturas em forma de cordas (ropy lava), indicativas de baixa viscosidade e resfriamento lento. Nas bordas e canais principais, observam-se zonas localizadas de lava ‘a’ā, com textura fragmentada e blocos irregulares, resultado de maior taxa de efusão e turbulência superficial (Martins et al., 2025). A extensão do fluxo cobre aproximadamente 600 km², sendo um dos maiores campos de lava basáltica já registrados em erupções históricas. A composição é predominantemente toleítica, com baixa viscosidade e alto teor de gases voláteis, compatível com o estilo eruptivo observado.

Após o resfriamento e estabilização térmica da lava, iniciou-se um processo lento de colonização biológica, com destaque para o crescimento de musgos sobre a superfície basáltica. O campo de Eldhraun é hoje recoberto por uma das maiores e mais densas comunidades de musgos da Islândia (Figura 39), que atuam como estabilizadores da superfície, retendo umidade, promovendo a formação de solo incipiente e facilitando a entrada de outras espécies vegetais.



Figura 39 – Campos de lava recobertos por manto de musgos (*moss*) em Eldhraun.

A última parada do dia ocorreu na **planície glacial de Skeiðarársandur**, dentro do Parque Nacional de Vatnajökull, próximo ao vulcão Öræfajökull. Esta planície sedimentar apresenta aproximadamente 56 km de extensão, ao longo da linha de costa, e 20 a 30 km de largura, configurando-se como um sistema deposicional ativo e dinâmico, moldado por processos glaciais e vulcânicos (Figura 40).

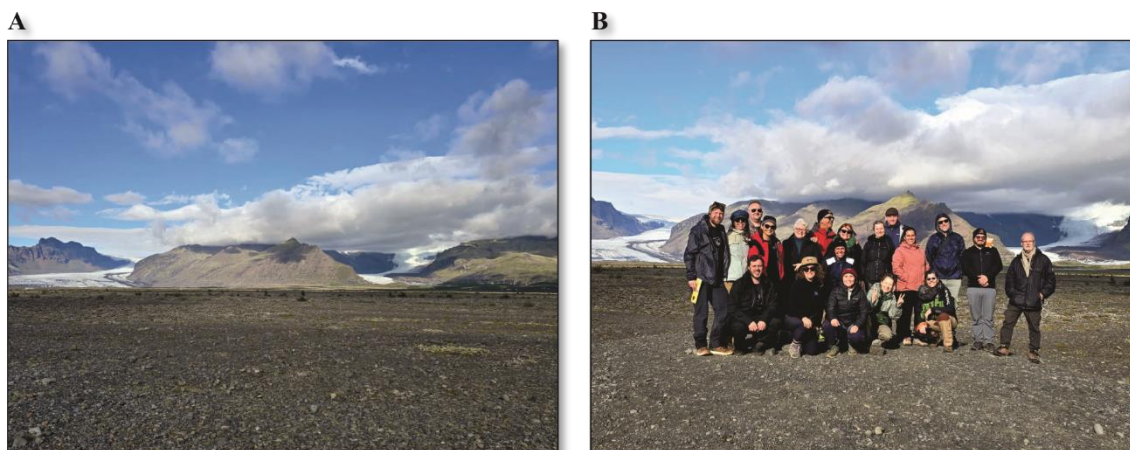


Figura 40 – (A) Vista da geleira de Skeiðarárjökull, a partir da planície glacial; (B) Grupo da excursão no local.

A gênese da planície Skeiðarársandur está diretamente associada ao transporte de sedimentos por rios glaciares, com destaque para o rio Skeiðará, alimentado pela geleira Skeiðarárjökull, uma “língua” glacial derivada da calota Vatnajökull (Figura 41). Esta, por sua vez, é influenciada por dois sistemas vulcânicos ativos, o Grímsvötn e o Örfajökull. A interação entre atividade vulcânica subglacial e a dinâmica glacial resulta em eventos de jökulhlaup (inundações glaciares súbitas), que desempenham papel fundamental na sedimentação da planície.

Durante o Holoceno, múltiplos jökulhlaups provocados por erupções subglaciais transportaram volumes significativos de sedimentos para a planície. Estima-se que o volume total de sedimentos depositados varie entre 100 e 200 km³, com uma taxa média de crescimento de aproximadamente 1 km³ por século ao longo dos últimos 10 mil anos. Sob essa espessa cobertura sedimentar, investigações geofísicas indicam a presença de um vale escavado por rios glaciares, com profundidade entre 100 e 150 m (Guðmundsson, et al., 2002).

Um evento marcante ocorreu em 1996, quando uma erupção do sistema Grímsvötn desencadeou um jökulhlaup de grandes proporções. A inundação resultante liberou cerca de 3,5 km³ de água, atingindo uma vazão máxima estimada em 45.000 m³/s, valor aproximadamente 30 vezes superior à vazão média das Cataratas do Iguaçu (Martins et al., 2025). Este evento destruiu a ponte da Rota 1 sobre o rio Skeiðará, até então a mais longa da Islândia com 904 m. Atualmente, o Skeiðará Bridge Monument marca o local como testemunho da força geológica que molda continuamente a paisagem islandesa (Figura 41).



Figura 41 – Placa informativa que relata os impactos da inunda  o glacial ocorrida em 1996. Na foto abaixo observa-se o que restou da ponte sobre o rio Skei  ar  , retorcida e destruída pela força da corrente de água e blocos de gelo.

IV.6 – Vatnaj  kull National Park e Fjordes do Leste (31 de agosto/2025)

Ainda do Vatnaj  kull National Park, no dia 31 de agosto o grupo visitou a região que compõe a desembocadura do **lago proglacial glacial Fjallsarlon**, que se conecta ao oceano, na porção sudeste da Islândia (Figura 43). Este lago tem cerca de 25 km², com mais de 200 m de profundidade, e funciona como uma armadilha de sedimentos, carregados pelo degelo da geleira de Vatnaj  kull, o maior manto de gelo islandês, que

possui em torno de 7.700 km². Este processo gera uma paisagem singular, onde se vê morainas que atingem o lago proglacial, carreando sedimentos e blocos de gelo que atingem a praia, gerando um belo efeito de contraste com a areia preta vulcânica que compõe toda linha de costa, de modo que a praia é conhecida como Diamond Beach (Figura 42).



Figura 42 – A) Quadro explicativo da paisagem do sistema glacial em Fjallsarlón; B) e C) Calotas de gelo transportadas até a Diamond Beach; D) Parte do grupo da excursão em área com muitos fragmentos glaciais.

