

.....

Maria Beatriz Fagundes*
 Centro de Ciências Naturais e Humanas, Universidade Federal do ABC, Santo André, SP, Brasil.

RESUMO

O tema do aquecimento global nunca esteve tão em pauta nos discursos da ciência e da cultura popular como tem estado atualmente. Esse tema também vem ganhando visibilidade na forma de “argumentos visuais” por meio da divulgação de imagens coloridas, as chamadas “warming stripes”. Mas como esses gráficos-imagens e suas cores, operando na produção de discursos híbridos nos campos da ciência e da arte, podem contribuir para a comunicação de um conhecimento científico mínimo necessário para iniciarmos conversas sobre o nosso mundo em aquecimento?

Palavras-chave: *warming stripes*; listras de aquecimento; aquecimento global; ciência do clima

.....

1. Warming stripes globais

As *warming stripes* (Fig. 1) são formas gráficas que o cientista britânico Ed Hawkins¹ – autor do *Climate Lab Book*² – desenvolveu para apresentar, de forma sintética e estética, relações entre variáveis climáticas provenientes de grandes conjuntos de dados, como o comportamento das temperaturas médias anuais do nosso planeta no decorrer de várias décadas. Tais formas gráficas, que têm grande potencial para expressar tanto a objetividade de dados empíricos da ciência quanto a subjetividade de experiências sensíveis partilhadas no interior de uma cultura, são tratadas no âmbito deste texto como “gráficos-imagens”.

Em um sentido bastante simplificado, o termo “gráfico” remete às formas pictóricas de representação de dependências (relações matemáticas) entre duas ou mais variáveis (por exemplo, o comportamento da temperatura no decorrer do tempo); já o termo “imagem” é utilizado aqui, também de forma trivial, em associação a objetos e signos comumente presentes em nosso meio ambiente visual (ilustrações, desenhos, pinturas, fotografias etc.) [1].

À primeira vista, os gráficos-imagens de Hawkins, que se tornaram mundialmente conhecidos pelo nome *warming stripes* (em português: listras de aquecimento), se parecem muito com uma versão em cores dos códigos de barra presentes em embalagens e boletos com os quais nos deparamos frequentemente no nosso dia a dia, mas as cores das *warming stripes* nos revelam, entre

outros aspectos, que, com o passar dos anos, a Terra está se tornando cada vez mais quente.

Assim, nas palavras do próprio autor, as listras de aquecimento têm como função central:

[...] serem o mais simples possível [...] para iniciar conversas sobre o nosso mundo em aquecimento e [sobre] os riscos das mudanças climáticas. Existem inúmeras fontes de informações que fornecem detalhes mais específicos sobre como as temperaturas mudaram. No entanto, esses gráficos preenchem uma lacuna e permitem a comunicação de um conhecimento científico mínimo necessário para entendermos seu significado.³

Vislumbrar alguns sentidos e significados escondidos nas linhas (e entrelinhas) das *warming stripes* para provocar conversas “sobre o nosso mundo em aquecimento” também é uns dos principais motes deste texto.

Observemos, então, as listras de aquecimento, começando com o gráfico-imagem mais abrangente e, provavelmente, o mais popular: aquele que re-

presenta o comportamento da temperatura anual média na superfície do nosso planeta ao longo de várias décadas, desde o ano de 1850 até os tempos atuais (Fig. 1).

Por sua simplicidade (sem a necessidade de explicitar eixos referenciados

As *warming stripes* como gráficos-imagens têm potencial para expressar tanto a objetividade de dados empíricos da ciência do clima quanto a subjetividade de nossas experiências sensíveis

*E-mail: mbeatriz.fagundes@ufabc.edu.br.

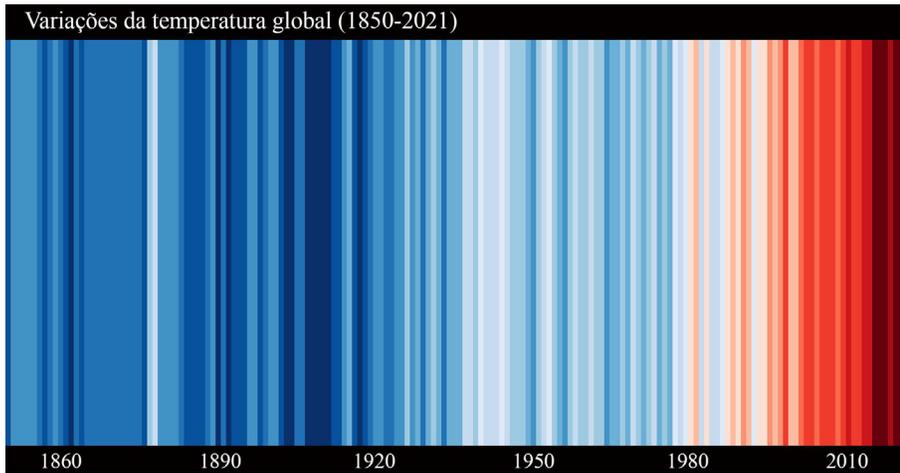


Figura 1 - O gráfico de listras de aquecimento (ou gráfico climático de listras) mostra uma sequência de linhas coloridas, ordenadas cronologicamente, representando a tendência da temperatura média global no decorrer de um longo período de tempo (de 1859 até 2021). A cor-tonalidade de cada linha indica quanto a temperatura média no ano se distancia (para baixo, em azul, ou para cima, em vermelho) do valor de temperatura média considerada normal no período. A progressão de linhas azuis para linhas vermelhas (nos anos mais recentes) indica a tendência de elevação da temperatura média global. Imagem e licença de uso: Ed Hawkins (Universidade de Reading), disponível em <https://showyourstripes.info>.

em grandezas e unidades “muito técnicas”, como é comum observar em gráficos exibidos em artigos científicos) e pelo seu caráter sintético (e estético), as listras de aquecimento (*warming stripes*) não só têm aparecido em publicações de/para cientistas, como também vêm ganhando espaço nos meios de comunicação de forma geral.

Uma animação mostrando mudanças no comportamento da temperatura média global no decorrer dos anos por meio de alterações nas cores e tonalidades das linhas que compõem um gráfico-imagem climático pode ser vista, por exemplo, no vídeo de divulgação científica *Warming stripes: So erhitzt sich die Erde* (em português: *Listras de aquecimento: é assim que a Terra está aquecendo*), produzido em 2018 pelo Greenpeace.⁴

Imagens semelhantes, compostas de linhas em tons de azul e de vermelho expressando o comportamento da temperatura no decorrer do tempo em diferentes regiões do nosso planeta, também têm enfeitado o mundo da moda, do *design* e das artes em suas mais diversas formas de expressão cultural.⁵

Os gráficos-imagens de Hawkins já se tornaram, assim, um ícone de alerta para a crise climática atual.

A notícia anunciada pelas *warming stripes* não é, todavia, agradável; e tampouco deve ser subestimada, pois a tendência de elevação constante da temperatura média global não pode mais ser

interpretada como algo circunstancial. A combinação de cores das listras de aquecimento de Hawkins é simples e bonita, mas a mensagem é pungente e urgente: a Terra está aquecendo!

2. Código de cores

Para percebermos o potencial de comunicação das *warming stripes*, podemos examinar os mesmos dados climáticos apresentados na Fig. 1, expressos de outra forma: por exemplo, como um gráfico “tradicional”. Esse gráfico (Fig. 2a) também mostra alterações no

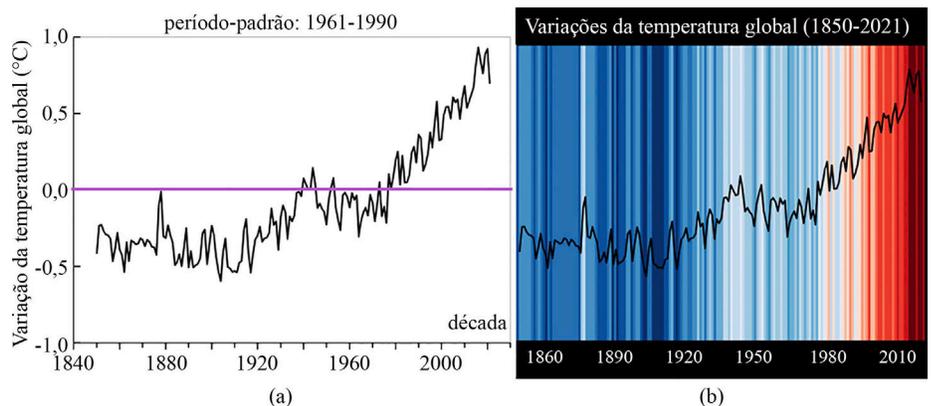


Figura 2 - Representações da variação da temperatura média anual (sobre a superfície terrestre e oceânica) no período que vai de 1850 até 2021 em duas formas gráficas diferentes. a) Gráfico “tradicional”; b) Gráfico-imagem (*warming stripes*). Dados: HadCRUT.5.0.1.0 – Global (NH+SH)/2 Annual, disponíveis em https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5/data/current/analysis/diagnostics/HadCRUT.5.0.1.0.analysis.summary_series.global.annual.csv. Compilação da própria autora a partir de gráficos e dados disponibilizados em <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5/>.

comportamento da temperatura média global no decorrer de décadas.

Identificar a tendência de elevação constante da temperatura média global (acentuada nos últimos anos) a partir dos segmentos de reta em zigue-zague presentes na Fig. 2a exige, contudo, mais atenção e provavelmente desperta menos interesse do público geral se comparado ao esforço demandado para “decodificar” a mesma mensagem expressa na forma de uma “sedutora” combinação de linhas coloridas, como apresentada nas *warming stripes* (Fig. 2b).

O efeito sedutor e praticamente autoexplicativo das *warming stripes* não decorre, entretanto, somente de sua forma “minimalista” – uma sequência de linhas coloridas – mas especialmente da escolha adequada de um particular “código de cores”, ou, em outras palavras, dos efeitos de sentido provocados em nós pela combinação de cores utilizadas. O azul e o vermelho nos remetem a imagens mentais bastante usuais: a água é azul, o azul é frio; o fogo é quente, o vermelho é fogo, é quente... Portanto, é sinal de perigo!

As *warming stripes* expressam, assim, tanto a objetividade dos dados empíricos como a subjetividade de nossas experiências sensíveis. Esses gráficos-imagens são, portanto, uma forma eficiente, concisa e tocante que os cientistas do clima desenvolveram para divulgar para a sociedade importantes resultados de suas extensas pesquisas.

Observemos a seguir mais um exemplo: o gráfico-imagem original (reproduzido na Fig. 3a) em comparação

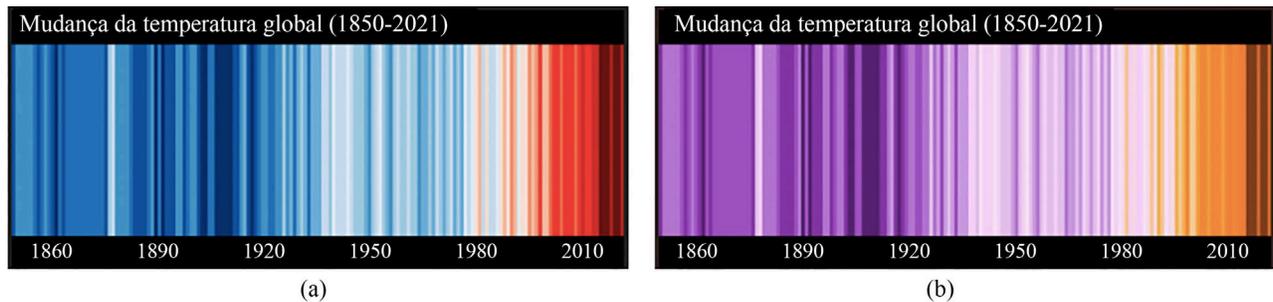


Figura 3 - Reprodução da Fig. 1: *Warming stripes* para todo o globo. a) Com o código de cores original mantido; b) Com outro código de cores. Compilação da própria autora a partir do gráfico original de Ed Hawkins, disponível em <https://showyourstripes.info>.

com a sua versão em outro código de cores (Fig. 3b), este com as linhas em tons de lilás e de laranja representando, respectivamente, as variações negativas e positivas nas temperaturas anuais. A pergunta que se anuncia aqui é a seguinte: será que o “novo” gráfico-imagem, em tons de lilás e laranja, ainda que construído tendo como base os mesmos dados empíricos representados na versão original, teria o mesmo potencial de comunicação? Provavelmente não!

Mas, para além das compreensões/sensações imediatas, as *warming stripes* despertam ainda mais o nosso interesse à medida que as observamos para descobrir novos detalhes em suas entrelinhas. Avancemos, então, um pouco mais.

3. Anomalias e padrões climatológicos normais

As diferentes cores e tonalidades das linhas que compõem as *warming stripes*, como o nome – listras de aquecimento – já anuncia, expressam a tendência de elevação da temperatura média global ao longo das últimas décadas. Contudo, à primeira vista, não é fácil perceber que as cores e tonalidades não estão relacionadas a valores absolutos de temperaturas médias anuais, mas sim a quantidades relativas (anomalias).

As anomalias de temperatura (global) são as diferenças (negativas ou positivas) entre os valores das temperaturas médias em cada ano e um valor médio de temperatura considerado “normal” (normal climatológica) dentro de determinado período de tempo que abrange várias décadas.

O estabelecimento de normais climatológicas é o que permite, entre outros aspectos, que flutuações estatísticas nos dados empíricos – devido a influências de fatores naturais, aleatórios e/ou antropogênicos – possam ser (ou não)

consideradas aceitáveis dentro de faixas de incidência habituais e, por conseguinte, que valores médios possam ser determinados a partir de grandes conjuntos de dados e, assim, serem aceitos como representativos de atributos que caracterizam o clima de determinada região em um período específico [2, 3]. Por isso, aquisições de dados empíricos de temperatura, por exemplo, devem ser realizadas em condições (atmosféricas e técnicas) controladas, com regiões e períodos de tempo muito bem estabelecidos e, sobretudo, levando-se em conta os diversos agentes que condicionam esse atributo do clima.

As temperaturas médias anuais do nosso planeta são determinadas com base em grandes conjuntos de dados (temperaturas diárias, mensais, anuais, máximas e mínimas, sazonais, regionais etc.) oriundos de uma imensa quantidade de estações meteorológicas espalhadas sobre a superfície global (terrestre e oceânica). As características regionais de localização e de distribuição por área das estações meteorológicas são, porém, bastante heterogêneas. Existem, por exemplo, centros urbanos com intensa atividade humana e ampla cobertura de estações meteorológicas; áreas desérticas, de grandes altitudes, oceânicas, entre outras com nenhuma ou poucas estações meteorológicas; regiões com condições climáticas extremas (por exemplo, grandes variações entre as temperaturas máxima e mínima no mesmo dia), áreas cobertas por estações instaladas em boias oceâ-

nicas flutuantes ou em satélites etc.

Assim, para que dados empíricos e valores médios de temperatura possam ser utilizados em estudos climáticos comparativos de longo alcance, abrangendo grandes extensões geográficas e longos períodos de tempo (por exemplo, a fim de determinar se as variações nos valores da temperatura média anual na superfície de todo o nosso planeta no decorrer de várias décadas são ou não estatisticamente significativas), eles precisam ser coletados em condições controladas e também tratados de forma padronizada e regulamentada a partir de modelos matemáticos.

Para estudos de mudanças climáticas ou, em outras palavras, estudos de variações no estado médio do clima consideradas significativas, os valores

de anomalias de temperatura são mais interessantes que os de temperaturas médias absolutas, pois as análises de anomalia minimizam fatores estatísticos que podem alterar os resultados.

