

Figura 1 - Uma família de mergansos atravessa rodovia movimentada protegida por um grupo de voluntários que param o trânsito para a passagem das aves. Elas põem seus ovos e têm seu ninho num parque da cidade que fica a um quilômetro de distância do rio Vístula (Polônia).

Crédito: Grzegorz Dlugosz

Caro leitor,

Estou enviando a vocês a 12ª edição da Newsletter “Ciência em Panorama”.

Se você não pertence à comunidade USP e deseja receber a newsletter “Ciência em Panorama”, envie uma mensagem com seu nome para onody@ifsc.usp.br

Você encontra todas as edições do Ciência em Panorama [nesta página](#).

Artigos mais extensos sobre Ciência e Tecnologia você encontra [aqui](#).

Sejam bem-vindos calouros 2025!

Um abraço,
Prof. R. N. Onody

Boa Leitura!

Nesta edição:

- **Bioquímica**
[DdrC – a proteína reparadora do DNA](#)
- **Astronomia**
 1. [O menor sistema estelar triplo](#)
 2. [A nave espacial mais rápida já construída pelo ser humano](#)
- **Biologia Molecular**
[O microRNA e o Prêmio Nobel de Fisiologia de 2024](#)
- **Geometria Algébrica**
[Novo recorde - uma curva elíptica com rank 29](#)
- **Antártica**
[A23a – o maior iceberg do mundo está encalhado](#)
- **Apêndice**
[Calendário 2025 em 1 página](#)

• Bioquímica

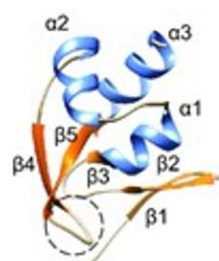
DdrC – a proteína reparadora do DNA

A bactéria esférica *Deinococcus radiodurans* foi descoberta no Oregon (EUA) em 1956 e seu DNA foi completamente sequenciado em 1999. Facilmente cultivável, ela não é patogênica. Ela pode ser encontrada no solo, na carne, fezes e até em instrumentos médicos já que resiste aos produtos de higienização.

O *Deinococcus radiodurans* é um organismo extremamente resistente a altas doses de radiação de luz ultravioleta e raios-x. Sem sofrer qualquer mutação, ele suporta até 5.000 Gy (Gy = 1 gray e corresponde à absorção de 1 joule de energia radiante por quilograma de matéria) e isso é mil vezes mais do que aguenta a célula humana! Para efeito de comparação, uma chapa de raios-x do tórax equivale a 1 mGy (um milésimo de Gray).



(a)



DdrC

(b)

Figura 2 - (a) a bactéria *Deinococcus radiodurans*. Em 2020, experimentos confirmaram que ela sobreviveu do lado de fora da Estação Espacial Internacional por 3 anos! (b) a proteína DdrC (abreviação para DNA damage response C) reparadora de danos no DNA. Hoje, o organismo conhecido mais resistente à radiação é a archaea *Thermococcus gammatolerans* que sobrevive a inacreditáveis 30.000 Gy.

Tamanha resistência à radiação despertou o interesse dos cientistas em descobrir qual o seu responsável. Em agosto de 2024, um estudo minucioso identificou a *proteína DdrC* (DNA damage response C) como sendo a principal responsável pela reparação dos danos no DNA.

O DdrC escaneia o DNA procurando por lesões. Essas lesões (como as provocadas pelo UV na pele) podem ser locais em que houve quebra de uma ou das duas fitas da dupla hélice do DNA. E o mais espantoso, o DdrC não só localiza como *corrige a lesão* – é um agente reparador do DNA!

A bactéria *Deinococcus radiodurans* é capaz de consertar *centenas* de fragmentos quebrados no seu DNA. Bem diferente do que acontece com os seres humanos. Aqui bastam *duas lesões* para que o DNA não possa mais ser reparado e a célula morra.

- **Astronomia**

1. **O menor sistema estelar triplo**

Um trio de estrelas têm órbitas tão próximas umas das outras que o sistema triplo todinho caberia no interior da órbita do planeta Mercúrio em torno do Sol. Um recorde.

O sistema estelar triplo TIC290061484 foi detectado e estudado pelo telescópio espacial [TESS](#) (Transiting Exoplanet Survey Satellite). Lançado em 2018 (em uma parceria do MIT com a NASA), o TESS tem uma órbita elíptica em torno da Terra bastante excêntrica, com perigeu de 108 mil quilômetros e apogeu de 375 mil quilômetros. Projetado para detectar exoplanetas, ele tem um sistema sofisticado de câmeras que são muito sensíveis a mudanças de intensidade luminosas. Apropriadas para investigar trânsitos de planetas em torno de suas estrelas ou eclipses de estrelas em sistemas múltiplos.