A parada seguinte foi no Austurhorn Intrusive Complex, que representa o registro de um plutonismo ocorrido há cerca de 6 Ma, onde é possível observar a interação entre magmas ácidos e básicos, sendo um ponto chave para se discutir processos da câmara magmática, como magma *mingling*, recarga e hibridização magmática. O afloramento

visitado expõe um belíssimo exemplo de magma *mingling*, com interação entre uma porção granítica, que envolve e segmenta blocos de rocha gabroica (Figura 43).

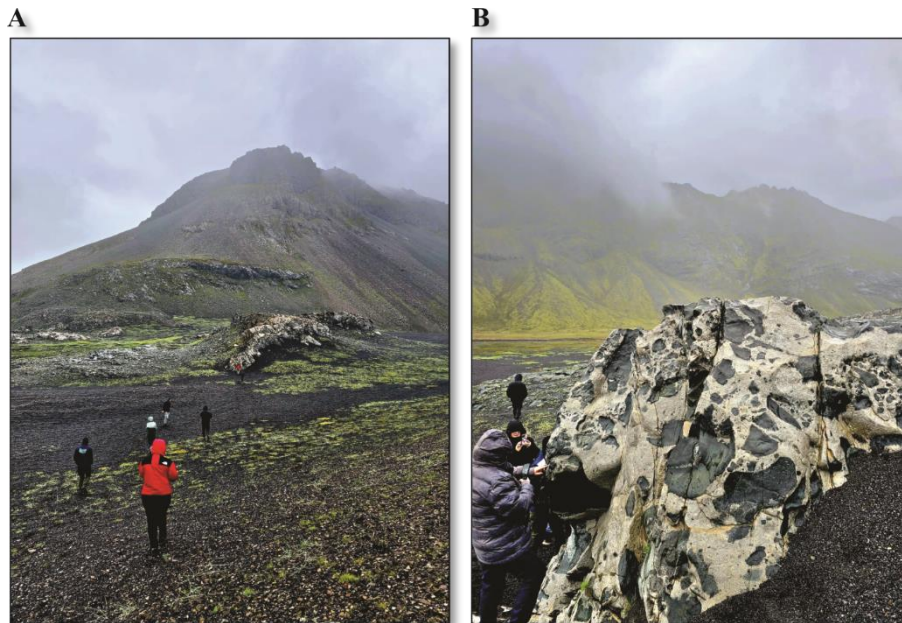


Figura 43 – A) Vista panorâmica do local; B) Afloramento exibindo feição didática de magma *mingling*.

A parada seguinte foi na margem de Berufjöldur, que representa um dos fjörds do leste da Islândia, com falésias recortadas por vales glaciomarinheiros, linhas de costa com terraços e taludes ativos, com depósitos de talus associados.

No primeiro ponto foram observadas mineralizações de carbonatos e zeólitas em basaltos, que ocorrem na forma de geodos ou em leitos subparalelos, indicativos de cristalização sin-magmatismo (Figura 44). Esta área é parte do Teigarnhorn Natural Monument, onde há sinalização de proibição de coleta de amostras de rocha (Figura 45).

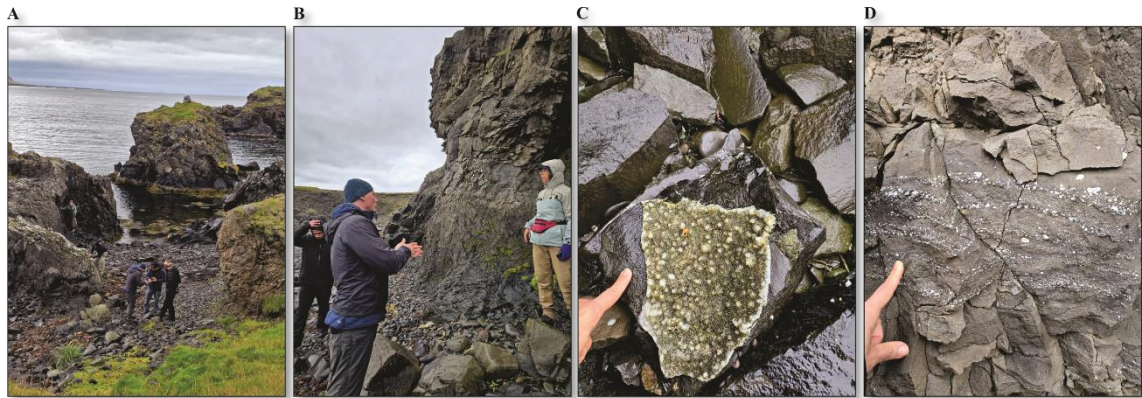


Figura 44 – A) e B) Aspectos dos afloramentos basálticos em escarpas do Berufjödur; C) Carbonatos e zeólitas cristalizados em geodos e (D) Leitos subparalelos, concordantes ao fluxo magmático.



Figura 45 – Placa com indicação de proibição de coleta de amostras de rocha na área do Teigarnhorn Natural Monument.

Na margem leste de Berufjödur, foi visitado o pacote ignimbrítico de Blábjörg, que representa um evento vulcânico ácido de caráter explosivo de 9 Ma (Martins et al., 2025). Na escarpa aflora o inimbrito riolítico, com textura eutaxítica, matriz verde-azulada, com fragmentos compostos de púmices, litoclastos, cristais fragmentários em matriz grossa (Figura 45). Estes depósitos são formados por correntes piroclásticas, provocadas pelo colapso da coluna eruptiva, esculpidas em evento fortemente explosivo, em geral vinculados a magmas ácidos, de maior viscosidade e ricos em voláteis.

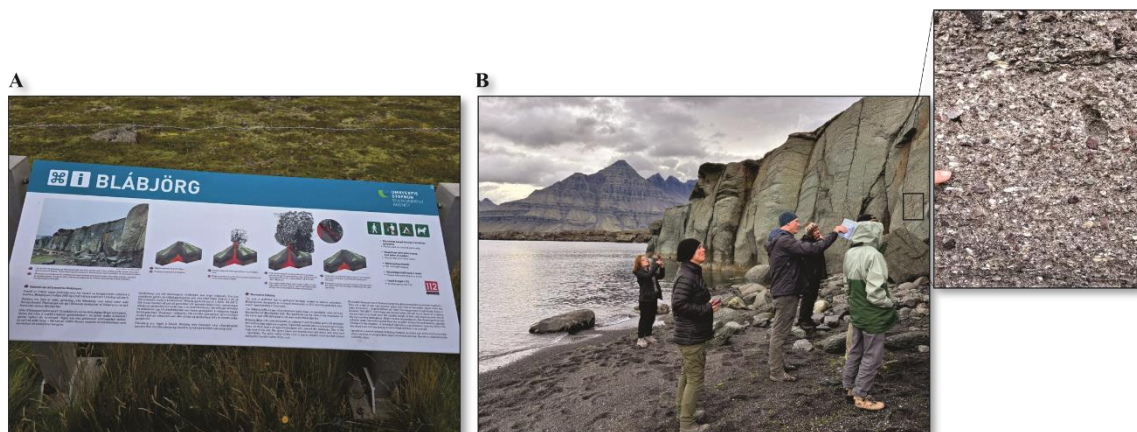


Figura 45 – A) Quadro explicativo do vulcanismo de Blábjörg; B) Escarpa onde se vê o pacote ignimbrítico, cuja textura é mostrada em detalhe na foto à direita.