Os dados de anomalia de temperatura global representados nas *warming stripes* de Ed Hawkins (Fig. 1) são fornecidos pelo Met Office Hadley Centre⁶ e pelo Berkeley Earth⁷. Esses dois

centros especializados em estudos e pesquisas sobre mudanças climáticas – junto a universidades e outros centros⁸ de pesquisa de vários países e a organizações intergovernamentais (IPCC)⁹ reconhecidos mundialmente – disponibilizam dados e informações sobre o clima constantemente atualizados, além de poderem ser acessados e utilizados

As diferentes cores e tonalidades das linhas que compõem as *warming stripes*, como o nome – listras de aquecimento – já anuncia, expressam a tendência de elevação da temperatura média global ao longo das últimas décadas. Contudo, à primeira vista, não é fácil perceber que as cores e tonalidades não estão relacionadas a valores absolutos de temperaturas médias anuais, mas sim a quantidades relativas

livremente por cientistas ou qualquer pessoa interessada (utilizamos os dados fornecidos pelo Met Office Hadley Centre para reconstruir o gráfico-imagem apresentado na seção 4 deste texto).

A normatização dos procedimentos de coleta e de tratamento de dados empregados internacionalmente na determinação de variáveis climáticas fica a cargo da Organização Meteorológica Mundial (OMM),¹⁰ que é a agência das Nações Unidas responsável por produzir os documentos técnicos oficiais que estabelecem e regulamentam as Normas Climatológicas Padronizadas.

Seguindo recomendações da OMM, as normais climatológicas^{11,12} são estabelecidas a partir de dados coletados em períodos de 30 anos consecutivos, denominados de períodos normais¹³. O período de 30 anos foi fixado como referência (ou “período padrão”) porque, ao ser adotado pela primeira vez, abrangia todos os dados disponíveis para análise na época (o primeiro período padrão vai de 1901 até 1930).

Por razões históricas, os intervalos de 30 anos (de 1901 até 1930; de 1931 até 1960; de 1961 até 1990 etc.) continuaram sendo adotados como períodos de referência para a determinação dos padrões normais climatológicos subsequentes. Todavia, com a observação de alterações climáticas cada vez mais flagrantes e frequentes, percebeu-se a necessidade de atualizar as normais climatológicas com uma maior periodicidade. Em decorrência disso, a atualização também dos períodos padrão, com a inclusão de décadas mais recentes, tem possibilitado a determinação de normais climatológicas (e, conseqüentemente, análises de variações e

anomalias) mais confiáveis e representativas dos fenômenos climáticos atuais.

Assim, os padrões climatológicos passaram a ser atualizados a cada 10 anos, levando-se em conta o período de referência que inclui as três últimas décadas mais recentes, contadas sempre a partir do primeiro ano da década em que o período se inicia, ou seja: de 1981 até 2010, de 1991 até 2020 etc.

O efeito de “atualização” do período padrão, incluindo os anos mais recentes, pode ser ilustrado (de forma simplificada) pelo deslocamento observado no eixo de referência de um gráfico análogo àquele da Fig. 2a e reproduzido, a seguir, na Fig. 4.

Nesse gráfico, o eixo de referência indicado pela linha lilás para o período padrão que vai de 1961 até 1990 passa a ser representado pela linha verde, quando considerado o período padrão posterior, que abrange os anos de 1971 até 2010 (é necessário destacar aqui que as quantidades são apresentadas no gráfico da Fig. 4 somente com finalidade ilustrativa, ou seja, em escalas aproximadas e sem considerar os intervalos de confiança).

Em linhas gerais, podemos concluir (com o exemplo da Fig. 4) que, se os desvios de temperaturas anuais (anomali-

as) são estabelecidos em relação a um determinado valor (fixo) de temperatura média global (normal climatológica) e este, por sua vez, é definido para um intervalo de tempo específico (período padrão), então uma alteração no período padrão (incluindo décadas mais recentes e, conseqüentemente, anos com temperaturas médias mais elevadas) provoca um deslocamento para cima no valor da temperatura de referência (normal climatológica) a partir da qual todas as variações anuais de temperatura são calculadas. Desse modo, uma diferença positiva (indicando aquecimento) entre o valor da temperatura média no ano e o valor normal – como mostra, por exemplo, o pico acima do eixo representado pela linha lilás na região destacada em laranja (Fig. 4) – pode se tornar nula ou até mesmo negativa (indicando diminuição da temperatura no ano em relação ao valor normal) se outro período padrão for adotado como referência.

A normatização dos procedimentos de coleta e de tratamento de dados empregados internacionalmente na determinação de variáveis climáticas fica a cargo da Organização Meteorológica Mundial, que é a agência das Nações Unidas responsável por produzir os documentos técnicos oficiais que estabelecem e regulamentam as Normas Climatológicas Padronizadas

De modo análogo ao gráfico da Fig. 4, as cores-tonalidades expressas nas *warming stripes* também representam valores relativos de temperaturas (anomalias), determinados com base em um valor (normal) estabelecido para um período (padrão) específico. As diferenças negativas (entre valores de temperatura anual e de temperatura normal) são expressas em tons de azul (mais ou menos intensos, de acordo com suas magnitudes) e as diferenças positivas (indicando aquecimento) são representadas em tons de vermelho (mais ou menos intensos). Assim, o efeito de atualização no período padrão, como observado nos gráficos “tradicionais” (e exemplificado na Fig. 4), deve se manifestar também nas listras de aquecimento.

Comparando os dois gráficos-imagens apresentados na Fig. 5, podemos verificar que as linhas vermelhas são menos presentes no gráfico superior (Fig. 5a) – cujo período padrão de 30 anos abrange os anos de 1971 até 2000 (indicados pela linha verde horizontal) – do que no gráfico inferior (Fig. 5b) – cujas anomalias de temperaturas anuais são definidas em relação ao período

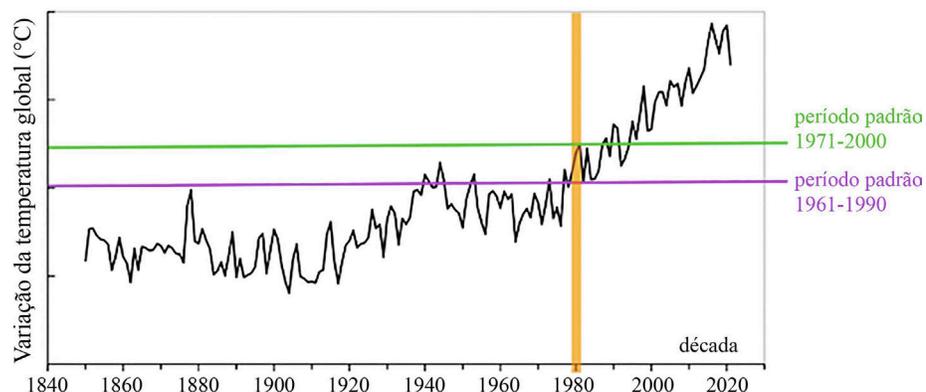


Figura 4 - Variações relativas da temperatura média global no período de 1850 até 2020 em relação a dois períodos padrão diferentes (1961-1990 e 1971-2000). O gráfico (simplificado) é uma versão compilada pela autora a partir de dados disponibilizados em <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5/>. Observação: as escalas são aproximadas e os intervalos de confiança não estão representados.

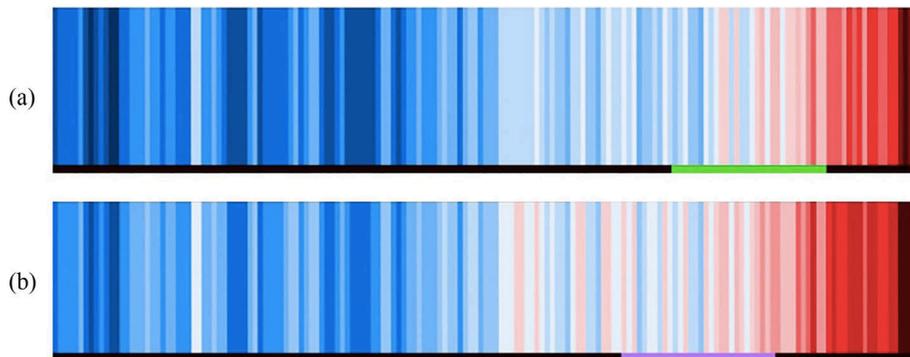


Figura 5 - Gráficos de listras mostrando as variações relativas de temperatura média global para cada ano no intervalo de tempo que vai de 1850 até 2018. As cores-tonalidades de cada linha representam as diferenças entre a temperatura global média no ano e o valor da temperatura média global considerada como referência no período padrão (de 30 anos). a) Gráfico referente ao período padrão de 30 anos abrangendo os anos de 1971 até 2000 (representados pela linha horizontal em verde); b) Gráfico referente ao período padrão que abarca os anos de 1961 até 1990 (linha lilás). Imagem adaptada pela autora a partir da imagem disponível em https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20190707_Compare_warming_stripes_-_three_reference_periods.png.

padrão anterior, abrangendo os anos de 1961 até 1990 (e indicados pela linha horizontal em lilás).

A escolha de um determinado período padrão também impacta, portanto, a distribuição das cores-tonalidades que compõem as *warming stripes*. Todavia, mesmo com o aprimoramento das tecnologias de coleta, armazenamento e tratamento estatístico de dados e a constante atualização dos períodos padrão (incluindo anos mais recentes e mais quentes), os gráficos-imagens climáticos mais atuais (Fig. 5a) continuam indicando a tendência de elevação da temperatura média global. Ou seja, a presença de maior quantidade de linhas vermelhas e de linhas vermelhas em tonalidades mais intensas nas últimas décadas permanece como característica marcante nas *warming stripes*!

É importante ainda enfatizar aqui que o espectro de cores-tonalidades não deve ser confundido com uma “escala termométrica padrão” como as escalas Celsius e Kelvin, pois as cores-tonalidades das *warming stripes* expressam somente quantidades relativas (diferenças positivas ou negativas, de maior ou menor magnitude) referentes a valores médios de temperatura estabelecidos em períodos e regiões específicos.

Isso significa, por exemplo, que uma particular tonalidade de azul, presente no gráfico de listras de aquecimento global (Fig. 1) não representa, necessariamente, a mesma quantidade no gráfico de listras do Brasil (Fig. 6). Em outras palavras, ao compararmos

as cores-tonalidades que compõem as *warming stripes* de regiões diferentes (por exemplo: uma para todo o globo terrestre e outra para o território brasileiro), podemos observar semelhanças (ou discrepâncias) entre as tendências de comportamento das temperaturas médias nessas regiões ao longo do tempo; porém, não podemos afirmar que uma cor-tonalidade particular indica o mesmo valor nos dois gráficos-imagens.

A pergunta que se anuncia agora é, então, a seguinte: de que modo os espectros de cores-tonalidades nas *warming stripes* podem ser “calibrados” para funcionarem como escalas termométricas relativas?

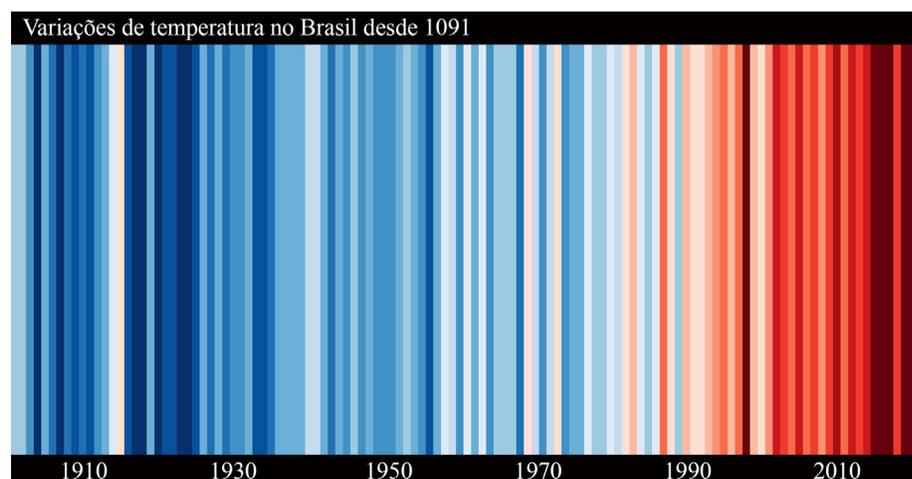


Figura 6 - Semelhante ao gráfico apresentado na Fig. 1, o gráfico de listras também representa os dados referentes às variações de temperaturas médias anuais, mas, aqui, referem-se ao território brasileiro e abrangem os anos de 1901 até 2021. Dados: *Berkeley Earth*. Imagem de Ed Hawkins (Universidade de Reading) disponível em <https://showyourstripes.info/s/southamerica/brazil/all>.

4. Espectro de cores-tonalidades como escala termométrica

Para ilustrar como os espectros de cores-tonalidades das *warming stripes* podem funcionar como escalas (relativas) de temperatura, são descritas as cinco etapas seguidas na (re)construção de um gráfico de listras (reproduzido na subseção 4.5) análogo ao apresentado originalmente na Fig. 1.

4.1. Coleta de dados

Os valores de anomalia a partir dos quais o nosso gráfico-imagem é construído são os mesmos utilizados na *warming stripes* global de Hawkins e disponibilizados pelo Met Office Hadley Centre em colaboração com a Universidade East Anglia. Observação: no tópico Had-CRUT5¹⁴ *analysis time series: ensemble means and uncertainties*, selecionar (no quadro) a opção disponível na primeira linha “Global (NH+SH)/2” e na segunda coluna “CSV - Annual”.¹⁵

4.2. Organização dos dados em um editor de planilha

Após copiados, os dados são inseridos em um documento de um editor de planilha¹⁶. Para a (re)construção do nosso gráfico-imagem (simplificado), são considerados somente os valores armazenados nas duas primeiras colunas, a saber: as datas indicando os anos de 1850 até 2022 e os respectivos valores de anomalia (em °C) em cada ano (ver colunas 1 e 2 da tabela apresentada na Fig. 7). Observação: o período padrão adotado vai de 1961 até 1990, como informado no conjunto de dados

HadCRUT5 disponibilizado pelo Met Office Hadley Centre.

Para simplificar, os valores de cada linha (total: 173 linhas) da segunda coluna são multiplicados por 100 e armazenados em uma nova coluna, com as células formatadas para apresentarem os resultados sem as casas decimais. Com isso, os novos valores a serem considerados ficam contidos no conjunto: $A = \{x \in \mathbb{Z} : -60 \leq x \leq 93\}$.

4.3. Construção de uma escala métrica

Após (re)organizados (etapa 2), os dados mostrados na terceira coluna (ver tabela na Fig. 7) são classificados de acordo com uma escala métrica de 16 níveis. Essa escala é construída a partir dos subconjuntos de A indicados a seguir:

- subconjunto 1 = $\{x \in \mathbb{Z} : -82 \leq x \leq -72\}$,
- subconjunto 2 = $\{x \in \mathbb{Z} : -71 \leq x \leq 61\}$,
- ...,
- subconjunto 8 = $\{x \in \mathbb{Z} : -5 \leq x \leq 5\}$,
- ...,
- subconjunto 15 = $\{x \in \mathbb{Z} : 72 \leq x \leq 82\}$ e
- subconjunto 16 = $\{x \in \mathbb{Z} : 83 \leq x \leq 93\}$.

Assim, ao valor de cada célula (da terceira coluna) é associado um número inteiro (de 1 a 16). O resultado da operação de classificação é armazenado em uma nova coluna (coluna 4 da tabela reproduzida na Fig. 7).

4.4. Escala (trans)criada em cores

Na sequência, os valores da quarta coluna são copiados e colados em uma nova planilha, agora com as linhas transpostas em colunas. Para isso, é utilizada a ferramenta “colar especial” do editor de planilhas do LibreOffice 7.1. Observação: na nova planilha, os valores ficam armazenados em 1 linha e 173 colunas.

Aplicando na nova planilha o recurso “formatação condicional” e a configuração indicada a seguir, é gerada uma escala de cores RGB de 16 níveis, análoga à apresentada na Fig. 8:

- “condição”: para selecionar uma escala de cores com 3 entradas;
- “mínimo”: para atribuir a cor #00317A da paleta de cores ao valor mínimo (RGB: azul mais intenso na Fig. 8);
- “máximo”: para atribuir a cor #97030C da paleta de cores ao valor máximo (RGB: vermelho mais intenso na Fig. 8).

1	2	3	4	
Ano	Anomalia (°C)	Anomalia (x 100)	Escala	Escala (cores)
1850	-0,41765878	-42	4	4
1851	-0,2333498	-23	6	6
1852	-0,22939907	-23	6	6
1853	-0,27035445	-27	6	6
1854	-0,29163003	-29	5	5
1855	-0,2969512	-30	5	5
1856	-0,32035372	-32	5	5
1857	-0,46723005	-47	4	4
1858	-0,3887657	-39	4	4
1859	-0,28119546	-28	5	5
1860	-0,39016518	-39	4	4
1861	-0,42927712	-43	4	4
1862	-0,53639776	-54	3	3
1863	-0,3443432	-34	5	5
1864	-0,4654367	-47	4	4
1865	-0,33258784	-33	5	5
...				
2010	0,68037146	68	14	14
2011	0,53769773	54	13	13
2012	0,5776071	58	13	13
2013	0,6235754	62	14	14
2014	0,67287165	67	14	14
2015	0,82511437	83	16	16
2016	0,93292713	93	16	16
2017	0,84517425	85	16	16
2018	0,762654	76	15	15
2019	0,8910726	89	16	16
2020	0,9227938	92	16	16
2021	0,7618559	76	15	15

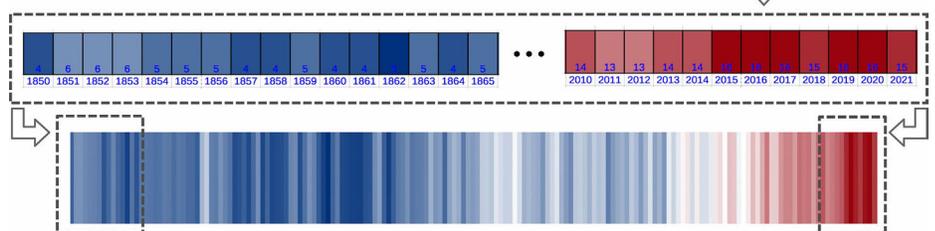


Figura 7 - Representação da tabela com dados e passos a partir dos quais o gráfico de listras de aquecimento foi (re)construído. Imagem da própria autora.

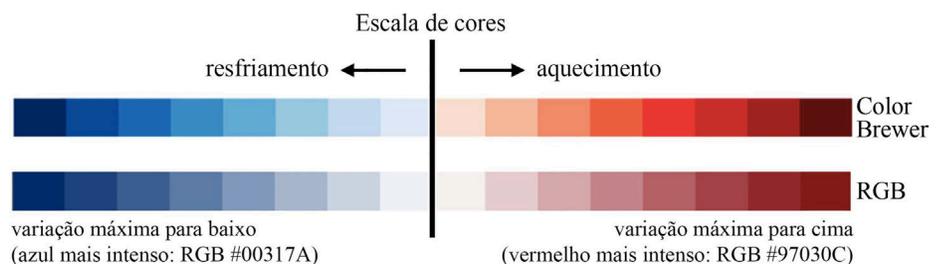


Figura 8 - Escala de cores utilizada nos gráficos de Hawkins (paleta Color Brewer) e escala de cores utilizada na construção do gráfico deste trabalho (RGB) com: azul mais intenso (#00317A) indicando a maior variação de temperatura abaixo do valor-padrão e vermelho mais intenso (#97030C) representando a maior variação de temperatura acima do padrão. Imagem compilada pela autora.

4.5. Apresentação do gráfico-imagem deste trabalho (warming stripes)

Por fim, com as células da nova planilha já “coloridas”, são ajustadas a al-

tura da linha (aproximadamente 3 cm) e a largura das colunas (aproximadamente 0,3 cm). Como resultado, obtemos um gráfico-imagem análogo ao apresentado na Fig. 9b (e semelhante

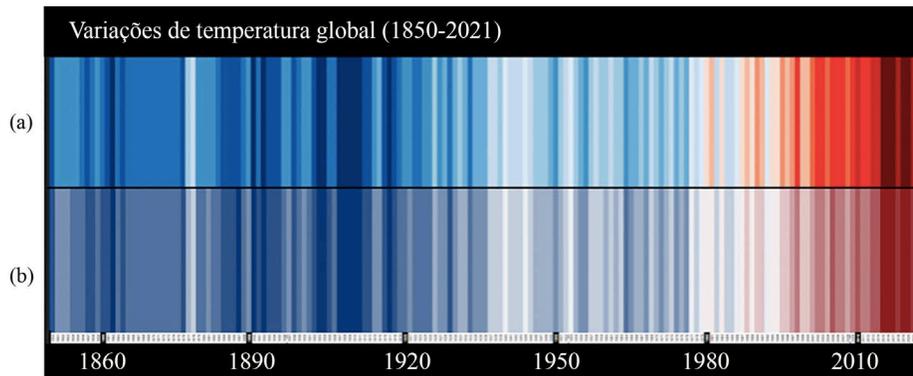


Figura 9 - Imagem composta de dois gráficos climáticos (*warming stripes* globais) a) Versão original de Ed Hawkins e b) Versão (re)construída pela autora a partir dos mesmos dados utilizados no gráfico original. Imagem composta pela autora.

ao original, reproduzido para comparação na Fig. 9a).

5. Algumas considerações... não finais mas, quiçá, para (trans)criar o início

Como já anunciado no início deste texto, apresentar as *warming stripes* como gráficos-imagens, ou seja, destacan-

do o seu potencial para mobilizar em nós experiências de conhecimento científico, além de experiências sensíveis sobre o tema do aquecimento global, é a principal intenção deste texto.

Em uma sociedade na qual o conhecimento é muitas vezes superficializado em favor da supervalorização da quantidade e da imediatidade da infor-

mação, muitas coisas acontecem, porém poucas nos tocam. Experiências de conhecimento têm a ver, contudo, muito mais com aquilo que deixa em nós marcas, vestígios, efeitos, afetos e, portanto, com aquilo que nos toca e nos transforma, do que com aquilo que nos informa [4].

Fica aqui, então, um convite para observarmos as *warming stripes* mais uma vez, (re)começando, agora, com as *warming stripes* do Brasil (Fig. 6). Assim, também podemos (trans)criar uma experiência de conhecimento (científico e sensível) que esse gráfico-imagem climático pode nos proporcionar em fragmentos de um discurso para iniciarmos conversas sobre o nosso mundo em aquecimento; conversas nas quais a escola tem o dever mas, sobretudo, o direito de participar.

Recebido em: 30 de Maio de 2022

Aceito em: 9 de Agosto de 2022

Referências

- [1] R.G. Barry, R.J. Chorley, *Atmosfera, Tempo e Clima* (Bookman, Porto Alegre, 2013).
- [2] M. dos S. Seabra e E. W. M. Lucas (org.). *Normais Climatológicas do Brasil 1991-2020*. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). (INMET / MAPA. Brasília/DF, Brasil, 2022). Edição digital.
- [3] J. Larrosa, *Linguagem e Educação Depois de Babel* (Autêntica Editora, Belo Horizonte, 2014).
- [4] T. Becker. *Kuckuck* 6, 20 (2020), disponível em https://www.kuckucknotizen.at/kuckuck/images/leseproben/02_20_klima_leseprobe.pdf, acesso em 22 ago., 2022.

Notas

- ¹Disponível em <http://www.met.reading.ac.uk/~ed/home/index.php>, acesso em 29 de julho de 2022.
- ²Disponível em <https://www.climate-lab-book.ac.uk>, acesso em 29 de julho de 2022.
- ³Tradução livre de trechos da entrevista de E. Hawkins (gravada em áudio em inglês). Disponível em <https://datastori.es/147-iconic-climate-visuals-with-ed-hawkins/#t=11:45.144>, acesso em 30 de maio de 2022).
- ⁴Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=4VW2xqia3ic>, acesso em 29 de julho de 2022.
- ⁵Disponível em <https://theconversation.com/showyourstripes-how-climate-data-became-a-cultural-icon-123457>, acesso em 29 de julho de 2022.
- ⁶O Met Office Hadley Centre (MOHC) – nomeado em homenagem ao meteorologista inglês George Hadley – é um dos principais centros do Reino Unido para estudos e pesquisas científicas sobre mudanças climáticas. Fundado em 1990, atualmente o MOHC tem colaboradores e pesquisadores do mundo todo; e mais de 480 instituições parceiras situadas em 113 países diferentes. Disponível em <https://www.metoffice.gov.uk/weather/climate-change/organisations-and-reports/met-office-hadley-centre>, acesso em 29 de julho de 2022.
- ⁷A Berkeley Earth é uma organização independente, sem fins lucrativos e de dados abertos, fundada no início de 2010 pelos norte-americanos Richard e Elizabeth Muller e que tem como foco reunir cientistas que trabalham na área da ciência de dados para estudos ambientais. Disponível em <http://berkeleyearth.org>, acesso em 29 de julho de 2022.
- ⁸Outros Centros de Pesquisa em Ciência do Clima: *National Aeronautics and Space Administration – Goddard Institute for Space Studies* <https://data.giss.nasa.gov>, *National Centers for Environmental Information* <https://www.ncei.noaa.gov/access>, *Japan Meteorological Agency* <https://ds.data.jma.go.jp/gmd/tcc/tcc/products/climate/climatview/outline.html>, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais https://pt.wikipedia.org/wiki/Instituto_Nacional_de_Pesquisas_Espaciais, acesso em 29 de julho de 2022.
- ⁹*The Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC* (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas). Disponível em <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>, acesso em 12 de julho de 2022.
- ¹⁰A Organização Meteorológica Mundial – OMM (em inglês: *World Meteorological Organization – WMO*) é uma agência especializada das Nações Unidas dedicada à cooperação e coordenação internacional para estudos e pesquisas sobre o estado e o comportamento do clima em nosso planeta. Disponível em <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate>, acesso em 29 de julho de 2022.
- ¹¹As normais climatológicas padronizadas são médias históricas (representativas de determinada variável climática) determinadas no decorrer de períodos de 30 anos consecutivos (chamados de períodos padrão).
- ¹²O *Guia de práticas climatológicas* (em espanhol) está disponível em https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10027, acesso em 29 de julho de 2022 (o mesmo documento em inglês está disponível em https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3795).

¹³Atualmente, os termos “período padrão” e “período de referência” têm sido utilizados como substitutos do termo “período normal”, pois este último pode sugerir a ocorrência de condições climáticas em situações “normais” (regulares), diferentemente do que vem sendo observado nas últimas décadas.

¹⁴HadCRUT5 é um conjunto de dados produzido a partir da combinação de séries de dados de medições de temperatura do ar próximo à superfície terrestre e de medições realizadas próximo à superfície do mar por navios e boias posicionados sobre o oceano. Esses conjuntos de dados são coletados por estações meteorológicas distribuídas sobre todo o planeta.

¹⁵Os dados podem ser acessados livremente pelo endereço <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5/data/current/download.html>, acesso em 29 de maio de 2022.

¹⁶Para a construção do gráfico apresentado na Fig. 8b, utilizamos o pacote LibreOffice 7.1, mas outros editores de planilha como o Excel, podem ser utilizados (de forma análoga) para produzir um gráfico semelhante.