Figura 3 - O sistema estelar triplo TIC290061484 cabe completamente no interior da órbita de Mercúrio cuja distância média ao Sol é de 58 milhões de quilômetros. O trio de estrelas está a uma distância de 5.000 anos-luz da Terra. Estão em rota de colisão. Daqui há 20 milhões de anos, explodirão como uma supernova formando uma estrela de nêutron.

Crédito: Ilustração artística NASA's Goddard Space Flight Center

O [sistema é composto](#) por um *par central* de estrelas (com massas 6,11 e 6,85 massas solares, indicadas no canto inferior direito da Figura 3) que rotacionam entre si com um período de 1,8 dias (o que significa que essas estrelas distam entre si meros 8 milhões e 700 mil quilômetros ou 22 vezes a distância Terra-Lua), e uma *terceira estrela* (com 7,9 massas solares, indicada à esquerda na Figura 3) que orbita o par central em 24,5 dias.

2. A nave espacial mais rápida já construída pelo ser humano

Na véspera do Natal, 24 de dezembro de 2024, a [sonda solar Parker](#) estava no seu *periélio mínimo* (a órbita tem vários periélios, veja Figura 4) a uma distância de apenas 6,9 milhões de quilômetros do Sol. Neste ponto, sua velocidade era máxima atingindo inacreditáveis 192 km/s (691.200 km/h). A nave era então, o objeto mais veloz construído (até agora) pelos seres humanos. À guisa de comparação, o Sol viaja a 240 km/s em torno do centro da Via Láctea.

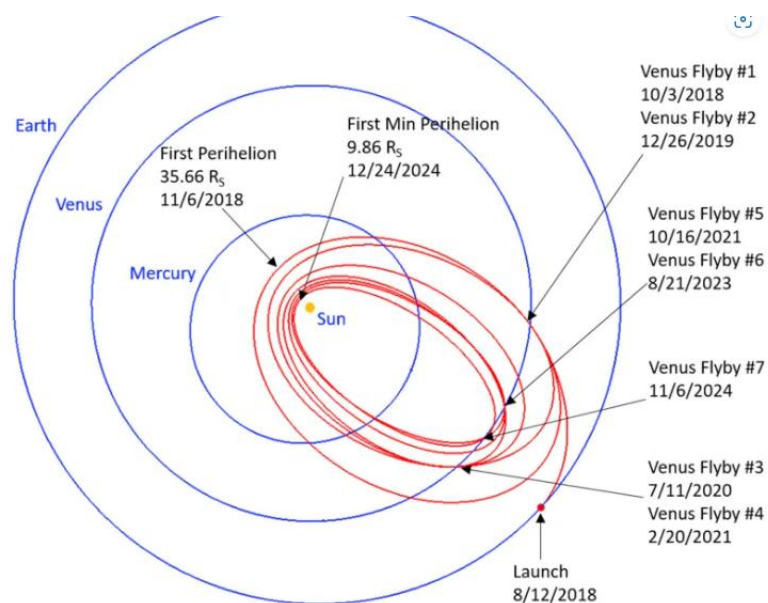


Figura 4 - A órbita da sonda solar Parker envolve o planeta Vênus e o Sol. A nave tem uma armadura feita de um composto de carbono que suporta temperaturas de até 1.377° C.

Crédito: Y. Guo *et al*, Acta Astronautica, 2021 Center

A sonda solar Parker (assim chamada em homenagem ao astrônomo estadunidense Eugene Parker que muito contribuiu ao estudo do vento solar) foi lançada em agosto de 2018. Sua órbita elíptica é muito influenciada pelo planeta Vênus. No dia 6 de novembro de 2024, sobrevoou o planeta a apenas 317 quilômetros da superfície de Vênus.

- **Biologia Molecular**

O microRNA e o Prêmio Nobel de Fisiologia de 2024

Em 1993, [Victor Ambros](#) e [Gary Ruvkun](#) estudavam uma mutação genética do verme *Caenorhabditis elegans*. Normalmente, este nematóide passa por 4 estágios larvários, mas, a forma mutante jamais conseguia passar do primeiro estágio de larva, nunca chegando assim à idade adulta.



