



Curso Rápido de Ilustração Científica



Organização:

Grupo GENT - Esalq/USP

<https://gent-esalq.github.io>

Professoras:

Dra. Patricia Sanae Sujii

sujiips@gmail.com

Me. Ana Letycia Basso Garcia

garcia.alb@usp.br

Setembro, 2021

Sumário

Apresentação	3
1. Uma imagem, mil palavras	4
1.1 Benefícios do uso de imagens	4
2. Ilustração e comunicação científica	5
2.1 Passo a passo para uma boa comunicação visual	5
I. Por que?	5
II. Para quem?	5
III. O que?	6
IV. Como?	6
3. Destrinchando o "como?"	6
3.1 Gráficos	6
3.2 Desenho	11
3.3 Infográficos	13
I. Mensagem e narrativa visual	14
II. Composição	14
III. Elementos textuais	15
4. Preparando figuras para publicação	15
4.1 Formatos de imagens	15
5. Ferramentas	17

Apresentação

Imagens são recursos muito poderosos e versáteis para comunicação, apesar disso, a formação acadêmica raramente contém essa temática em disciplinas ou mesmo em cursos de curta duração. Isso motivou o GENT, grupo de divulgação científica do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP) a organizar o curso rápido de ilustração científica para artigos. Neste curso, nosso intuito foi apresentar uma introdução a conceitos, lógicas e ferramentas para que você possa utilizar imagens para apresentar o conteúdo da sua pesquisa de forma efetiva.

Este texto complementa o conteúdo apresentado no curso ministrado dia 02 de setembro de 2021, cuja gravação está disponível no canal do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da Esalq/USP (<https://www.youtube.com/watch?v=5wWZC0NJ7qc>).

Este material é um guia compilado a partir das experiências das autoras e não deve ser utilizado como referência bibliográfica formal. Criamos este texto com o simples objetivo de compartilhar um pouco dos nossos aprendizados e de nossas reflexões. Este documento pode ser compartilhado de forma livre, desde que seu conteúdo não seja alterado e que a autoria não seja omitida. Desejamos a você uma boa leitura!

1. Uma imagem, mil palavras

O parágrafo abaixo e a Figura 1 contêm as mesmas informações. Neste exemplo, podemos ver que uma imagem pode comunicar informações de forma efetiva, desde que seja bem planejada.

"Neste curso, recebemos 3.583 inscrições. Nós recebemos inscrições de todas as regiões do país e também do exterior. Foram 1.281 inscrições recebidas da região Sudeste, 749 da região Nordeste, 619 da região Sul, 552 do Centro-oeste, 338 do Norte e 74 de diversos lugares do mundo. No dia em que abrimos as inscrições para o curso, tivemos 42 inscritos, sendo 64% das pessoas da região Sudeste, nesta data. O dia em que recebemos o maior número de inscrições foi em 26/08, com o maior número de inscritos sendo de pessoas da região Sul do Brasil."

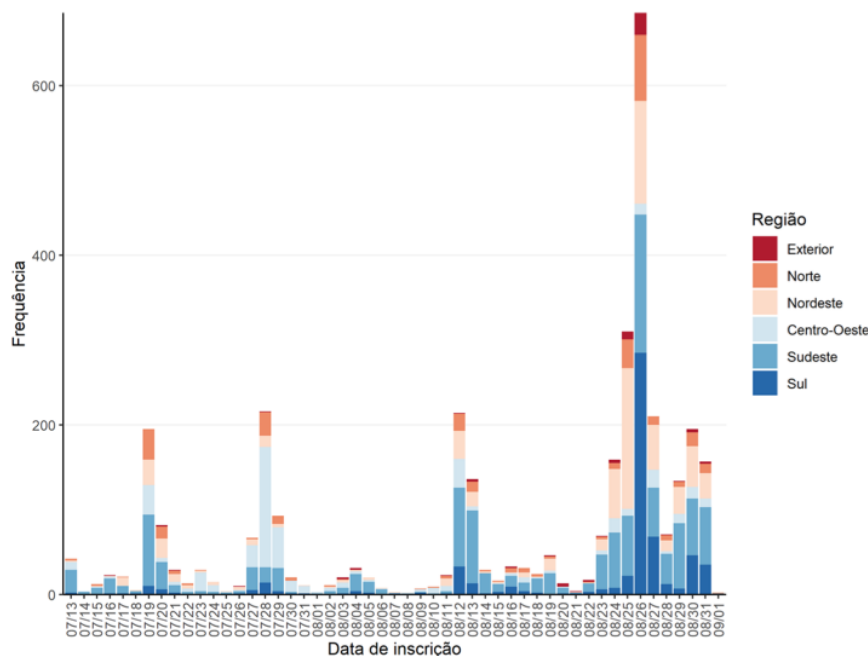


Figura 1. Número de inscritos no Curso Rápido de Ilustração Científica do grupo GENT em 2021, por região, ao longo do período de inscrição.

1.1 Benefícios do uso de imagens

- Inspiram;
- Estimulam ações;
- Fomentam discussão;
- Causam impacto;
- Aumentam alcance;
- Aumentam engajamento.

2. Ilustração e comunicação científica

A **ilustração científica** é a área de intersecção entre ciência e arte. Seu objetivo é retratar de forma fidedigna conteúdo técnico e científico de forma visual. Podem ser usadas diferentes técnicas de ilustração em mídias físicas (grafite, nanquim, aquarela, lápis de cor, etc) e digitais, além de uma combinação de técnicas e mídias.