A última parada do dia foi o **dique composto de Streitishvarf**, um afloramento clássico para o estudo dos processos de magma *mixing* e magma *mingling* entre magmas básicos e ácidos em condutos vulcânicos. Conforme Martins *et al.* (2025), o dique apresenta margens basálticas e um núcleo riolítico, com espessura total aproximada de 26 metros (Figura 46). O corpo pode ser acompanhado ao longo de aproximadamente 14 km, com rumo NNE e mergulho que varia até a vertical. O dique integra um exame maior de corpos compostos com orientação semelhante, mapeados ao longo do alinhamento NNE de Sandfell. O magmatismo foi datado em torno de 11 Ma.

O modelo evolutivo mais aceito interpreta o dique como resultado da injeção de um bolsão félsico previamente consolidado, posteriormente intrudido por magma máfico. Essa interação promoveu a formação de zonas de *mixing* e *mingling* em regime transitório, registradas por feições texturais e estruturais bem preservadas.

Em campo, as observações incluíram contato nítido entre basalto e riolito, com um bandamento resultante da mistura, além de enclaves máficos arredondados e estirados, variações texturais da borda ao centro e lineações de fluxo.



Figura 46 – A) Painel explicativo do geossítio de Streitisvarf; B) Visão frontal do dique composto, com bordas de composição básica e núcleo ácido.

IV.7 – Fjörds do Leste (01 de setembro/2025)

O dia 1º de setembro se inicia com uma visita ao **Walker Museum** (Breiðdalssetur), localizado na cidade de Breiðdalsvík. O museu é um centro de pesquisa e patrimônio dedicado à história natural e cultural da região, que destaca o legado da carreira e atuação do vulcanólogo George Patrick Leonard Walker. O acervo do museu inclui salas e painéis que mostram a trajetória de Walker, suas anotações, mapas e figuras originais dos estudos sobre o Mioceno do leste da Islândia, abrangendo áreas como Breiðdalur e Reyðarfjörður. O museu também expõe amostras de testemunhos de sondagem, como os perfis de Surtsey e aborda seu uso para desvendar a estrutura da Islândia, além de uma coleção relevante de minerais encontrados por Walker (Figura 47).



Figura 47 - A) Walker Museum, na cidade de Breiðdalsvík; B) Escritório de George Patrick Leonard Walker; C) Acervo pessoal do vulcanólogo; D) Espaço reservado às crianças que visitam o museu.

Após à visita ao Walker Museum, o grupo seguiu para a **Litoteca de Borkjarnasafn**, ainda em Breiðdalsvík, onde foi possível conhecer parte do acervo de testemunhos de sondagem da Islândia. Em um dos furos mais recentes foi possível observar a neoformação de minerais no ambiente da litoteca, possivelmente zeólitas (Figura 48).



Figura 48 - A) Caixas de testemunho de sondagem na Litoteca de Borkjarnasafn; B) Mineral neoformado em rocha vulcânicas recente.

O ponto seguinte foi a **Mina de Helgustaðanáma**, situada nas proximidades de Eskifjörður (Figura 49). Este é um local histórico de grande relevância científica e de geopatrimônio, conhecido por ter sido uma das principais fontes mundiais de “espato da Islândia”, uma calcita óptica de alta qualidade, onde pode ser observada a dupla refração. As atividades de extração na mina ocorreram entre o século XVII e a primeira metade do século XX.

Os cristais de calcita com grandes dimensões encontrados em Helgustaðanáma tiveram papel essencial no desenvolvimento da ciência óptica, sendo usados em experimentos e na criação de componentes de microscópios petrográficos, como o prisma de Nicol, indispensável para a polarização da luz. A característica de birrefringência do mineral, responsável por dividir um feixe de luz em dois, foi determinante para tais avanços. Atualmente, muitos exemplares desses cristais encontram-se em museus e universidades de diversos países, atestando a importância histórica e científica da mina. Desde 1975, Helgustaðanáma é considerado monumento natural protegido.



Figura 49 - A) Painel explicativo da Mina de Helgustaðanáma; B) Grupo em frente à galeria da mina; C) Detalhe do cascalho do chão da mina, com inúmeros cristais de calcita (fragmentos brancos).

Foi feita uma rápida parada para observar a morfologia do **lacólito riolítico de Sandfell**, que constitui uma das intrusões félsicas subvulcânicas mais bem preservadas do leste da Islândia. Trata-se de um corpo em forma de cogumelo (ou domo), desenvolvido em nível raso da crosta e com volume estimado em cerca de $0,6 \text{ km}^3$, sendo a profundidade de intrusão calculada em aproximadamente 540 m, com base na espessura das lavas arqueadas que compõem o teto da estrutura (Figura 50).

Durante sua colocação, ocorreram fraturas concêntricas associadas ao processo de intrusão (sin-emplacement), preservadas em mais de um terço do corpo, evidenciando a deformação progressiva da cobertura durante a ascensão do magma. Esta geometria resultante expressa o mecanismo de injeção por expansão lateral e elevação de rochas encaixadas.

Em escala regional, o lacólito de Sandfell encontra-se inserido em um contexto tectonomagmático que foi posteriormente afetado por um suave basculamento na direção ao *rifte* ativo atual. Essa informação pós-intrusiva foi descrita nos estudos clássicos de Walker sobre o leste da Islândia, reforçando a interpretação de que o conjunto formado pelo lacólito e pela pilha de lavas sobrejacente foi reorientado pela subsidência gradual da zona de rifte.



Figura 50 – Vista panorâmica do lacólito riolítico de Sandfell.

O roteiro do dia 1º de setembro se encerrou com uma visita ao **Petra's Stone Collection**, situado em Stöðvarfjörður. A coleção, iniciada em 1946 por Petra Sveinsdóttir, reúne milhares de exemplares de minerais, rochas e fósseis, em sua maioria provenientes dos arredores dos fiordes orientais da Islândia, exibidos em sua casa e jardim. O acervo destaca a diversidade geológica insular, incluindo rochas ígneas, sedimentares e exemplares com fósseis. Além do interesse técnico, o local ficou famoso pela história de dedicação pessoal da colecionadora e tornou-se uma atração da região (Figura 51).