Figura 5 - O *Caenorhabditis elegans* é um verme de 1 milímetro de comprimento, transparente, que vive no solo e se alimenta de matéria orgânica. Foi o primeiro organismo multicelular a ter seu genoma sequenciado. Com um ciclo de vida curto de apenas 4 dias, é um organismo modelo para a biologia molecular. O estudo do nematóide resultou em dois prêmios Nobel de fisiologia: em 2006 e 2024.

Crédito: Steve Gschmeissner/Science Photo Library

Ambros e Ruvkun identificaram dois genes responsáveis: o *lin-4*, que não codifica para nenhuma proteína e o *lin-14*, que codifica para a proteína ausente na forma mutante. Eles descobriram que após a transcrição, o gene *lin-14* produzia corretamente o seu [RNA mensageiro](#) (mRNA) ao passo que o gene *lin-4* produzia um pequeno RNA com 21 a 23 nucleotídeos e que foi batizado de [microRNA](#) (miRNA). O miRNA do *lin-4* se acoplava ao mRNA do *lin-14* e juntos seguiam rumo aos ribossomos para a etapa de tradução. Lá, o miRNA atuava para *diminuir ou mesmo cessar* a produção da proteína codificada pelo gene *lin-14*.

Os miRNAs são, portanto, ótimos reguladores de genes. Sua atividade é complexa. Um *único* miRNA pode controlar *vários* genes, mas, o oposto também é possível e um *único* gene pode ser regulado por *vários* miRNAs. E, vale lembrar, esse controle pode ser para o bem ou para o mal.

Como um exemplo benéfico temos o eucalipto (*Eucalyptus Grandis*). Ele tem em suas raízes o fungo *Pisolithus microcarpus* que, ao produzir miRNAs, passa a controlar e [colonizar](#) a raiz. Nesta simbiose, o fungo troca nutrientes pelo açúcar da planta.

A não expressão gênica de certos miRNAs pode levar a casos de câncer. Em 2004, identificou-se que o silenciamento dos genes *miR15-a* e *miR-16-1* era o responsável pela [leucemia linfocítica crônica](#).

É importante observar que, muito embora tanto os miRNAs quanto os [RNAs de interferência](#) (RNAi) atuem no silenciamento de genes, a origem deles é bem diferente. Enquanto o miRNA está no nosso genoma, no DNA do núcleo da célula, o RNAi está no citoplasma na forma de RNA de dupla hélice (dsRNA) e pode até ser injetado nas células.

Os miRNAs existem em todos os organismos vivos: archaea, bactérias, vírus, plantas e animais. O genoma humano contém mais de 600 miRNAs. Arquivos com a sequência dos miRNAs você encontra nesta [base de dados](#).

Acredita-se que os miRNAs possam regular por volta de 30% das proteínas humanas e estejam envolvidos em inúmeras doenças como câncer, diabetes, cardiovasculares, neurológicas (mal de Alzheimer, Parkinson, ELA), autoimunes etc.

Drogas e terapias a base de miRNAs estão a caminho, mas nenhuma delas até agora passou da fase III nos [testes clínicos](#).

• Geometria Algébrica

Novo recorde - uma curva elíptica com rank 29

Curvas elípticas são *equações polinomiais de terceiro grau* em x e y em que *todos os coeficientes são números racionais*. Através de transformações de coordenadas convenientes, essas equações podem ser reduzidas à chamada [forma normal de Weierstrass](#)

$$y^2 = x^3 + ax + b \quad (1)$$

com a e b números racionais e $\Delta = 4a^3 + 27b^2 \neq 0$

Não confundir o conceito de curvas elípticas com as elipses. Estas últimas são curvas cônicas e correspondem a equações polinomiais do segundo grau. Quando $\Delta \neq 0$ a curva elíptica é denominada *não singular*, o que significa que ela tem reta tangente em todos os pontos (veja Figura 6).