Não é necessário que a imagem seja um retrato hiper realista do objeto de estudo, podem ser feitos desenhos esquemáticos e simplificações. O nível de realismo e as técnicas escolhidas dependem do objetivo da imagem. Também pode ser utilizada uma combinação de elementos gráficos e textuais para que a comunicação seja mais clara.

A **comunicação científica**, assim como toda comunicação, deve ser bem planejada para que seja efetiva. A definição de comunicação científica pode ser muito abrangente e, às vezes, até vaga. Usaremos aqui uma definição bastante ampla que engloba tanto a comunicação de conteúdo científico entre pares, como o diálogo com o público leigo, também chamado de divulgação científica.

Este documento é apenas um guia com sugestões de como alcançar uma comunicação científica efetiva utilizando a ilustração científica como ferramenta. Para simplificar, vamos usar o termo **comunicação visual** para tratar desse assunto a partir daqui.

2.1 Passo a passo para uma boa comunicação visual

I. Por que?

Defina qual é a sua motivação para se comunicar. Use as perguntas abaixo como guia.

- Que tipo de impacto quero gerar com a comunicação?
- Qual será o ganho para mim e para as pessoas com quem me comunico?
- Qual é o meu objetivo com o uso dessa imagem (ou conjunto de imagens) na comunicação?

II. Para quem?

Entenda com quem você vai se comunicar. Se o público é de especialistas na sua área de conhecimento, você pode usar termos técnicos, expressões tipicamente acadêmicas e imagens que exijam conhecimento prévio para compreensão. Em um outro extremo, se seu público são crianças, a linguagem precisa ser adaptada e as imagens precisam ser simplificadas.

Considere também quão engajado está seu público nessa comunicação. Se seu público vai ler seu conteúdo em um artigo científico de uma revista muito especializada, o nível de engajamento costuma ser bastante alto. Por outro lado, em uma sessão de pôster de um congresso de tema muito amplo, o nível de engajamento dos participantes no tema da sua pesquisa pode não ser tão alto. Quanto menor é o engajamento, maior deve ser o esforço do autor para tornar a mensagem mais acessível.

Avalie os seguintes itens para tomar suas decisões:

- Quanto de conhecimento técnico na área tem seu público?
- Qual é o nível de engajamento do público na comunicação?

III. O que?

Depois de ter uma motivação clara e seu público bem estabelecido, é hora de definir o que será comunicado. Considere:

- Qual é a mensagem principal?
- Quais informações complementares podem ser úteis?
- Quais níveis de aprofundamento e detalhamento serão necessários?

IV. Como?

Por último, são feitas as escolhas de quais mídias, técnicas e ferramentas são mais adequadas para a comunicação. Em alguns casos, a informação pode ser comunicada na forma de texto, em outros, uma imagem pode facilitar a compreensão do conteúdo, evidenciar padrões, causar um impacto maior e até melhorar a retenção da informação pelo público.

Imagens mais simples podem ser criadas usando ferramentas de acesso livre e ou programas já disponíveis no seu computador. Porém, algumas exigem habilidades técnicas e conhecimentos de um ilustrador ou designer profissionais. Neste caso, você pode estudar e praticar para produzir um material de qualidade ou pode contratar alguém que já tenha essa experiência. Para definir como suas imagens serão criadas, você pode usar as seguintes perguntas como guia:

- Qual é a melhor forma de representar essa informação?
- Quais ferramentas eu já domino?
- Quais ferramentas me permitem produzir a imagem de forma mais rápida?
- Quais são os recursos que tenho disponíveis para produzir esse material (tempo, financeiro, conhecimento, espaço, etc.)?
- Vou produzir o material ou contratar um profissional para executar a arte?

3. Destrinchando o "como?"

3.1 Gráficos

O cérebro humano tem uma alta capacidade de interpretar estímulos e padrões visuais. Por isso, os gráficos são uma forma bastante efetiva de comunicação de dados. Os gráficos são representações visuais muito utilizadas na comunicação científica entre pares, mas também podem ser utilizados para comunicar resultados a um público mais leigo. Os elementos que irão compor um gráfico e a forma como eles serão dispostos dependerão, dentre outros fatores, do nível de especialização do público e da mensagem a ser transmitida. Alguns conhecimentos sobre percepção visual e a nossa capacidade cognitiva, podem ajudar na elaboração de gráficos mais eficazes.

3.1.1 Percepção visual

Alguns padrões visuais exigem um menor poder do nosso cérebro para serem processados e por isso são mais facilmente percebidos, enquanto outros padrões visuais podem demandar bastante energia e, às vezes, até levar a interpretações erradas.

Nosso cérebro identifica com facilidade alguns padrões visuais, que podem ser utilizados inclusive para identificar ruídos em uma imagem. Ruídos são aquelas informações desnecessárias ou redundantes que desviam ou confundem o leitor. Os princípios de percepção visual que identificamos sem requerer muito processamento do nosso cérebro são mostrados na Figura 2.



Figura 2. Padrões gerais de percepção visual.

Para a construção de boas imagens, devemos considerar que os elementos gráficos possuem quatro propriedades elementares:

- Posição
- Forma
- Tamanho
- Cor

A maneira como esses elementos são combinados cria diferentes padrões visuais, que podem demandar mais ou menos esforço para o nosso cérebro processar a mensagem principal. Em geral, em gráficos, nosso cérebro percebe os seguintes padrões visuais com diferentes escalas de dificuldade (Figura 3).

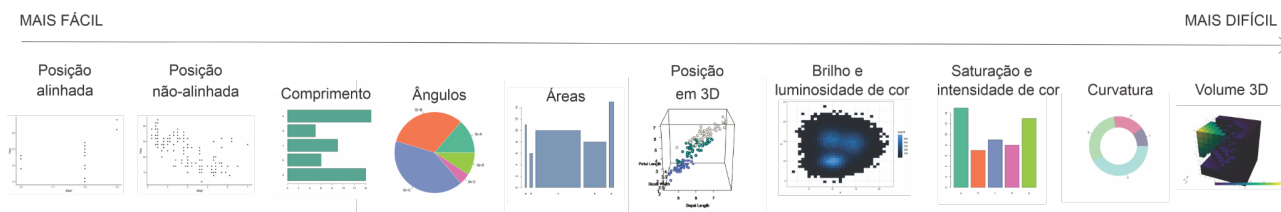


Figura 3. Padrões visuais para a percepção de elementos gráficos em ordem crescente de nível de dificuldade para processamento cognitivo da informação principal. Gráficos retirados de *The R Graph Gallery* e <https://ggplot2.tidyverse.org/>

3.1.2 Tipos básicos de gráficos

É possível fazer inúmeras combinações de elementos gráficos, que resultarão em tipos de gráficos distintos. Geralmente, alguns poucos tipos de gráficos são suficientes para a maioria das nossas necessidades. É importante você considerar também alguns tipos de gráficos que são específicos para a sua área de pesquisa. Nesse caso, observar a literatura da área e ter um pensamento crítico sobre como as imagens são apresentadas podem ajudar você a fazer boas escolhas.

Distribuição

A distribuição de um conjunto de dados pode ser bem representada por histogramas (Figura 4) e por gráficos de densidade. Esses gráficos, geralmente mostram a frequência de ocorrência de cada categoria. Para observar a distribuição de uma variável por categoria, pode-se utilizar gráficos como *box plot* (Figura 5), gráficos de violino e variações ou combinações desses tipos. Alguns desses gráficos podem mostrar também variações em relação à média ou ainda, quando combinado com pontos, pode mostrar a distribuição para cada uma das amostras do estudo.

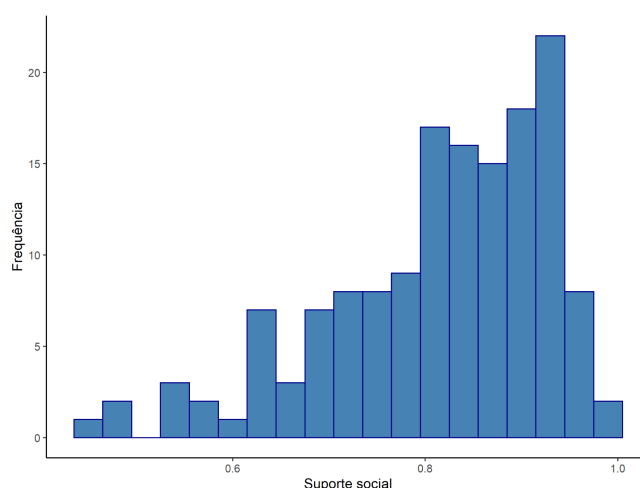


Figura 4. Gráficos do tipo histograma.

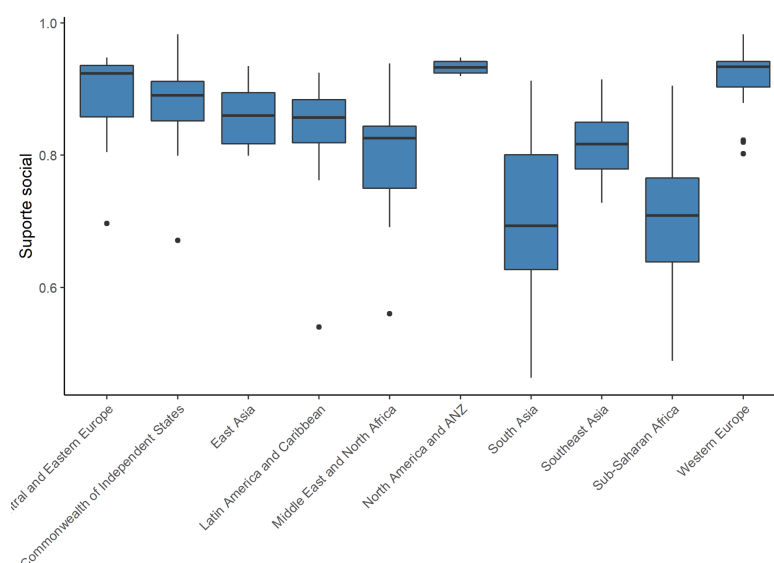


Figura 5. Gráficos do tipo *box plot*.

Quantidades

Para observar as quantidades ou a magnitude para categorias de um conjunto numérico, podemos utilizar gráficos de barras (Figura 6) e suas variações, tais como barras agrupadas e barras empilhadas (*stacked*). Os gráficos de barras costumam ser ideais para representar magnitudes, porque o comprimento (das barras) é um padrão visual facilmente percebido pelo nosso cérebro. Outras opções para representar quantidades são os gráficos de pontos e os mapas de calor (*heatmaps*).

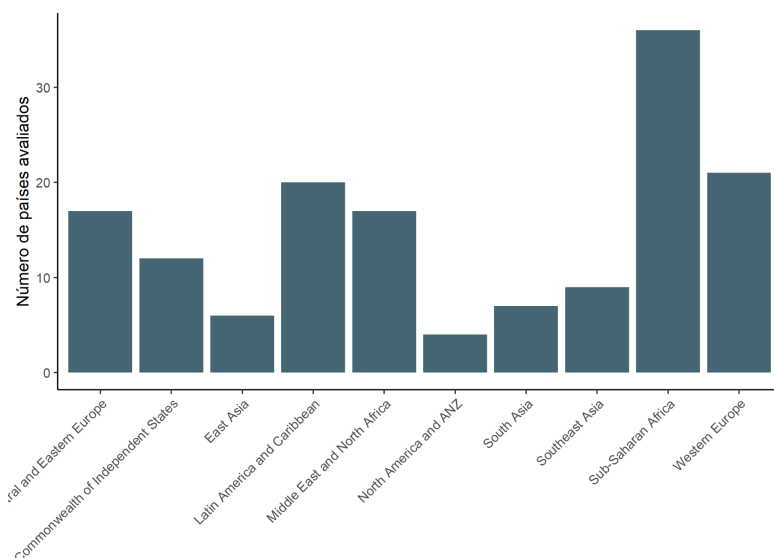


Figura 6. Gráfico de barras verticais representando a quantidade de países por região (categoria).

Proporção

Nossos olhos comparam comprimentos com eficiência, o que é útil para comparar proporções entre categorias. Por isso, a comparação entre a proporção de dois ou mais grupos pode ser facilmente observada em gráficos de barras horizontais (Figura 7) ou verticais, barras empilhadas (*stacked*) ou barras agrupadas. Entretanto, há várias outras possibilidades de representar proporções, que depende, dentre outros fatores, da quantidade de categorias que estão sendo comparadas.

É possível utilizar gráficos com densidades agrupadas e gráficos de mosaico, por exemplo, na categoria de gráficos para proporções é bastante comum o uso de gráficos de pizza. Esses gráficos podem ser muito eficazes em algumas situações, como quando se tem valores muito discrepantes e poucas categorias em comparação. Entretanto, é preciso ter bastante cuidado com os gráficos de pizza. Lembre-se que nossos olhos não reconhecem com muita facilidade padrões em ângulos, então pode ser difícil comparar proporções em gráficos de pizza, principalmente se os valores de proporção não forem muito muito discrepantes. Na dúvida, o gráfico de barras horizontal é uma ótima alternativa ao gráfico de pizza.

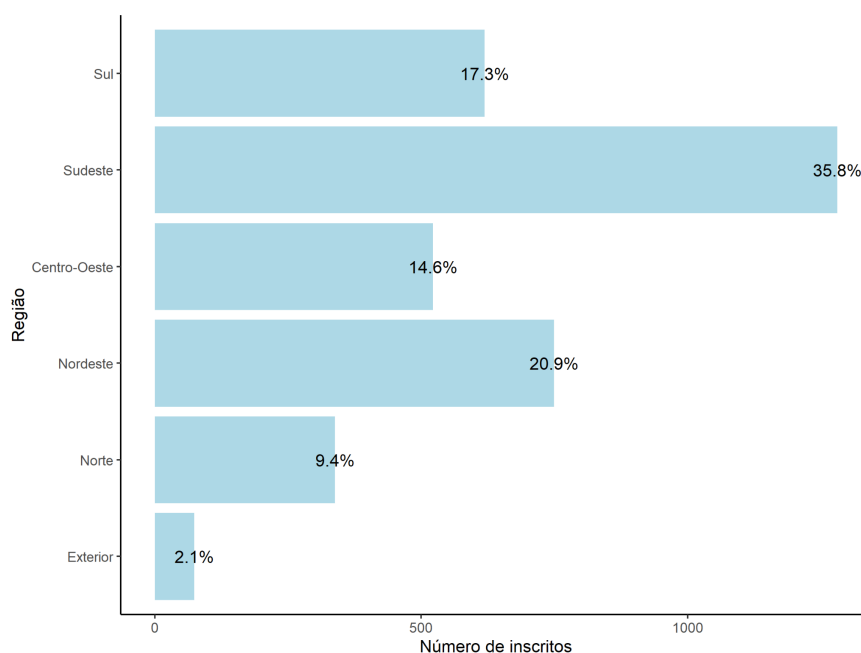


Figura 7. Gráfico de barras horizontais representando a proporção de inscrições recebidas por região.

Associação

A associação ou relação entre duas variáveis pode ser representada em gráficos de pontos (*scatterplots*), com cada variável que se deseja representar em um dos eixos cartesianos (Figura 8). Para casos em que se deseja representar a associação entre mais de duas variáveis em uma única imagem, pode-se utilizar outros elementos gráficos como complemento, por exemplo, tamanho ou cor do ponto. Outras alternativas para representar a relação entre variáveis incluem gráficos de linhas inclinadas e correlogramas.

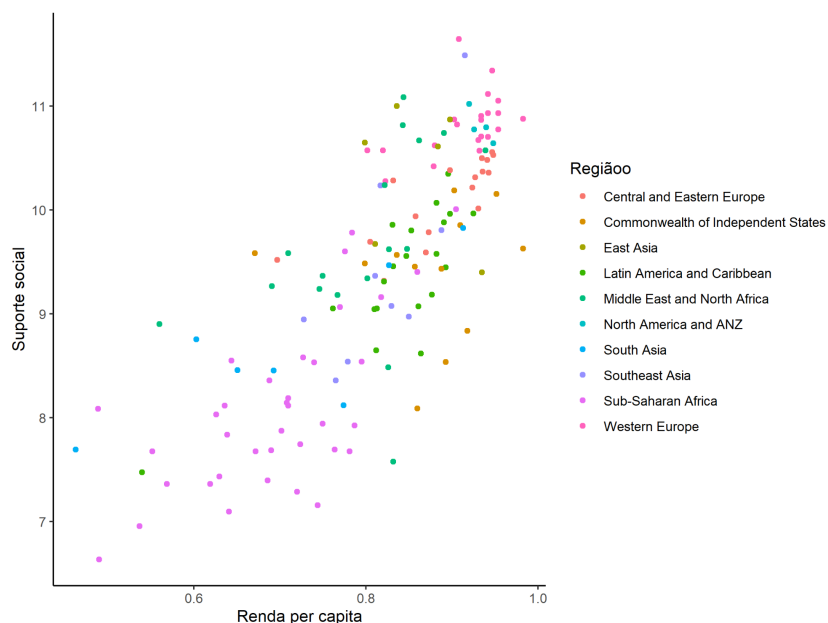


Figura 8. Gráficos de pontos representando a relação entre duas variáveis em diversas regiões do mundo.

Tendência

Dados de tendência podem ser representados com gráficos de linhas ou linhas combinadas com pontos, ou ainda pontos conectados. Um exemplo em que pode ser interessante utilizar gráficos de tendência é na apresentação de dados de série temporais. Neste caso, a flutuação de uma ou mais variáveis (normalmente no eixo y) ao longo do tempo (normalmente no eixo x) é representada em um gráfico de linhas.

Erro e confiança

As formas mais comuns de representar intervalo de confiança ou erro são por meio de barras de erro horizontais ou verticais, que podem ou não ser combinadas com outros tipos de gráficos, como por exemplo, aqueles gráficos que mostram a distribuição dos dados.

Para conhecer mais sobre os tipos de gráficos, recomendamos a leitura do livro ***Fundamentals of Data Visualization: A Primer on Making Informative and Compelling*** de Claus O. Wilke [disponível gratuitamente online](#). Para saber um pouco mais sobre como entregar uma mensagem eficaz através de gráficos, utilizando princípios de *storytelling* e técnicas de design, e também entender mais sobre a importância do público no planejamento das imagens, recomendamos o livro ***Storytelling com dados*** de Cole Knafllic.

Os gráficos apresentados neste material foram, em sua maioria, feitos utilizando os pacotes ggplot2 e RColorBrewer do *software* R. Você pode fazer o [download do código dos gráficos](#) e utilizar livremente.

3.2 Desenho

O desenho é uma ferramenta muito versátil para comunicação visual. O uso de desenhos nas ciências biológicas é amplamente conhecido e permite descrever anatomia, fisiologia, processos moleculares e até comportamentos de seres vivos. Porém, outras áreas tanto das ciências humanas quanto exatas podem se beneficiar desse recurso. Desenhos podem ser utilizados para ilustrar sistemas complexos de forma simplificada ou fragmentada, dar ênfase em certos elementos de um todo, representar elementos pequenos grandes demais para serem fotografados, entre diversas outras aplicações.

Técnicas

A melhor técnica é a que comunica a informação de forma mais clara e direta. Na ilustração científica clássica, é comum produzirem desenhos com grafite, nanquim e aquarela. Entretanto, outras mídias como tinta acrílica, guache e lápis de cor podem ser utilizadas. Também podem ser empregadas ferramentas digitais, como pintura digital, criação de imagens vetorizadas e outras técnicas para criar imagens em duas ou três dimensões. Além disso, técnicas digitais podem ser combinadas com outras mais tradicionais.

Ilustrações em escala de cinza (grafite) ou preto e branco (nanquim) são muito úteis para mostrar formas, proporções, escalas e outras informações, sem a presença das cores como distratores (Figura 9). Além disso, essas imagens podem ser mais rápidas e ter um custo menor para serem criadas do que

imagens coloridas. Se você vai criar a imagem e não tem experiência, também é mais fácil aprender a desenhar formas e incluir sombreados, pontilhados e hachuras sem a preocupação com a cor.



Figura 9. Folha de *Hibiscus* sp. Ilustração em aguada de nanquim para mostrar forma do limbo e padrão de nervação. Autora: Patricia S. Sujii.

Ilustrações coloridas contêm a cor como um elemento de informação extra, que pode ser importante para comunicação em alguns casos ou que podem ser utilizadas para chamar atenção do público (Figura 10). A escolha de cores pode ser feita com base na representação das cores reais do objeto de estudo ou pode ser definida de forma arbitrária para tornar a mensagem mais clara e acessível.



Figura 10. Folha de *Centrolobium tomentosum*, com detalhe dos pontos de resina visíveis na parte inferior dos folíolos. Ilustração digital utilizada em material de divulgação científica para adolescentes. Autora: Patricia S. Sujii.

Para escolher a mídia e a técnica considere:

- Quais elementos são essenciais para comunicar a mensagem de forma efetiva (forma, volume, cor,...)?
- Quais elementos complementares podem ser úteis?
- A revista tem recomendações ou exigências?
- Na minha área de pesquisa, existe um padrão para produção de imagens?
- Quanto tempo e dinheiro estão disponíveis para criação da imagem?

3.3 Infográficos

A combinação de imagens e elementos textuais em infográficos já é bastante comum em conteúdo jornalístico e nas redes sociais e tem ser tornado mais frequente na comunicação acadêmica. Infográficos simplificam ideias, ajudam na compreensão de sistemas complexos, aumentam engajamento e retenção de informação.

Infográficos podem ser úteis como resumos gráficos, porque apresentam uma narrativa visual. Com um conjunto de ícones simples, guias visuais e elementos textuais, é possível apresentar o objetivo do trabalho, métodos utilizados e principais conclusões (Figura 11).

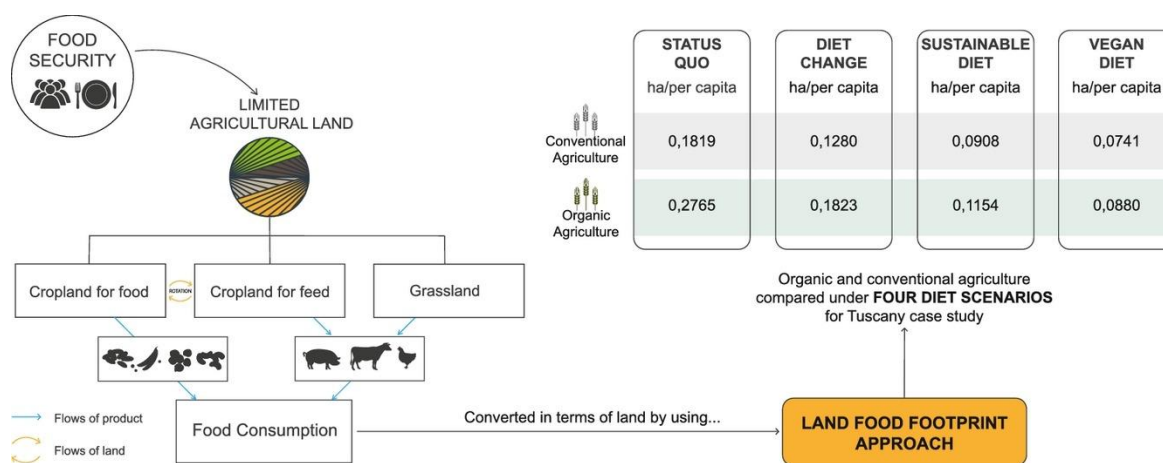


Figura 11. Exemplo de infográfico com ícones, setas como guias visuais e elementos textuais. Autores: Lombardi et al. 2021 (<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109702>).

Não é preciso ser um designer para produzir um infográfico. Existem modelos gratuitos que podem ser editados em plataformas online de forma gratuita (sugestão: www.canva.com). Também é possível criar um infográfico do início utilizando elementos gráficos disponíveis na internet e tomando alguns cuidados.

Também é possível ilustrar informações da metodologia como amostragem, fluxograma de atividades, descrição de técnicas, componentes dos materiais utilizados, etc. Na Figura 12, é possível identificar informações sobre formato e tamanho das áreas de coleta das amostras, assim como a distribuição dessas áreas no espaço, presença de intervenção humana e outras informações. Esse conteúdo na forma de texto ou tabelas exigiria um esforço maior do leitor para ser compreendido.

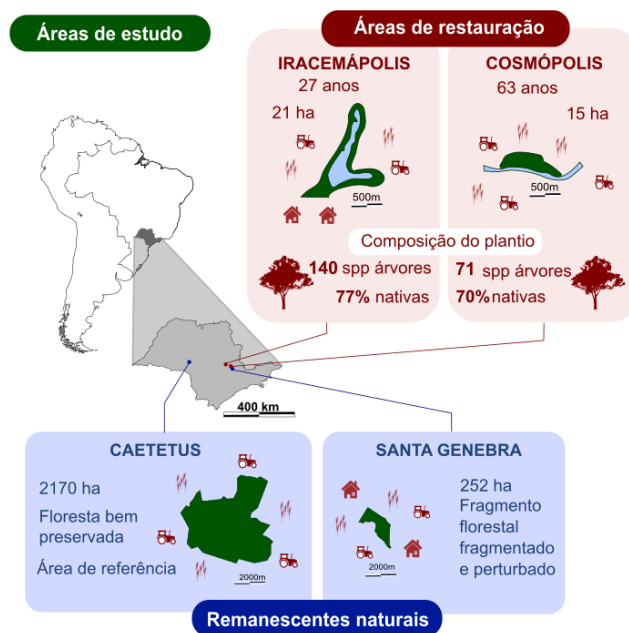


Figura 12. Infográfico com descrição dos locais de coleta de amostras. Imagem utilizada para defesa de tese de doutorado, depois traduzida para publicação em revista científica. Autora: Patricia S. Sujii.

Elementos básicos de um infográfico

I. Mensagem e narrativa visual

Planeje qual mensagem será transmitida no resumo gráfico. As informações devem estar alinhadas com o conteúdo do resumo na forma de texto e com os *highlights*. Você pode usar ícones e guias visuais como setas e caixas para criar uma narrativa visual no seu resumo. Na Figura 11, os autores usaram caixas com texto e ícones para apresentar o conteúdo e setas para indicar a ordem de leitura do conteúdo.

II. Composição

A forma como os elementos ocupam o espaço em um infográfico podem contribuir para compreensão do conteúdo. Se você não tem conhecimentos técnicos sobre composição visual, pode usar composições clássicas como uso de simetria, a regra dos terços ou razão áurea (Figura 13) como base para distribuir os elementos no espaço.

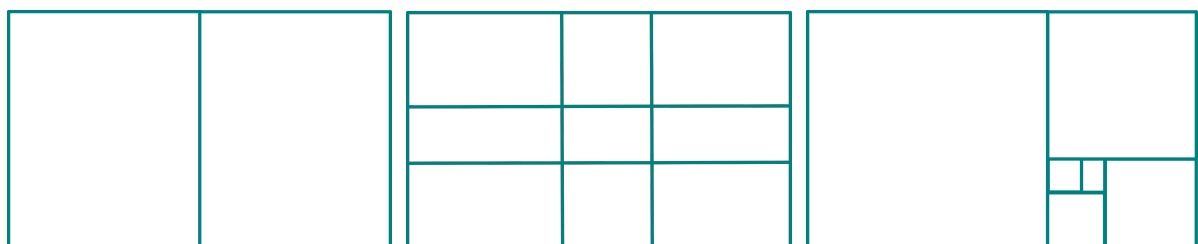


Figura 13. Divisão dos espaços usando simetria (esquerda), regra dos terços (centro), razão áurea (direita).

III. Elementos textuais

O texto e as imagens devem se complementar em um infográfico. É recomendável utilizar pequenos títulos e frases curtas. Evite blocos de texto. Dê preferência para o uso de fontes sem serifa como Arial ou Calibri ou Helvetica, deixe as fontes com serifa, como Times New Roman para o corpo do texto do artigo. Também evite fontes artísticas de difícil leitura como *Zapfino*. A fonte não pode ser pequena demais, pois inviabilizará a leitura na versão impressa do documento. Tente usar sempre fontes de 8 a 16 pt.

Para aprender mais sobre infográficos, recomendamos o curso "Design and make infographics" no Coursera (<https://www.coursera.org/learn/infographic-design>).

4. Preparando figuras para publicação

As figuras de uma publicação acadêmica devem ser simples e claras. O uso de muitos elementos e cores pode ser esteticamente atraente, mas podem dificultar a compreensão do conteúdo e distrair o leitor. Um bom planejamento seguindo o passo a passo do tópico 2.1 vai te ajudar a ter figuras que se comunicam de forma mais efetiva.

Ao criar figuras para publicação, é preciso respeitar as regras e especificações da revista. Cada revista científica tem seu conjunto de normas, então, sempre leia atentamente as instruções aos autores antes de criar suas figuras. Se for contratar um profissional, garanta que ele(a) saiba quais são essas normas.

4.1 Formatos de imagens

Ao produzir uma imagem digital ou ao digitalizar um desenho feito com mídia tradicional, é possível salvar o arquivo em diferentes formatos. Cada um tem suas aplicações, limitações, vantagens e desvantagens. Veja um resumo dos principais formatos e suas aplicações na Figura 14.