Figure 51 - A, B, C) Imagens do *Petra's Stone Collection*; D) Amostra de jaspe multicolorida do acervo; B) Amostra de rochas com fósseis e icnofósseis, conchas e folhas.

IV.8 – Do Vulcanismo Miocênico à Zona Vulcânica Norte (02 de setembro/2025)

No dia 2 de setembro, a partida foi do Hotel Breiðdalsvík, da cidade homônima, para visitar o primeiro ponto no **vulcão central Þingmúli**, localizado a noroeste de Breiðdalsvík, cerca de 11 km a oeste de Reyðarfjörður. O vulcão central Þingmúli é um vulcão miocênico extinto e fortemente erodido, localizado nos fiordes orientais da Islândia, sendo um dos principais locais para o estudo dos processos magmáticos em uma variedade de unidades litológicas. Þingmúli é particularmente notável por preservar enxames de diques, depósitos piroclásticos e uma série evolutiva magmática completa.

Este vulcão é exemplo de uma diferenciação completa, da série toleítica, representando uma oportunidade para observar toda a sequência de diferenciação magmática de basaltos toleíticos a riolitos (Walker, 1958). O fato dele estar erodido também permite aos visitantes observar as estruturas internas do edifício vulcânico.

O mapa geológico do leste da Islândia registra a ocorrência de basaltos toleíticos, olivina basaltos, andesitos, aglomerados e riolitos (Figura 52). Os diferentes litotipos

cartografados (riolitos vítreos bandados, andesitos porfíricos, ignimbritos, brechas riolíticas, obsidianas e basaltos), foram observados no leito do rio Ljósárdalur, na forma de fragmentos, o qual foi percorrido para observação de litologias e estruturas presentes (Figura 53).

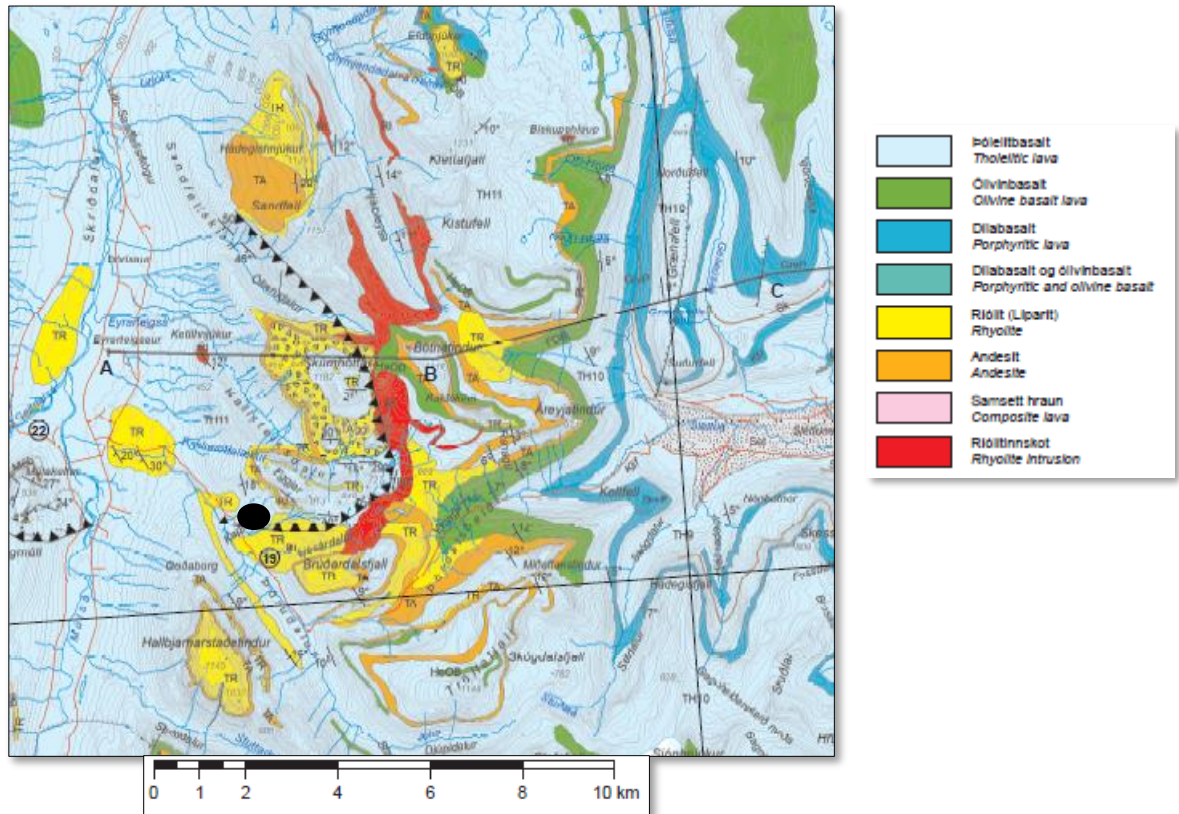


Figura 52 – Recorte do Mapa Geológico do Leste da Islândia (Óskarsson, 2019), com localização do ponto visitado (círculo negro). As estruturas semi-circulares dentadas representam bordas de caldeiras de vulcões miocênicos, a oeste o vulcão central Þingmúli, a leste o vulcão central de Reyðarfjörður.

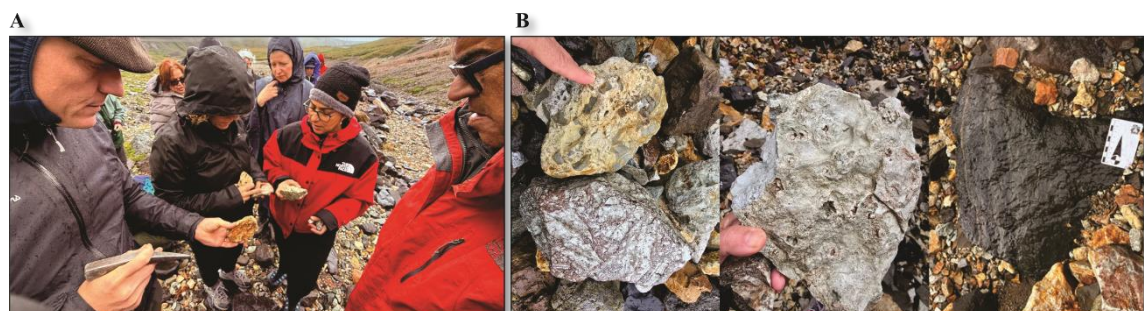


Figura 53 – A), B) Fragmentos de diversas composições observados no leito do rio Ljósárdalur, incluindo brechas vulcânicas, ignimbritos esferulíticos e basaltos.

Os paredões rochosos são compostos de riolitos bastante alterados, cortados por enxames de diques de olivina basaltos (Figura 54), por vezes, compostos e/ou ramificados. Segundo o geólogo Birgir, os diques compostos podem ter composições riolíticas associadas aos basaltos. Falhas também são marcantes no local, bastante evidenciadas quando seccionam diques, destacando rejeitos de escalas métricas (Figura 55).



Figura 54 – Visão geral do leito do rio Ljósárdalur, onde foram observados enxames de diques básicos (setas vermelhas) cortando riolito encaixante.



Figura 55 – Na foto são indicados à disposição dos diques basálticos seccionados por falha normal.

Após o almoço, em Egilsstaðir, foi visitado afloramento em corte de estrada a cerca de 4 km, a oeste da cidade. Foram observadas três camadas em um pacote com cerca de 6 m de espessura, representados por derrames de lava na base, e no topo com uma camada sedimentar intermediária, destacada pela sua coloração avermelhada (Figura 56).



Figura 56 – Visão geral do afloramento, com camada sedimentar avermelhada irregular entre derrames vulcânicos.

A camada basal é um basalto ultrafírico, rico em fenocristais de plagioclásio de cerca de 0,5 a 1 cm, com matriz afanítica, de cor cinza acastanhada (Figura 57). Também é rico em vesículas e amígdalas esferoidais, com até 3 mm de diâmetro, provavelmente, por se tratar de topo de derrame.



Figura 57 – Detalhe de fragmento de basalto ultrafírico da camada inferior.

A camada sedimentar avermelhada, tem espessura de alguns centímetros a meio metro, com 10 m de largura, com geometria lenticular. Trata-se de um siltito arenoso muito fino, onde é possível observar apenas uma estratificação incipiente (Figura 58). O contato inferior ocupa as irregularidades da superfície do derrame basal. Há alguns fragmentos irregulares do basalto ultrafírico na base da camada, possivelmente fragmentos soltos que foram englobados pelo sedimento (Figura 58). O pacote, aparentemente está deformado pelo peso e colocação da lava superior. Ocorrem fósseis de restos vegetais de cavalinha constituídos de fragmentos da planta com 3 a 7 cm. Segundo o geólogo Birgir, essas camadas ocorrem com certa frequência na região, e recobrem o fluxo de lava após sua erupção, e são caracterizadas por minerais tanto de origem vulcânica quanto por argilas secundárias e minerais de óxidos. O que indica que provavelmente corresponde a camadas de cinzas ou a material vulcânico retrabalhado, transformado em horizontes de solo. As colorações avermelhadas e esverdeadas derivam de alteração hidrotermal durante o soterramento e do aquecimento provocado pelo calor dos fluxos de lava sobrejacentes que “cozinhou” a superfície dessas camadas. Com a oxidação e o aquecimento, os oxi-hidróxidos de ferro são convertidos em hematita, responsável pelos tons avermelhados a castanhos.

A camada de rocha basáltica superior tem cerca de 3,5m de espessura, rico em vesículas e amígdalas, com quartzo e zeólitas. As vesículas têm tamanho variando de 1 a 10 cm. Acima do nível vesiculado a rocha tem aspecto mais maciço e localmente, apresenta juntas verticais de resfriamento.



Figura 58 – Camada de siltito avermelhado com estratificação incipiente. Notar vesículas alongadas com cerca de 10 cm no basalto superior e fragmentos do basalto inferior imersos no siltito.

Do outro lado da estrada, a sudeste, observa-se feições de terreno do tipo “dorso de baleia”, alongadas, alisadas e arredondadas pela abrasão gerada pela movimentação de geleiras (Figura 59), tendo sido registradas na superfície estrias glaciais.



Figura 59 – Feições de relevo esculpidas por geleira tipo “dorso de baleia”.

A parada seguinte foi o geossítio **Cânion Stuðlagil**, onde afloram basaltos com colunas hexagonais, formadas pelo resfriamento lento e pela contração de fluxos de lava espessos durante a atividade vulcânica. Essas colunas de resfriamento, chamadas de disjunção colunar, apresentam vários formatos e direções, sugerindo sobreposição de derrames. Apresentam truncamentos, ora com orientação verticais, ora horizontais, e ainda curvilíneas, com direções variadas (Figura 60). Outro aspecto interessante de se observar no local é a coloração da água, altamente barrosa e densa, indicativa do transporte de sedimentos finos e detritos, produto de degelo glacial.

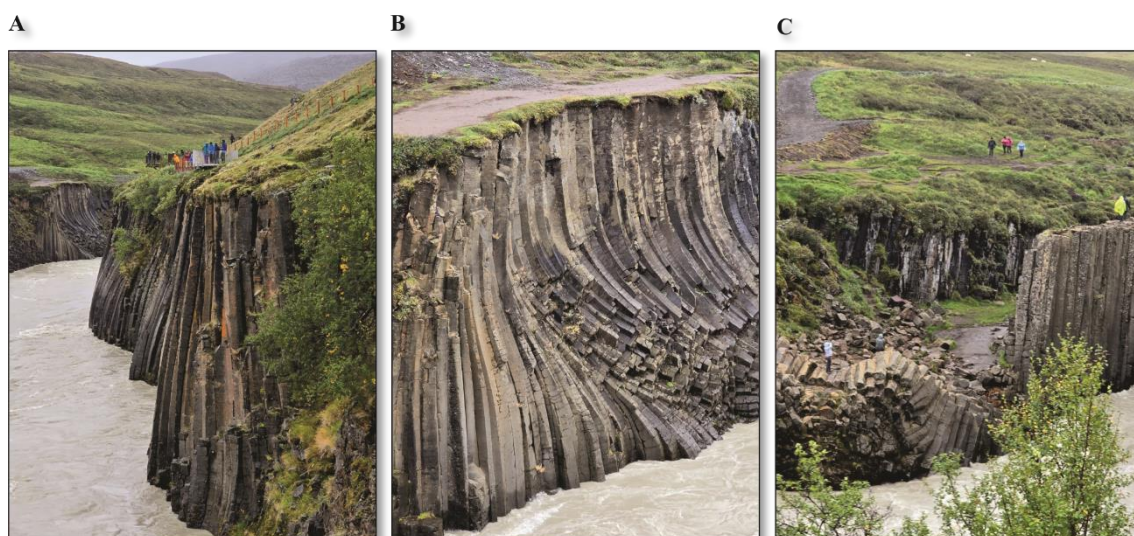


Figura 60 – Cânion encaixado em paredes esculpidas por disjunções colunares espetaculares verticais (A), inclinadas (B) e horizontalizadas (C).

IV.9 – Zona Vulcânica Norte e Sistema Vulcânico Krafla (03 de setembro/2025)

O Sistema Vulcânico Krafla, localizado na porção nordeste da Islândia, está associado à Zona Vulcânica Norte, e compreende um sistema de fissuras com direção NNE, com o vulcão central de Krafla, e outros edifícios vulcânicos alinhados neste trend (Liu et al., 2017). Este sistema vulcânico foi observado a partir da visita às pseudocrateras de Skútustaðagígur e o Vulcão Hverfjall nos arredores do Lago Mývatn.

Em **Skútustaðagígur** foi visitado um conjunto de cones sem raiz, ou pseudocrateras, que são formas de relevo freatomagmáticas comuns na Islândia. Segundo Thordarson & Höskuldsson (2008), se formam quando conjuntos de lobos de lavas *pahoehoe*, continuamente alimentados por tubos de lavas, avançam sobre áreas úmidas,

como lagos rasos, planícies fluviais ou pântanos (Figura 61). Cada cone é formado por uma erupção freatomagmática impulsionada pela interação explosiva entre lava líquida desgaseificada e o substrato encharcado. Se as explosões forem suficientemente poderosas, elas irrompem através da lava sobrejacente para emergir como erupções sem raízes que constroem cones ao redor das fontes termais.

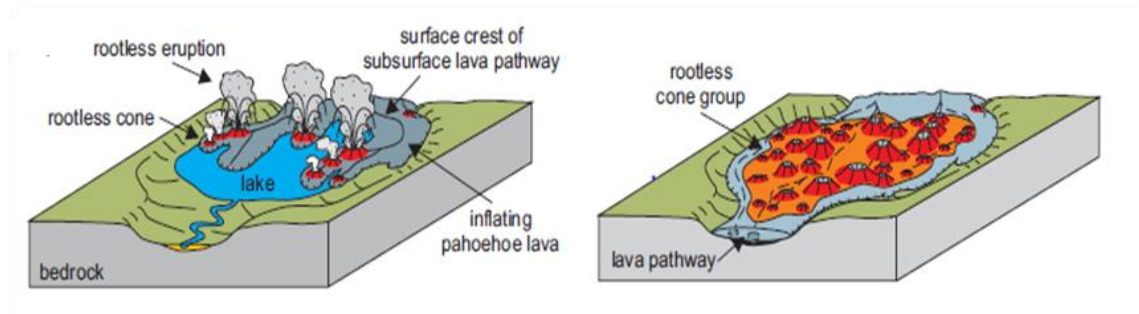


Figura 61 – Modelo esquemático de formação de cones sem raiz, de Thordarson & Höskuldsson (2008).

No caso de Skútustaðagígar, há um conjunto de dezenas de pseudocrateras, que foram formadas há cerca de 2.300 anos, quando fluxos de lavas basálticas se espalharam sobre áreas alagadas da margem sul do Lago Mývatn, hoje classificada como um monumento natural do país (Figuras 62).



Figura 62 – A) e B) Morfologia dos cones sem raízes (pseudocrateras) observados nos arredores do Lago Mývatn; C) Grupo da excursão percorrendo a encosta de pseudocratera.

Em seguida foi visitado o **Vulcão Hverfjall**, que é uma estrutura vulcânica de cerca de 1.000 m de diâmetro e 140 m de profundidade, que representa um clássico exemplo de “tuff ring”, um dos maiores do mundo, posicionado na parte sul do enxame de fissuras do Sistema Vulcânico Krafla. Foi formado há cerca de 2.500 anos, durante o episódio eruptivo conhecido como “Hverfjall Fires”. Inclui depósitos freatomagmáticos e fluxos de lava, que se formaram em três fases da erupção (Mattsson & Höskuldsson, 2011): Fase 1 - dominada por depósitos de queda produzidos por erupção freatomagmática, associada a um ambiente lacustre raso; Fase 2 – envolve a abertura de novas fontes em solo seco, com deposição de escórias e fluxos de lava, que atingiram o Lago Mývatn; Fase 3 – houve redução da taxa de erupção, com uma mudança na atividade de depósitos de queda e fluxos de lava, para explosões discretas e colocação de ondas de base surge, que atingiram até 5 km de distância da fonte.

Acessando a uma trilha de cerca de 500 m da porção noroeste do edifício vulcânico, foi possível visitar a borda do Vulcão Hverfjall, onde estão expostos depósitos estratificados de tefra basáltica, que alternam camadas centimétricas de granulação lúpili, com finas camadas de tufos de cinzas vulcânicas, alguns leitos concentrando fragmentos esféricos. Estas camadas mergulham no sentido da encosta do vulcão. No centro do anel observa-se um cone vulcânico menor, que se entende como relacionado às fases finais do episódio eruptivo, de menor intensidade (Figura 63).



Figura 63 – (A) Quadro com imagem aérea do Vulcão Hverfjall; (B) Trilha na encosta do vulcão; (C) e (D) Imagens do grupo na borda do vulcão. Notar em “D” cone menor no centro da estrutura; (E) e (F) Aspectos dos depósitos estratificados de tefra observados na borda do vulcão.

V - RISCOS GEOLÓGICOS OBSERVADOS NA ISLÂNDIA

Os riscos geológicos observados no roteiro da excursão, em sua maioria, estão relacionados às atividades vulcânicas. A cidade de Grindavik, situada no sudoeste da Islândia, foi desocupada devido à erupção do vulcão Sundhnukur, que iniciou em dezembro de 2023 e teve continuidade no ano seguinte. Para conter o fluxo de lava, foram construídos diques de contenção de 4 a 8 m de altura, com material vulcânico. Esses diques não foram suficientes para proteger a cidade de Grindavik, que foi atingida pela lava (Figuras 64, 65). Além disso, trincas de alívio de pressão danificaram algumas construções (Figuras 66, 68). Nas imagens do Google Earth é possível observar que as lavas chegaram a Grindavik.



Figura 64 - Imagens aéreas de Grindavik, com destaque vermelho às áreas afetadas pela lava que invadiu a cidade.



Figura 65 – Registro do fluxo de lava que atravessou a estrada e alcançou o dique de contenção.



Figura 66 – Registros de edificação interditada e evacuada em Grindavik.



Figura 67 - Grande trinca de alívio de pressão que afetou a cidade.

Na Islândia também foi observado o risco de queda de blocos e a suscetibilidade a movimentos de massa, em áreas turísticas.

Em Anarker há potencial para quedas de blocos. A caverna é um túnel de lava que apresenta muitos blocos fraturados no teto, sendo alguns aparentemente soltos (Figuras 68, 69). O grande número de blocos soltos e irregulares da base desta caverna dificulta a locomoção no seu interior. Para a visita é necessário estar equipado de capacete, lanterna potente e vestimentas apropriadas.



Figura 68 - Blocos de rocha com risco de desprendimento no tubo de lava de Anarker.

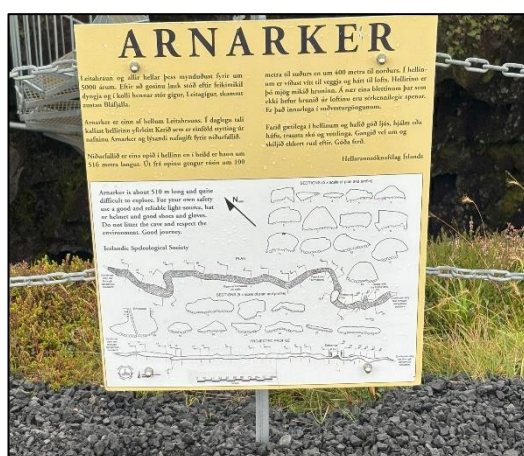


Figura 69 - Ilustração esquemática do tubo de Anarker.

Em Landmannalaugar observou-se uma alta suscetibilidade a movimentos de massa nos depósitos de rochas piroclásticas friáveis (Figura 70). Landmannalaugar está situada na região centro-sul da Islândia e possui boa infraestrutura turística com estacionamento, campings e trilhas. Os locais suscetíveis aos movimentos de massa, encontram-se a uma distância segura das trilhas.



Figura 70 - Cicatrizes de deslizamento planar e feições erosivas como sulcos e ravinas em rochas piroclásticas.

VI – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia – Trip Ártica II constituiu uma oportunidade excepcional para os pesquisadores do Serviço Geológico do Brasil ampliarem seus conhecimentos técnicos em temas diversos relacionados à vulcanologia e geoconservação, conforme apresentado neste relatório. Além do aprimoramento técnico-científico, a atividade também proporcionou significativo crescimento pessoal, por meio da troca de experiências em um país de características geológicas, sociais e culturais singulares.

Com base nas observações realizadas e na experiência adquirida durante a excursão, são apresentadas a seguir recomendações pertinentes aos interessados em realizar atividades técnicas similares:

- **Clima:** o período de julho a setembro, correspondente ao verão islandês, é o mais adequado para a realização de viagens de caráter geológico. A Islândia, localizada próxima ao Círculo Polar Ártico, apresenta grande parte do ano temperaturas muito baixas e elevada instabilidade meteorológica. Mesmo durante o verão, observam-se variações abruptas de temperatura ao longo do dia, chuvas intermitentes e ventos intensos, o que requer planejamento e equipamentos adequados;
- **Custo:** a Islândia apresenta alto custo de vida, em razão do isolamento geográfico, das condições climáticas rigorosas e da limitada produção agrícola. A maior parte dos produtos é importada, com transporte marítimo ou aéreo, o que eleva os preços. Além disso, o mercado interno é pequeno e concentrado em poucas empresas, resultando em baixa competitividade e custos elevados para bens e serviços
- **Saúde:** é obrigatória a contratação de seguro-saúde internacional para turistas, uma vez que o sistema público de saúde islandês atende exclusivamente aos cidadãos do país, e o atendimento médico privado possui custos elevados;

- **Segurança:** a Islândia é um país de alta atividade geológica, caracterizada pela ocorrência de vulcanismo ativo, fontes geotermiais, glaciares e intensa dinâmica tectônica. Assim, recomenda-se acompanhamento constante das informações meteorológicas e geodinâmicas divulgadas pelos órgãos oficiais e sistemas locais de alerta, visando à prevenção de acidentes relacionados a erupções vulcânicas, terremotos, ventos fortes, ondas de grande amplitude e nevascas;
- **Recomenda-se:** seja feliz, vá à Islândia! Mas planeje-se com antecedência — faça uma boa economia, programe o período de sua viagem, contrate um seguro-viagem e mantenha-se sempre atento às notícias sobre a dinâmica geológica do país.

Em síntese, a experiência demonstrou-se altamente proveitosa sob os aspectos técnico, científico e cultural, reforçando a importância da participação dos pesquisadores do Serviço Geológico do Brasil em atividades internacionais voltadas ao aprimoramento do conhecimento geológico e à ampliação da cooperação científica.

O Serviço Geológico do Brasil deve reconhecer a relevância da participação de seus pesquisadores em iniciativas dessa natureza, que fortalecem a capacitação técnica da instituição, ampliam o intercâmbio de experiências com entidades congêneres e contribuem para o avanço do conhecimento geocientífico aplicado ao território nacional.

VII – AGRADECIMENTOS

Agradecimentos são devidos à Diretoria Executiva do Serviço Geológico do Brasil-CPRM, por autorizar a participação de pesquisadores na Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia. Os conhecimentos adquiridos certamente serão aplicados em ações e projetos desenvolvidos no Serviço Geológico do Brasil, em temáticas afins à vulcanologia, geotectônica, geoconservação, geotermia, riscos geológicos e divulgação geocientífica.

Agradecimentos especiais são extensivos aos responsáveis pela programação técnica e organização logística da excursão, os geólogos Mariane Dornas Martins (SGB-CPRM, cedida para ANM), Macell Leonard Besser (SGB-CPRM) e Birgir Vilhelm Óskarson (Natural Science Institute of Iceland), e a Magnus Brekkan, por todo apoio e atenção recebidos. A expertise e dedicação deste grupo foi um diferencial para o êxito da excursão!

VIII - REFERÊNCIAS

- GUÐMUNDSSON, M. T.; BONNEL, A.; GUNNARSSON, K. (2002). *Seismic soundings of sediment thickness on Skeiðarársandur, SE-Iceland*. Jökull, 51, 53–64. Disponível em Jökull Journal – artigo completo em PDF
- JERRAN, D. (2018). Introdução à vulcanologia. Oficina de Textos. São Paulo.
- Jóhannesson, H. (2014). *Geological map of Iceland, 1:600.000. Bedrock geology*. Icelandic Institute of Natural History and Iceland Geodetic Survey, Reykjavík.
- Khodayar, M.; Björnsson, S.; Víkingsson, S.; Jónsdóttir, G. S. (2020). Unstable Rifts, a Leaky Transform Zone and a Microplate: Analogues from South Iceland. *Open Journal of Geology*, 2020, 10, 317-367.
- LIU, E.J, CASHMAN, K.V.; HÖRKULDSSON, A. (2017). Contrasting mechanisms of magma fragmentation during coeval magmatic and hydromagmatic activity: the Hverfjall Fires fissure eruption, Iceland. *Bulletin of Volcanology*. 79(10),68. DOI 10.1007/s00445-017-1150-8
- MARTINS, M. D.; BESSER, M. L.; ÓSKARSSON, B. V. (org.). *Guia de Campo – Excursão Técnica de Vulcanologia na Islândia (TRIP II)*. Reykjavik: Agência Nacional de Mineração; Serviço Geológico do Brasil; Instituto de Ciências Naturais da Islândia, 2025. 56 p.
- ÓSKARSSON, B.V. (2019). *Geological Map of Eastern Iceland in scale of 1:100.000*, 1st ed. Icelandic Institute of Natural History.
- THORDARSON, T.; SELF, S. (2003). "Atmospheric and environmental effects of the 1783–1784 Laki eruption: A review and reassessment". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 108 (D1): 4011.
- Thordarson, T. & G. Larsen 2007. Volcanism in Iceland in Historical Time: Volcano types, eruption styles and eruptive history. *Journal of Geodynamics*., 43, 1, 118–152. <https://doi.org/10.1016/j.jog.2006.09.005>.
- Thordarson, T. & Höskuldsson, A. (2008) Postglacial volcanism in Iceland. *Jokull*, 58(1). DOI 10.33799/jokull2008.58.197.
- WALKER, G.P.L. (1958). Geology of the Reydarjördur area, Eastern Iceland. *Quarterly Journal of the Geological Society*. v114. 367-391p.

ANEXO I

06/11/2025, 14:55

SEI/CPRM - 2535234 - Despacho



PRESIDÊNCIA

DIRETORIA DE GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS - DGM

DESPACHO

Processo nº 48098.000588/2025-52

Destinatário: PRESIDÊNCIA

Em resposta aos ofícios nº 2/2025/NUBA/SUREG-SP/PR/CA-CPRM, nº 4/2025/NUBA/SUREG-SP/PR/CA-CPRM e nº 5/2025/NUBA/SUREG-SP/PR/CA-CPRM, e no que se refere a participação dos pesquisadores da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais nas programações citadas, destacamos:

- Em conformidade com decisão da Diretoria Executiva, em reunião realizada no dia 05/maio/2025, os pesquisadores da DGM abaixo relacionados serão liberados por até 10 dias de suas atividades funcionais, 5 dos quais são previstos no XXVI Acordo Coletivo de Trabalho (Cláusula 34, parágrafo 1), e os outros 5 serão abonados pela Diretoria. Para os demais dias, é indicado agendamento de gozo de férias ou de folgas compensatórias (folgas de campo ou administrativas);

- Todas as chefias imediatas dos participantes deverão se manifestar a respeito da solicitação, destacando se a liberação dos pesquisadores implicará em algum prejuízo nas ações e entregas pactuadas.

Pesquisadores da DGM:

1) Excursão Técnica dos Andes. Período de afastamento de 07 a 20 de junho (10 dias úteis). Ofício nº 5/2025/NUBA/SUREG-SP/PR/CA-CPRM

Frank Gurgel Santos
Carlos Augusto Brasil Peixoto
Carolina Reis
Lucio Anderson Martins
Marcos Nóbrega II
Alessandra Elisa Blaskowski

2) Curso de Vulcanologia de Campo na Islândia. Período 22 de agosto a 08 de setembro (12 dias úteis). Ofício nº 2/2025/NUBA/SUREG-SP/PR/CA-CPRM

Carolina Reis
Lúcia Travassos da Rosa Costa
Michel Marques Godoy
Roberta Galba Brasilino

3) Curso de Vulcanologia de Campo na Islândia. Período 22 de agosto até 22 de setembro (22 dias úteis). Ofício nº 4/2025/NUBA/SUREG-SP/PR/CA-CPRM

Marcell Leonard Besser

Atenciosamente,



Documento assinado eletronicamente por FRANCISCO VALDIR SILVEIRA, Diretor(a) de Geologia e Recursos Minerais, em 06/05/2025, às 19:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site sei.sgb.gov.br/autenticidade, informando o código verificador 2535234 e o código CRC 8CEC8915.

Referência: Processo nº 48098.000588/2025-52

SEI nº 2535234

ANEXO II

06/11/2025, 14:56

SEI/CPRM - 2524758 - Despacho



PRESIDÊNCIA

DIRETORIA DE INFRAESTRUTURA GEOCIENTÍFICA - DIG

DESPACHO

Processo nº 48098.000588/2025-52

Destinatário: PRESIDÊNCIA

Prezado Diretor-Presidente,

Em atenção ao Despacho ASSUNI (2513878) e ao Despacho PR (2516631), referente as considerações para o afastamento do país das colaboradoras **ANDREA SANDER, CRISTIANE SILVA DE SOUSA** e **PATRICIA DURINGER JACQUES**, lotadas nesta Diretoria, informo que não há óbice desde que não haja despesas para o SGB/DIG.

Atenciosamente,

SABRINA SOARES DE ARAÚJO GÓIS
Diretora de Infraestrutura Geocientífica



Documento assinado eletronicamente por **SABRINA SOARES DE ARAUJO GOIS, Diretor(a) de Infraestrutura Geocientífica**, em 23/04/2025, às 18:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

ANEXO III

06/11/2025, 14:56

SEI/CPRM - 2517927 - Despacho



PRESIDÊNCIA

DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL - DHT

DESPACHO

Processo nº 48098.000588/2025-52

Destinatário: PR-PRESIDENCIA

Prezado Diretor-Presidente,

Em atenção ao Despacho PR 2516631, segue, através do Despacho DEGET 2517907, considerações sobre o pedido de afastamento do país da funcionária MARIA EMÍLIA RADOMSKI BRENNY.

Em síntese, não há óbice, desde que não haja despesas para o SGB/DHT/DEGET.

Atenciosamente,

Documento assinado eletronicamente

ALICE SILVA DE CASTILHO

Diretora de Hidrologia e Gestão Territorial



Documento assinado eletronicamente por ALICE SILVA DE CASTILHO, Diretor(a) de Hidrologia e Gestão Territorial, em 16/04/2025, às 09:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site sei.sgb.gov.br/autenticidade, informando o código verificador 2517927 e o código CRC 76514494.

Referência: Processo nº 48098.000588/2025-52

SEI nº 2517927