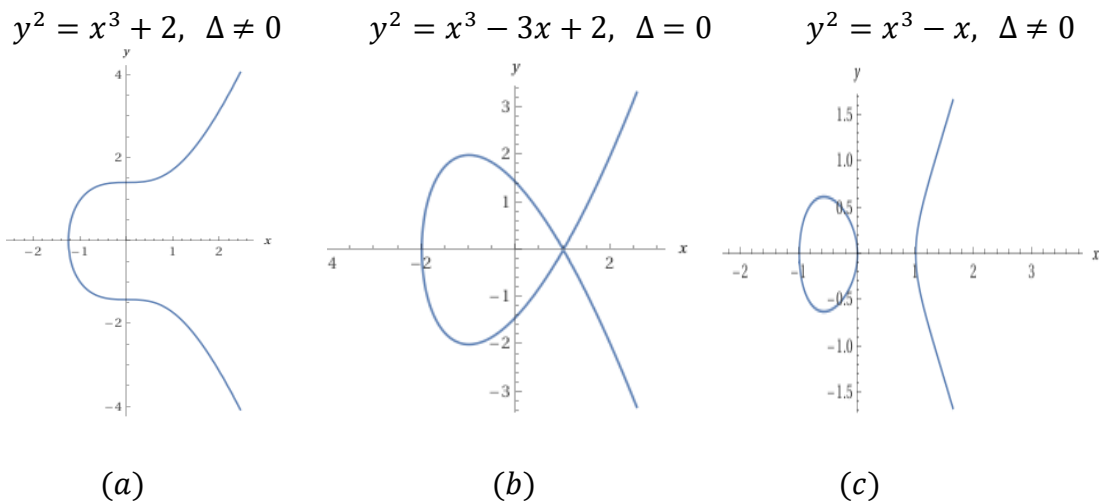


Figura 6 – (a) e (c) curvas elípticas não singulares. A curva (b) é singular pois não tem tangente no ponto (1,0).

Desejamos encontrar números racionais (x,y) que sejam soluções da equação (1). Como veremos mais adiante, essas soluções existem, ao contrário do que acontece, por exemplo, no último Teorema de Fermat que diz: “*Não existem números racionais positivos x e y que sejam solução da equação $x^n + y^n = 1$ para n número inteiro e maior do que 2*”. Esse teorema foi completamente demonstrado por [Sir Andrew Wiles](#) em 1995, no contexto das funções elípticas.

Existem curvas elípticas que têm apenas um número finito de soluções racionais. Por exemplo, a curva $y^2 = x^3 + 2$, Figura 6 (a), só tem o ∞ (infinito) como solução racional (via geometria projetiva). Já a curva elíptica $y^2 = x^3 - x$, Figura 6 (c), tem 4 soluções racionais $(x,y) = (0,0), (1,0), (-1,0)$ e ∞ .

Tudo fica *muito mais interessante* quando a curva elíptica tem um número infinito de soluções racionais.

Na Figura 7 temos a curva elíptica $E_1 : y^2 = x^3 - 3x + 3$. O ponto $P = (1,1)$ é uma solução racional e, por ele, passa a reta tangente a E_1 . Lançaremos mão agora de um método que, a partir do ponto P , conduz a determinação do conjunto infinito de números racionais que são soluções dessa curva elíptica. É uma operação de adição que formará um grupo Abeliano (Figura 7).

A partir do ponto P traçamos a reta tangente $y = 1$. Ela corta a curva E_1 em uma nova solução racional de coordenadas $(-2,1)$ que denotaremos por $P * P$. Combinando com o ponto no infinito (a reta vertical $x = 1$) cortará E_1 em uma outra solução racional $(-2,-1)$ que denominaremos como adição $P + P = 2P$.

A reta que une os pontos P e $2P$ é dada por $y = \frac{1}{3}(2x + 1)$ e ela cruza E_1 no ponto racional $(\frac{13}{9}, \frac{35}{27}) = 2P * P$. Combinando com o ponto no infinito (reta $x = \frac{13}{9}$), teremos um novo racional $(\frac{13}{9}, -\frac{35}{27}) = 2P + P = 3P$. A reta que une P com $3P$ é $y = \frac{1}{6}(-31x + 37)$ e ela cruza E_1 no ponto racional $(\frac{97}{4}, -\frac{953}{8}) = 3P * P$. Combinando com o ponto no infinito (reta $x = \frac{97}{4}$), teremos um novo racional $(\frac{97}{4}, \frac{953}{8}) = 4P$. Prosseguindo dessa maneira, obteremos todas as soluções racionais de E_1 . O procedimento é ilustrado na Figura 7.