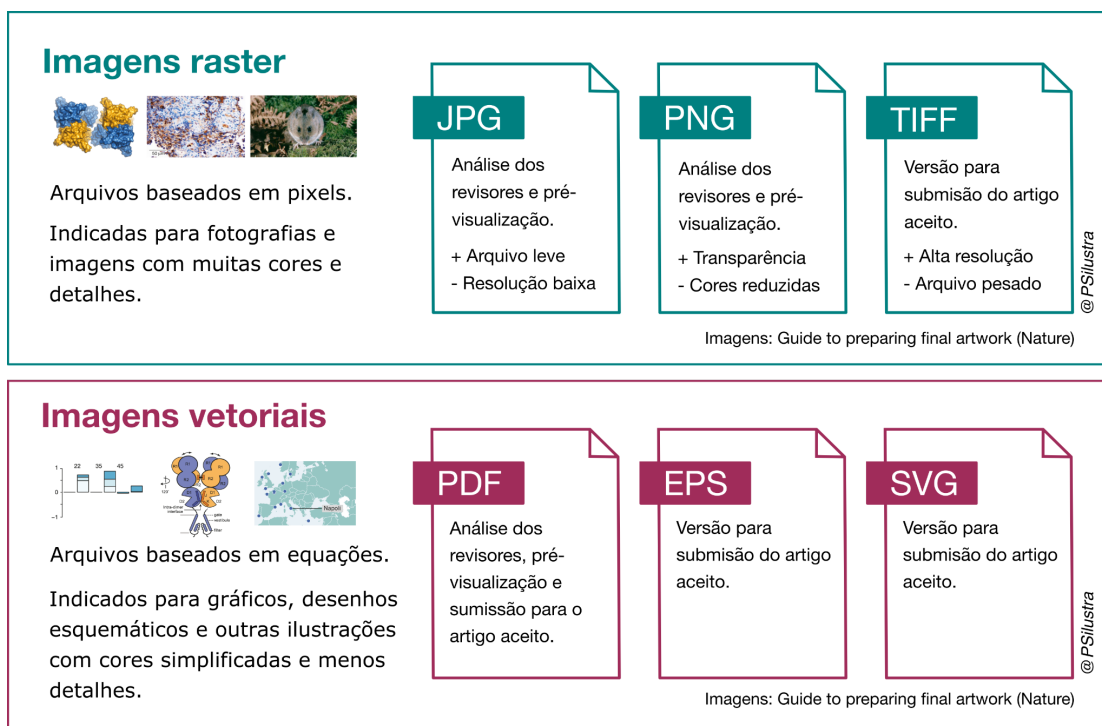


Figura 14. Definições de imagens raster e vetoriais e suas aplicações. Autora: Patricia S. Sujii.

A resolução dos arquivos raster define a qualidade e a nitidez da imagem e é normalmente medida em dpi (*dots per inch* - pontos por polegada). Salvar um arquivo com resolução muito baixa torna a imagem pouco nítida, porque ela terá poucos pontos para representar cada traço e cada cor. Veja na Figura 15 uma comparação da mesma imagem salva com diferentes resoluções. Para impressão, é recomendado usar resolução de pelo menos 300 dpi. Para imagens para redes sociais, o mínimo é uma resolução de 72 dpi. Quanto maior é a resolução, mais pesado fica o arquivo. A maioria dos programas de edição de imagem permite diminuir o tamanho do arquivo reduzindo a qualidade do arquivo original. O caminho inverso é muito mais complicado. Se você abrir um arquivo de 72 dpi no programa de edição de imagem, é possível salvá-lo com uma resolução maior, mas a qualidade e a nitidez da imagem não melhoram automaticamente com isso. Quando os revisores da revista criticam a resolução da imagem, na verdade, eles estão interessados na nitidez e na qualidade, não na resolução em si.

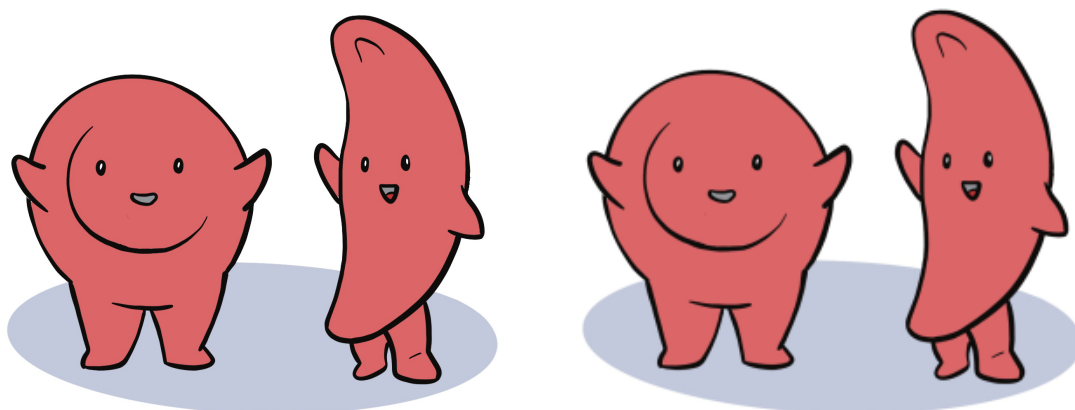


Figura 15. Imagem salva com resolução para impressão (300 dpi - esquerda) e para redes sociais (72 dpi direita).

5. Ferramentas

Existem muitas ferramentas pagas e gratuitas que podem ser utilizadas para produzir os mais diversos tipos de imagens. Listamos abaixo algumas das nossas recomendações de ferramentas e outras fontes de informações.

Edição de imagens vetorizadas: <https://inkscape.org/>

Edição de imagens raster: <https://www.gimp.org/>

Ícones, ilustrações e fotos:

- <https://flaticon.com/>
- <https://freepik.com/>
- <https://www.iconfinder.com/>
- <https://unsplash.com/>

Mapas mentais e fluxogramas: <https://miro.com/app/>

Modelos e layouts de infográficos: <https://www.canva.com/>

Plotagem de gráficos:

- <https://www.rstudio.com/> (pacotes: ggplot2, RColorBrewer)
- <https://rawgraphs.io/>
- <https://www.mathworks.com/products/matlab/matlab-and-python.html>
- [Matplotlib: Python plotting — Matplotlib 3.4.3 documentation](#)
- Códigos para plotagem dos gráficos apresentados neste documento: https://github.com/letyciabasso/curso_ilustracao_cientifica
-

Seleção de paleta de cores:

- <https://colorbrewer2.org/>
- <https://www.color-hex.com/>
- <http://khroma.co/>

Simulação de visão daltônica e monocromática: <https://colororacle.org/>

Curso "Design and Make Infographics": <https://www.coursera.org/learn/infographic-design>

Livro *Fundamentals of Data Visualization: A Primer on Making Informative and Compelling* de Claus O. Wilke [disponível gratuitamente online](#).