

(Fig. 2; Craddock, 1969; Webers et al., 1992a; Castillo et al., 2017).

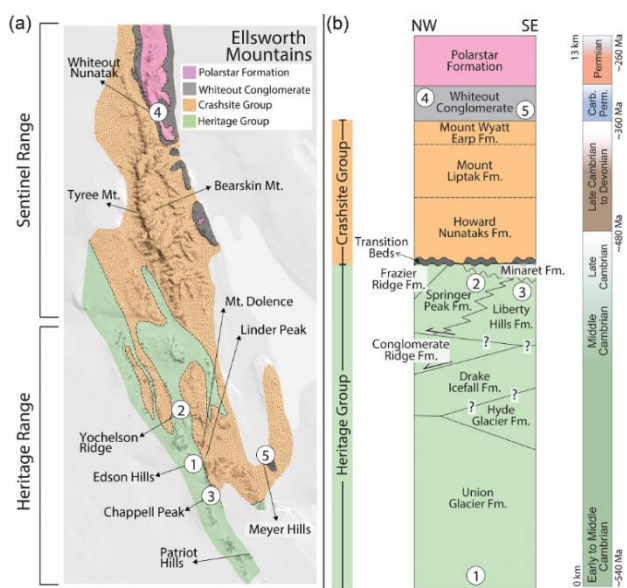


Figura 2 - Mapa geológico simplificado das Montanhas Ellsworth a partir de Craddock (1969), juntamente com o local de coleta das amostras - Modificado de: J. Bastias-Silva et al., 2024.

Diversos estudos aferiram a evolução geológica das Montanhas Ellsworth juntamente com sua significância paleogeográfica (ver Curtis et al., 1999; Curtis, 2001; Flowerdew et al., 2007; Dalziel, 2007, 2014; Castillo et al., 2017; Craddock et al., 2017). No entanto, sua evolução tectonotermal é pouco compreendida, com exceção apenas do estudo de Fitzgerald e Stump (1991), que denotaram um evento de soerguimento no início do Cretáceo com base em análises por traços de fissão em apatita. A maioria dos estudos sobre a história tectonotermal da Antártica Ocidental tem sido conduzida na Península Antártica (ver Guenther et al., 2010; Twinn et al., 2022; Bastias et al., 2022) e na Ilha Thurston (ver Zundel et al., 2019). Esforços complementares a fim de delimitar a evolução da paisagem da região foram realizados nas Montanhas Transantárticas (Fitzgerald e Stump, 1997), montanhas essas que se estendem por cerca

de 3000 km e dividem o que entendemos por Antártica Oriental e Ocidental (Goodge, 2020). Para melhor compreender a evolução térmica das Montanhas Ellsworth, apresentamos aqui novos dados coletados através de zircão (U–Th) / He (ZHe) a fim de restringirmos sua história térmica e, assim, a formação de sua atual paisagem. Ademais, o (U–Th) / He é um sistema termocronométrico sensível a baixas temperaturas (Wolf et al., 1996) e tem o potencial de fornecer dados robustos sobre a evolução térmica de bacias, bem como suas histórias subsequentes de exumação (ver Ault et al., 2019; Dai et al., 2020).

METODOLOGIA:

A utilização de dados termocronométricos de baixa temperatura é um método extremamente eficaz no que diz respeito à obtenção de histórias termocronológicas de rochas (Bargnesi et al., 2016). O sistema do zircão por (U–Th) / He tem uma temperatura de fechamento para a difusão de He de aproximadamente 195–175 °C (Dodson, 1973), permitindo o fornecimento de idades de resfriamento que podem estar associadas a processos superficiais na crosta terrestre. Ainda, a robustez do zircão em relação ao intemperismo e à alteração durante o transporte e a diagênese é singularmente útil em sistemas clásticos, como é o caso das rochas expostas nas Montanhas Ellsworth. Portanto, a datação realizada através do zircão (U–Th)/He é uma importante ferramenta capaz de fornecer informações sobre a evolução térmica de uma determinada rocha.

Além do emprego de zircão por (U–Th) / He, complementarmente este trabalho também

estará fazendo uso da Termocronologia por Traços de Fissão (TTF) no mineral apatita. A apatita é um mineral acessório comum em rochas ígneas, metamórficas e rochas sedimentares (Morton & Hallsworth, 1999; Piccoli & Candela, 2002). Ademais, a TTF em apatita vem sido extensivamente utilizada, juntamente com outros métodos de datação radiométricos, tais como U-Pb (por exemplo, Hasebe et al., 2009), (U-Th)/He (Reiners, 2005), Lu-Hf (Barfod et al., 2003) e Nd (Gregory et al. 2009) para compreender a termocronologia de rochas em uma variedade de ambientes geológicos: isto é, a análise da história térmica de rochas do embasamento orogênicos, termocronologia usando grãos detríticos em rochas sedimentares para análise de proveniência e análise da história térmica.

Especificamente, o uso da TTF nos permitirá obter informações tais como: história térmica (paleotemperaturas, tempo de resfriamento a partir das paleotemperaturas, caracterização dos mecanismos de aquecimento e resfriamento, gradientes paleogeotermiais), proveniência e identificação de eventos térmicos (tectônicos, soterramento ou soerguimento) ocorridos durante a história geológicas das amostras.

RESULTADOS:

Como demonstrado na figura 2, tivemos amostras que foram coletadas de várias formações dentro do Grupo Heritage e do Conglomerado Whiteout. Essas idades nos fornecem *insights* sobre a evolução da paisagem das Montanhas Ellsworth, pois sugerem que essas rochas foram soterradas e aquecidas após o período de deposição. Um

evento de resfriamento destas rochas também foi registrado durante o Jurássico–Cretáceo Inferior. Evento esse que interpretamos como sendo a representação de um episódio de exumação em resposta ao soerguimento das Montanhas Ellsworth.

Sample and aliquots	South	West	Altitude (m a.s.l.)	Lithology	Group	Unit	Stratigraphic age ^a	⁴ He (pmol)	U (ng)	Th (ng)	Ra (μm)	Mass (g)	⁴ He (nmol g ⁻¹)	U ± (ppm)	Th ± (ppm)	eU (ppm)	Uncorr. date (Ma)	±2σ (Ma)	F _y	Corrected date (Ma)						
13EG01	-79.80	-83.65	987	Sandstone	Heritage Group	Union Formation	early Cambrian (~510-520Ma)	0.54 0.33 0.38	0.0033 0.0021 0.0035	0.88 0.39 0.76	0.013 0.006 0.011	0.30 0.34 0.45	0.004 0.005 0.006	49 45 58	0.00271 0.00213 0.00392	129 101 86	0.8 0.6 0.5	210 118 113	3.0 1.7 1.6	72 103 67	1.0 1.5 1.0	227 142 129	104.6 130.5 123.0	3.0 3.5 3.4	0.8 0.7 0.8	139.3 178.2 155.8
13EG05	-79.61	-84.45	1443	Sandstone	Heritage Group	Springer Peak	middle to late Cambrian (~520-480Ma)	0.62 0.21 0.56	0.0038 0.0009 0.0023	0.72 0.29 0.78	0.010 0.004 0.011	0.42 0.15 0.42	0.006 0.002 0.006	49 41 48	0.00309 0.00165 0.00230	133 84 144	0.8 0.3 0.6	155 115 200	2.2 1.6 2.8	91 58 107	1.3 0.8 1.5	177 128 225	138.2 119.9 117.6	3.8 3.2 3.1	0.8 0.7 0.7	184.0 169.2 157.5
EHD0801A	-79.97	-82.94	1240		Heritage Group	Liberty Hills Formation	middle to late Cambrian (~520-480Ma)	0.14 0.02 0.11	0.0006 0.0001 0.0005	0.22 0.05 0.18	0.003 0.001 0.003	0.12 0.001 0.08	0.002 0.000 0.001	41 40 37	0.00137 0.00004 0.00090	64 8 71	0.3 0.0 0.3	99 20 118	1.4 0.3 1.7	57 5 54	0.8 0.1 0.8	112 21 130	105.5 72.2 100.6	2.8 2.1 2.7	0.7 0.7 0.7	149.7 102.9 148.3
13EG10	-77.60	-86.32	1810	Conglomerate sandstone (matrix)	Whiteout Conglomerate	Pennina to Carboniferous (~360-360Ma)		1.13	0.0047	1.61	0.023	0.14	0.002	39	0.00201	466	1.9	662	9.4	57	0.8	676	126.6	3.6	0.7	181.7
13EG15	-79.77	-81.30	600	Conglomerate sandstone (matrix)	Whiteout Conglomerate	Pennina to Carboniferous (~360-360Ma)		2.65 0.77 1.16	0.0109 0.0035 0.0053	3.80 0.37 0.33	0.054 0.005 0.005	0.39 0.001 0.00	0.006 0.001 0.000	58 50 51	0.00508 0.00029 0.00001	324 156 222	1.3 0.7 1.0	465 76 63	6.6 1.1 0.9	47 11 1	0.7 0.2 0.0	476 78 63	124.9 357.4 614.2	3.5 10.5 18.8	0.8 0.8 0.8	158.2 467.2 790.4
Standard ECTM-214 ECTM-213								0.14 0.19	0.0007 0.0012	1.04 1.42	0.015 0.020	0.88 0.82	0.013 0.012	41 43	0.00158 0.00224	63 67	0.3 0.4	485 599	6.6 7.3	387 295	5.6 4.2	546 578	21.4 21.5	0.5 0.6	0.7 0.7	30.3 30.0

Tabela 1 - Resultados da datação grão a grão por (U-Th)/He em zircão do Grupo Heritage e do Conglomerado Whiteout. Modificado de Bastias-Silva et al., 2024.

Além disso, nossos resultados mostram que, enquanto as idades de ZHe retiradas da base das Montanhas Ellsworth foram completamente *resetadas*, em direção ao topo, as idades de ZHe foram apenas parcialmente *resetadas* (Tabela 1). O soerguimento e a exumação das Montanhas Ellsworth durante o Jurássico–Cretáceo Inferior ocorreram contemporaneamente à rotação e translação desse bloco crustal em relação à Antártica Oriental e possivelmente à Península Antártica.

A aplicação de Traços de fissão em apatita está em andamento e na versão final deste trabalho, as mesmas serão apresentadas.

CONCLUSÕES:

Com base nos resultados obtidos, sugerimos que o soerguimento das Montanhas Ellsworth durante a fragmentação de Gondwana fornece evidências adicionais para uma grande reorganização dos blocos crustais entre as placas Sul-Americana, Africana, Australiana e Antártica. Por fim, o soerguimento das Montanhas Ellsworth começou durante o Jurássico, o que antecede o soerguimento do Cretáceo Inferior das Montanhas Transantárticas. Sugerimos então que, a exumação relacionada ao *rift* das Montanhas Ellsworth ocorreu em dois eventos: (i) um soerguimento jurássico associado à fragmentação do sudoeste de Gondwana e (ii) um soerguimento do Cretáceo Inferior relacionado à separação entre a Antártica e a Austrália, que também é registrado nas Montanhas Transantárticas.

BIBLIOGRAFIA

AULT, Alexis K; GAUTHERON, Cécile; KING, Georgina E. Innovations in (U–Th) / He, fission track, and trapped charge thermochronometry with applications to earthquakes, weathering, surface-mantle connections, and the growth and decay of mountains, *Tectonics*, 38, 3705–3739, <https://doi.org/10.1029/2018TC005312>, 2019.

BARFOD, Gry H; OTERO, Olga; ALBARÈDE, Francis. Phosphate Lu–Hf geochronology. *Chemical Geology*, 200, 241-253. [doi.org/10.1016/S0009-2541\(03\)00202-X](https://doi.org/10.1016/S0009-2541(03)00202-X), 2003.

BARGNESI, Evan E. et al. Improved accuracy of zircon (U–Th) / He ages by rectifying parent nuclide zonation with practical methods *Chem. Geol.*, 426, 158–169, <https://doi.org/10.1016/j.chemgeo.2016.01.017> 2016.

BASTIAS, Joaquin Silva. et al. Cretaceous magmatism in the Antarctic Peninsula and its tectonic implications, *J. Geol. Soc.*, 180, 1–18, <https://doi.org/10.1144/jgs2022-067>, 2022.

BASTIAS, Joaquin Silva. et al. Uplift and denudation history of the Ellsworth Mountains. *Solid Earth*, 15, 555–566, <https://doi.org/10.5194/se-15-555-2024>, 2024.

CASTILLO, Paula. et al. Provenance and age constraints of Paleozoic siliciclastic rocks from the Ellsworth Mountains in West Antarctica, as determined by detrital zircon geochronology, *GSA Bull.*, 129, 1568–1584, 2017.

CRADDOCK, C.: Geological Map of Antarctica. Sheet 4, Ellsworth Mountains 1 : 1000000, *Am. Geog. Soc.*, <https://maps.apps.pgc.umn.edu/id/258> (Último acesso em 30 de julho de 2024), 1969.

CURTIS, Michael L. et al. Middle Cambrian rift-related volcanism in the Ellsworth Mountains, Antarctica: Tectonic implications for the palaeo-Pacific margin of Gondwana, *Tect.*, 304, 275–299, 1999.

CURTIS, Michael L. Tectonic history of the Ellsworth Mountains, West Antarctica: Reconciling a Gondwana enigma, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 113, 939–958, 2001.

DAI, Jin-Gen. et al. Burial and exhumation of the Hoh Xil Basin, northern Tibetan Plateau: Constraints from detrital (U–Th) / He ages, *Bas. Res.*, 32, 894–915, 2020.

- DALZIEL, Ian WD; ELLIOT, David H. West Antarctica: problem child of Gondwanaland, *Tect.*, 1, 3–19, 1982.
- DALZIEL, Ian WD; LAWVER, LA. The Lithospheric Setting of the West Antarctic Ice Sheet, in: *The West Antarctic Ice Sheet: Behavior and Environment*, American Geophysical Union (AGU), 29–44, <https://doi.org/10.1029/AR077p0029>, 2001.
- DALZIEL, Ian. WD. The Ellsworth Mountains: Critical and enduringly enigmatic, edited by: Cooper, A. K. and Raymond, C. R., in: *Antarctica: A Keystone in a Changing World*, U.S. Geological Survey Open-File Report 2007-1047, Short Research Paper 004, 5 pp., <https://doi.org/10.3133/of2007-1047.srp004>, 2007.
- DODSON, Martin H. Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 40, 259–274, 1973.
- FITZGERALD, Paul G; STUMP, Edmund. Cretaceous and Cenozoic episodic denudation of the Transantarctic Mountains, Antarctica: New constraints from apatite fission track thermochronology in the Scott Glacier region, *J. Geophys. Res.*, 102, 7747–7765, 1997.
- FLOWERDEW, Michael J. et al. Combined U-Pb geochronology and Hf isotope geochemistry of detrital zircons from early Paleozoic sedimentary rocks, Ellsworth-Whitmore Mountains block, Antarctica, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 119, 275–288, <https://doi.org/10.1130/B25891.1>, 2007.
- GOODGE, Jonh W. Geological and tectonic evolution of the Transantarctic Mountains, from ancient craton to recent enigma, *Gond. Res.*, 80, 50–122, 2020.
- GREGORY, Courtney J. et al. Tracing the evolution of calc-alkaline magmas: In-situ Sm-Nd isotope studies of accessory minerals in the Bergell Igneous Complex, Italy. *Chem. Geol. (Isot. Geosci. Sect.)* 260, 73-86, 2009.
- GUENTHNER, William R. et al. Slab window migration and terrane accretion preserved by low-temperature thermochronology of a magmatic arc, northern Antarctic Peninsula, *Geochem. Geophys. Geosy.*, 11, Q03001, <https://doi.org/10.1029/2009GC002765>, 2010
- HASEBE, Noriko. et al. The effect of chemical etching on LA-ICP-MS analysis in determining uranium concentration for fission-track chronometry. Geological Society, London, Special Publications, 324, 37-46, 2009.
- JORDAN, Tom A; RILEY, Teal R; SIDDOWNAY, Christine S.: The geological history and evolution of West Antarctica, *Nat. Rev. Earth Env.*, 1, 117–133, 2020.
- REINERS, Peter W. Zircon (U-Th)/He thermochronometry. *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, 58, 151-179, 2005.
- RILEY, Teal R. et al. Palaeozoic–Early Mesozoic geological history of the Antarctic Peninsula and correlations with Patagonia: Kinematic reconstructions of the proto-Pacific margin of Gondwana, *Earth-Sci. Rev.*, 236, 104265, <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104265>, 2023.
- MORTON, A.C. & HALLSWORTH, C.R. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones. *Sediment. Geol.* 124, 3-29, 1999.
- PICCOLI, P. M; CANDELA, P. Apatite in igneous systems. In: Kohn, M. L., Rakovan, J. & Hughes, J. M. (eds.) *Phosphates: Geochemical, Geobiological and Materials Importance: Rev. Mineral. Geochem.*, 48, 255-292, 2002.
- SCHOPF, James M. Ellsworth Mountains: position in West Antarctica due to sea-floor spreading, *Science*, 164, 63–66, 1969.
- WEBERS, GF; CRADDOCK, C; SPLETTSTOESSER, JF. Geology and paleontology of the Ellsworth Mountains. *West Antarctica, Geol. Soc. Am. Mem.*, 170, 459, 1992a.
- WOLF, RA; FARLEY, KA; SILVER, LT. Helium diffusion and low-temperature thermochronology of apatite, *Geochim. Cosmochim. Ac.*, 60, 4231–4240, 1996.
- ZUNDEL, Maximilian. et al. Thurston Island (West Antarctica) between Gondwana subduction and continental separation: A multistage evolution revealed by apatite thermochronology, *Tect.*, 38, 878–897, 2019.