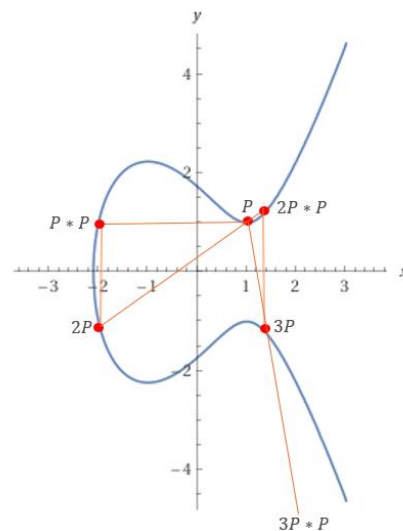


Figura 7 – Curva elíptica $E_1 : y^2 = x^3 - 3x + 3$. Retas (com coeficientes racionais) que unem pontos racionais em E_1 sempre cortam E_1 em novos pontos racionais. O ponto $P=(1,1)$ é o gerador de operações de adição sobre a curva E_1 cujos elementos formam um grupo Abelian pois para quaisquer P, Q e R racionais temos: (a) *Comutatividade*: $P+Q = Q+P$; (b) *Associatividade*: $(P+Q)+R = P+(Q+R)$; (c) *Elemento Neutro*: O (ponto no infinito) e (d) *Elemento Inverso*: para todo P existe elemento inverso $(-P)$ tal que $P+(-P)=(-P)+P = O$

Vejamos agora (Figura 8) a curva elíptica $E_2 : y^2 + y = x^3 - x$. Para os cálculos que faremos mais adiante esse formato da elíptica é mais conveniente, mas, se o leitor preferir, E_2 pode ser reduzida à forma de Weierstrass pela transformação $y \rightarrow \frac{y-4}{8}$ e $x \rightarrow \frac{x}{4}$ que resulta na curva elíptica $y^2 = x^3 - 16x + 16$.

Os $P_1 = (0,0)$ e $P_2 = (-1,0)$ são soluções racionais da curva E_2 .

A reta tangente à curva E_2 em P_1 é $y = -x$. Ela corta E_2 em $P_1 * P_1 = (1, -1)$. Composto com o ponto no infinito (reta vertical $x = 1$) obtemos o ponto racional $2P_1 = (1,0)$. A reta tangente neste ponto é $y = 2x - 2$ que corta E_2 no ponto racional $2P_1 * 2P_1 = (2,2)$. Composto com o ponto no infinito (reta $x = 2$) obtemos a solução racional $4P_1 = (2,-3)$. Continuando este

procedimento *determinaremos todos os infinitos pontos racionais que têm origem no gerador $P_1 = (0,0)$.*

Procedendo de maneira análoga para o ponto $P_2 = (-1,0)$, determinamos a reta tangente $y = 2x + 2$ que intercepta E_2 no número racional $P_2 * P_2 = (6,14)$ (fora dos limites da Figura 8). Compondo com o ponto no infinito (reta $x = 6$) obtemos a solução racional $2P_2 = (6, -15)$. Continuando esse processo, obteremos *todos os pontos racionais que têm origem no gerador $P_2 = (-1,0)$* , veja Figura 8.

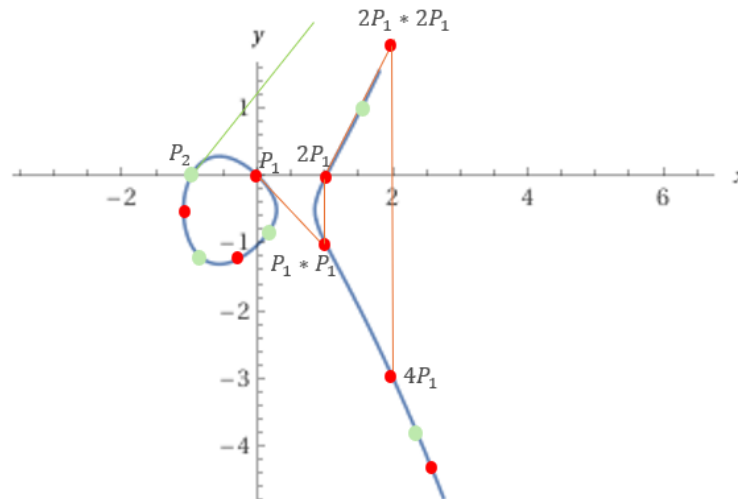


Figura 8 – Curva elíptica $E_2 : y^2 + y = x^3 - x$. As soluções racionais geradas por $P_1 = (0, 0)$ estão indicadas por pontos vermelhos e, as soluções racionais geradas por $P_2 = (-1, 0)$ estão indicadas por pontos verdes. Ambos os conjuntos de pontos vermelhos e verdes são infinitos. Um ponto vermelho poderá coincidir com um ponto verde?

É aqui que entra o conceito do rank de uma curva elíptica. A curva E_2 (Figura 8) tem dois geradores, ou seja, ela é de *rank 2*. A curva E_1 (Figura 7) tem apenas um único gerador, ou seja, ela é de *rank 1*. As curvas da Figura 6: (a) e (c) não têm nenhum gerador, elas são de *rank 0*. Respondendo à pergunta formulada na legenda da Figura 8, a resposta é *Não*. Os geradores $P_1 = (0,0)$ e $P_2 = (-1,0)$ formam uma base independente.

Os resultados acima são consequência direta do [Teorema Mordell-Weil](#) que diz que as soluções racionais de uma curva elíptica formam um grupo Abelianamente finitamente gerado.

Não é simples calcular o [rank de uma curva elíptica](#) pois ele envolve vários conceitos e necessita (de maneira crucial) do auxílio de computadores. Ao leitor interessado eu recomendo o software livre [SageMath](#).

Ainda sobre o cálculo do rank de uma curva elíptica, não posso deixar de mencionar aqui a conjectura de [Birch e Swinnerton-Dyer](#). Associado a uma dada curva elíptica E construímos uma função de uma variável complexa s , $L(E, s)$ tal

que, quando expandida em série de Taylor em torno de $s = 1$, tem a forma $L(E, s) \cong c(s - 1)^r$, $c \neq 0$ e $r = \text{rank da curva elíptica}$! Em outras palavras, podemos determinar o rank da curva elíptica calculando a *ordem do zero* de $L(E, s = 1)$.

Essa conjectura tem um [prêmio de um milhão de dólares](#) para o matemático que conseguir prová-la!

Ufa... depois dessa longa preliminar quero voltar para o recorde do título. O Teorema de Mordell-Weil afirma que o número r de geradores de uma dada curva elíptica é finito, mas, teria ele um valor máximo? Muitos matemáticos acreditam que não, mas, um trabalho de [2016](#) (que utiliza técnicas estatísticas) concluiu que *é finito* o número de curvas elípticas com rank maior do que 21.

O maior rank encontrado até agora é [29](#). Esse recorde foi obtido em 2024 por [Elkies e Klagsbrun](#) para a curva elíptica:

$$y^2 + xy = x^3 - 27006183241630922218434652145297453784768054621836357954737385x + 55258058551342376475736699591118191821521067032535079608372404779149413277716173425636721497$$

- **Antártica**

- **A23a – o maior iceberg do mundo está encalhado**

A [British Antarctic Survey](#) (responsável pelos assuntos de interesse do Reino Unido na Antártida) informou que, agora no mês de março, o maior iceberg do mundo – o A23a, encalhou nas proximidades da Ilha Georgia do Sul.

O iceberg A23a nasceu em 1986 no continente Antártico com uma gigantesca área de 3.900 km² (para comparação, a capital São Paulo tem 1520 km²). Durante esses quase 40 anos, as correntes oceânicas trouxeram o A23a para o norte, mas, ele derreteu pouco. Estima-se que sua área atual é de cerca de 3.300 km² e pesa, aproximadamente, um bilhão de toneladas. Esse colosso tem quase 400 metros de altura e exhibe inúmeras cavernas sob suas bordas ([veja vídeo](#)).

Segundo a British Antarctic Survey, o A23a está encalhado na plataforma continental, a 75 km da ilha Georgia do Sul. Essa ilha fica no Oceano Atlântico Sul e é praticamente desabitada (100 habitantes não permanentes). Tem uma fauna rica com pinguins, leões-marinhos, focas e baleias. Consta que, em 1912, foi ali capturada a maior baleia azul medindo 33,58 metros. A Georgia do Sul é

uma possessão do Reino Unido. Em 1982 foi tomada pelos argentinos e, logo após, recuperada pela Inglaterra ao final da guerra das Malvinas.



Figura 9 – O maior Iceberg do mundo tem 39 anos e, como todos os outros icebergs, deve se fragmentar e derreter.



- Apêndice

Calendário 2025 em 1 página					<i>Jun</i>	<i>Set</i>	<i>Abr</i>	<i>Jan</i>	<i>Mai</i>	<i>Ago</i>	<i>Fev</i>
						<i>Dez</i>	<i>Jul</i>	<i>Out</i>			<i>Mar</i>
											<i>Nov</i>
1	8	15	22	29	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
2	9	16	23	30	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom
3	10	17	24	31	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Seg
4	11	18	25		Qua	Qui	Sex	Sab	Dom	Seg	Ter
5	12	19	26		Qui	Sex	Sab	Dom	Seg	Ter	Qua
6	13	20	27		Sex	Sab	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui
7	14	21	28		Sab	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex