

# Coleção Química no Cotidiano

Sustentabilidade e Soberania  
Volume 16



Guilherme Andrade Marson  
Eric Junqueira Brito Pereira  
Rafael Henrique Trindade  
Ellen Maria da Silva  
Matheus Farinelli Fusari

# Sustentabilidade em jogo

Coleção Química no Cotidiano

Volume 16

# Sustentabilidade em jogo

Guilherme Andrade Marson

Eric Junqueira Brito Pereira

Rafael Henrique Trindade

Ellen Maria da Silva

Matheus Farinelli Fusari



MOVIMENTO  
QUÍMICA  
PÓS 2022  
Sustentabilidade e Soberania

SBQ  
Sociedade  
Brasileira  
de Química



**CERSusChem**  
Centro de Excelência para  
Pesquisa em Química Sustentável

1ª Edição

São Paulo | Sociedade Brasileira de Química | 2022

© Sociedade Brasileira de Química

**Coleção Química no Cotidiano - Sustentabilidade e Soberania  
Volume 16**

**Coordenadoras do projeto**

Claudia Moraes de Rezende e Rossimiriam Pereira de Freitas

**Editora-chefe**

Claudia Moraes de Rezende

**Revisores**

Claudia Moraes de Rezende e Rossimiriam Pereira de Freitas

**Arte gráfica e editoração**

Cabeça de Papel Projetos e Design LTDA ([www.cabecadepapel.com](http://www.cabecadepapel.com))

Ficha Catalográfica  
Wanda Coelho e Silva (CRB/7 46)  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

---

M63q Marson, Guilherme A.

**Sustentabilidade em jogo** / Guilherme Andrade Marson, Eric Junqueira Brito Pereira, Rafael Henrique Trindade, Ellen Maria da Silva, Matheus Farinelli Fusari – São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2022.

p.77 - (Coleção Química no Cotidiano, v. 16)

ISBN 978-85-64099-33-3

1. Química. 2. Sustentabilidade. I. Suarez, Paulo Anselmo Z.. II. Título. III. Série.

CDD 547.7

CDU 547.9

---

Todos os direitos reservados – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por outro meio.  
A violação dos direitos de autor (Lei nº 5.988/73) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

# Autores

## **Guilherme Andrade Marson**

*Coordenador do projeto*

É químico e professor no Instituto de Química da Universidade de São Paulo desde 2008. Seus interesses incluem a aplicação da tecnologia para a criação de recursos educacionais, metodologias ativas de ensino, e iniciativas de divulgação da Química. Destacam-se, em sua produção, a concepção e atual coordenação das plataformas Química Nova Interativa da SBQ (<http://qnint.sbq.org.br>) e LABIQ (<http://labiq.iq.usp.br>). Sua iniciativa Lab Vivo, que integra a licenciatura com ações de extensão, recebeu em 2021 o prêmio Prof. Rubens Murillo Marques da Fundação Carlos Chagas.

## **Eric Junqueira Brito Pereira**

*Autor da Fase A: Como você vai para a escola?*

É bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista e mestre em Bioquímica pela Universidade de São Paulo.

## **Rafael Henrique Trindade**

*Autor da Fase B: Qual a sobremesa mais sustentável?*

É licenciado em Química pela Universidade Camilo Castelo Branco e especialista em docência para o Ensino Superior pelas Faculdades Oswaldo Cruz. Atua como professor na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo e como coordenador pedagógico na ETEC de Itaquaquecetuba.

## **Ellen Maria da Silva**

*Autora da Fase C: Tá com sede?*

É bacharel e licenciada em Química pela Universidade de São Paulo. Coautora do projeto LabVivo premiado, em 2021, com o prêmio Prof. Rubens Murillo Marques da Fundação Carlos Chagas.

## **Matheus Farinelli Fusari**

*Autor da Fase D: Lixo eletrônico, como descartar?*

É bacharel e licenciando em Química pela Universidade de São Paulo. Atua como professor na rede particular de ensino.

# **Agradecimentos**

Agradecemos as contribuições da **Profª Lígia D'Ávilla Bozzi** que, conosco, desenhou os primeiros contornos deste trabalho.

Agradecemos à **Pró-Reitoria de Graduação da Universidade de São Paulo**, pela bolsa de estudos concedida à Ellen Maria da Silva, por meio do projeto "deSenformando", no contexto do programa Aprender na Comunidade, e aos colegas Profª.Drª Carmen Fernandez e Prof. Dr. Thiago Régis Paixão, coautores neste projeto.

Agradecemos à **FAPESP**, pelo apoio às atividades acadêmicas de Guilherme Andrade Marson, na qualidade de pesquisador associado do CEPID Redoxoma (proc. 2013/07937-8).

# Índice

|   |    |
|---|----|
| Apresentação para mentes curiosas.....  | 9  |
| Antes de começar a jogar: pare, leia e pense um pouco.....                                | 11 |
| Haverá nós no futuro? .....   | 12 |
| Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.....                        | 13 |
| Componentes do Jogo: Avatares.....  | 15 |
| Componentes do Jogo: Perfis de Gestão Pública .....                                       | 17 |
| O que é gestão pública?.....  | 17 |
| Como jogar .....  | 19 |
| A – Transporte: Como você vai para a escola? .....  | 21 |
| A1 – Problema da fase: como você iria para a escola?.....                                 | 21 |
| A2 I – Consequência da escolha: ir de ônibus para a escola .....                          | 23 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? ..... | 24 |
| A2 II – Consequência da escolha: ir de bicicleta para a escola.....                       | 25 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? ..... | 25 |
| A2 III – Consequência da escolha: ir de carro para a escola.....                          | 26 |
| Agora uma outra pergunta para você!.....  | 27 |
| E aí? Qual trajeto você faria? .....  | 27 |
| A2 III-1 – Consequência da escolha: ir pelo caminho mais rápido .....                     | 28 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? ..... | 28 |
| A2 III-2 – Consequência da escolha: ir pelo caminho mediano .....                         | 29 |

|   |    |
|---|----|
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? ..... | 29 |
| A2 III-3 – Consequência da escolha: ir pelo caminho demorado .....                        | 30 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? ..... | 30 |
| A3 – Vamos aprender sobre Trânsito sustentável.....                                       | 31 |
| E os ODS? .....   | 36 |
| A4 – Presentes da SBQ para mentes curiosas .....  | 37 |
| <br>  |    |
| B – Alimentação: Qual a sobremesa mais sustentável? .....                                 | 39 |
| B1 I – Problema da Fase: Hora do almoço! Cadê a sobremesa? .....                          | 39 |
| B2 I – Consequência da escolha: maçã e banana .....                                       | 41 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? ..... | 42 |
| B2 II – Consequência da escolha: ameixa. ....   | 43 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? ..... | 44 |
| B2 III – Consequência da escolha: barra de chocolate .....                                | 45 |
| B3 – Vamos aprender sobre a Pegada Hídrica .....  | 47 |
| Não basta regar as plantas.....   | 48 |
| Desperdiçar comida é desperdiçar água! .....  | 49 |
| E os ODS? .....   | 50 |
| B4 – Presentes da SBQ para mentes curiosas .....  | 51 |
| <br>  |    |
| C – Consumo: Tá com sede?.....  | 53 |
| C1 – Problema da fase: com que copo beber? .....  | 53 |
| C2 I - Consequência da escolha: copos plásticos descartáveis e recicláveis55              |    |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? ..... | 56 |

|   |    |
|---|----|
| C2 II - Consequência da escolha: copos de papel.....  | 57 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? .....   | 58 |
| C2 III - Consequência da escolha: garrafas reutilizáveis .....  | 59 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? .....   | 60 |
| C3 - Vamos aprender sobre o impacto do consumo de copos e garrafas na produção de lixo .....  | 61 |
| E os ODS? .....   | 64 |
| C4 - Presentes da SBQ para mentes curiosas .....  | 65 |
| <br>  |    |
| D - Lixo Eletrônico: Como descartar? .....  | 67 |
| D1. Problema da fase: pilhas usadas, o que fazer?.....  | 67 |
| E agora? Qual a melhor saída?.....  | 68 |
| D2 I - Consequência da escolha: jogar as pilhas no descarte de pilhas mais próximo da sua casa e comprar pilhas comuns .....        | 69 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? .....   | 70 |
| D2 II - Consequência da escolha: jogar as pilhas no descarte de pilhas mais próximo da sua casa e comprar pilhas recarregáveis..... | 71 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? .....   | 72 |
| D2 III - Você escolheu jogar as pilhas no lixo doméstico e comprar pilhas comuns .....  | 73 |
| Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você? .....   | 74 |
| D3 - Vamos saber mais sobre as consequências do descarte inadequado de lixo eletrônico.....   | 75 |
| D4 - Presentes da SBQ para mentes curiosas .....  | 79 |



|   |    |
|---|----|
| O jogo acabou? .....                                  | 80 |
| Hora de olhar a tabela de ponto dos Avatares. ....    | 80 |
| E então? Quem chegou até aqui com mais pontos?.....   | 80 |
| <br>  |    |
| O jogo do seu jeito.....                              | 82 |
| Crie seu próprio jogo.....                            | 82 |
| Referências Bibliográficas e Fontes Consultadas ..... | 84 |

# Apresentação para mentes curiosas

A Agenda 2030 da ONU tem como objetivo definir metas para que a humanidade, como um todo, continue a existir. Para isso, foram definidos os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS não são a linha de chegada da Agenda 2030, são a linha de partida para a humanidade continuar no jogo do planeta Terra. A humanidade não salvará o planeta, porque o planeta não precisa ser salvo. Salvará a si própria. O planeta já estava aqui quando entramos no jogo, e aqui continuará se sairmos. Felizmente, para nós, e para as milhares de outras espécies de seres vivos que ainda não desapareceram por conta de nossas ações, nós temos as ferramentas certas: o conhecimento que produzimos e a possibilidade de fazer escolhas. O conhecimento é a nossa melhor aposta, e dele nasce a esperança.

Enquanto você lê esta linha, há milhares de cientistas no mundo inteiro buscando conhecimento para continuarmos no jogo, ampliando nossas opções. Por esta razão, a Organização das Nações Unidas declara **2022 o Ano Internacional das Ciências Básicas para a Sustentabilidade (IYBSSD)**, e a **Sociedade Brasileira de Química iniciou o Movimento Química Pós 2022 – Sustentabilidade e Soberania.**



Não fique de fora. Sem você não vamos conseguir. Converse com as e os cientistas, escute, pergunte, duvide, discuta. Desafiamos você a se tornar uma delas

ou um deles. Quando uma mente curiosa se abre, abrem também novas portas para dias melhores.

### **Que tipo de livro é esse?**

Este é um **livro jogo**. O jogo tem 4 fases, ou capítulos, com um problema e opções de respostas. Cada resposta leva a outra página na qual trazemos informações produzidas pela comunidade científica para discutir as consequências destas escolhas. Ao final de cada fase, aprofundamos um pouco mais alguns conceitos importantes, e deixamos **Presentes da SBQ para mentes curiosas**.

### **O que este livro oferece?**

Este livro busca sensibilizar jovens leitores e leitoras e indicar portas para o acervo público de conhecimentos já disponibilizado pela SBQ. É pensado sobretudo para o uso em sala de aula, como proposta de atividade temática interdisciplinar sobre a Agenda 2030 e os ODS. As fases do jogo abordam conceitos de ciências em diferentes níveis de complexidade, podendo o livro ajustar-se ao Ensino Fundamental II e ao Ensino Médio. As fases também são escritas com graus de formalização diferentes, buscando adaptar-se a este público-alvo. É possível jogar em qualquer lugar, com várias pessoas, e até sozinha ou sozinho. É possível recriar seu próprio jogo. Esperamos que, lendo o jogo, ou jogando o livro, seja possível refletir sobre as grandes diferenças que fazem as pequenas escolhas. Você está pronta, você está pronto?

**Guilherme, Eric, Rafael, Ellen e Matheus**

# Antes de começar a jogar: pare, leia e pense um pouco.

Já havia vida em nosso planeta 3,5 bilhões de anos antes de surgirmos. E ela seguirá. A questão é se vamos continuar parte desta história ou se vamos desaparecer, levando outras formas de vida conosco. O maior desafio da humanidade é continuar existindo. Somos mais de 7,9 bilhões de pessoas morando na mesma casa. Nossas ameaças surgem da desigualdade, da intolerância, da degradação da natureza, da fome, da guerra, das pandemias.

A busca incessante das e dos cientistas nos permitiu entender que, na Terra, há ciclos interligados em que matéria e energia fluem em transformações constantes. Sim, muita química! Se perturbamos estes ciclos, tirando demais da natureza, ou poluindo demais, os ciclos mudam de ritmo. E há ritmos em que nós desaparecemos: por falta de água, de comida, de energia, e pelas guerras e disputas por estes insumos fundamentais. Podemos ainda ser consumidos por pandemias num mundo superpopuloso. Enchentes, secas, frio e calor intensos são exemplos de alterações nos ciclos que regulam o clima. E o trabalho árduo das e dos cientistas também indica claramente que estas alterações se devem ao desmatamento, à ocupação desordenada da terra, ao uso excessivo de combustíveis fósseis, e ao modo como produzimos, consumimos e descartamos tudo que faz parte do nosso modo de viver. Precisamos dançar conforme a música do planeta, ajustando nossos ciclos sociais, econômicos e ambientais, e não o oposto. Esse ajuste chamamos de Desenvolvimento Sustentável. Desenvolvimento porque, para seguir, há muito a desenvolver: superar a pobreza, a guerra, a fome, as catástrofes climáticas, a violência, a intolerância. Sustentável porque precisa acontecer sem esgotar as reservas de energia, água, comida e matérias-primas: sem esgotar o futuro.

## Haverá nós no futuro?

Sim, se pensarmos e agirmos **agora**. Temos conhecimento e pessoas dispostas a mudar o modo como vivemos. Os e as cientistas nos ajudam a discernir o que é imprescindível continuar fazendo, e nos proveem alternativas para fazê-lo de forma mais sustentável. Veja os exemplos de novos materiais e catalisadores usados para economizar e purificar água. Mas não temos muito tempo e, além disso, muitas pessoas ainda não perceberam o tamanho do problema, e outras não se importam com o problema!

Felizmente, preocupadas com a questão há décadas, instituições como a Organização das Nações Unidas reúnem milhares de pessoas no mundo todo para entender e buscar respostas para este nosso problema: cientistas de diversas áreas do conhecimento, representantes de países e de setores econômicos, sociais e culturais. As propostas evoluíram e, em 2015, este esforço resultou na Agenda 2030 e seus 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODS são uma direção clara para onde ir, se quisermos continuar por aqui.

# Os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030



**1** ERRADICAÇÃO DA POBREZA

**Erradicação da Pobreza**  
Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.



**2** FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

**Fome Zero e Agricultura Sustentável**

Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.



**3** SAÚDE E BEM-ESTAR

**Boa Saúde e Bem-Estar**  
Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.



**4** EDUCAÇÃO DE QUALIDADE

**Educação de Qualidade**

Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos



**5** IGUALDADE DE GÊNERO

**Igualdade de Gênero**  
Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.



**6** ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO

**Água Potável e Saneamento**

Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.



**7** ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL

**Energia Limpa e Acessível**  
Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos.



**8** TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO

**Emprego Decente e Crescimento Econômico**

Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos.



**9** INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURA

**Indústria, Inovação e Infraestrutura**  
Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação.



**10** REDUÇÃO DAS DESIGUALDADES

**Redução das Desigualdades**

Reduzir a desigualdade dentro dos países e entre eles.



### **Cidades e Comunidades Sustentáveis**

Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.



### **Consumo e Produção Responsáveis**

Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.



### **Ação Contra a Mudança Global do Clima**

Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.



### **Vida na Água**

Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.



### **Vida Terrestre**

Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.



### **Paz, Justiça e Instituições Eficazes**

Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.



### **Parcerias e Meios de Implementação.**

Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

# Componentes do Jogo: Avatares

Não é possível atingir os ODS sem a tolerância e a capacidade de entender e respeitar as diferenças entre as pessoas (**ODS 5**). Assim, neste jogo, cada equipe ou pessoa deve se colocar no lugar de uma outra pessoa, **um avatar**. Cada avatar é uma personagem fictícia com 8 características apresentadas nesta ordem:

1. Gênero;
2. Classe social;
3. Com quem mora;
4. Orientação sexual;
5. Cor/raça;
6. Se é ou não pessoa com deficiência;
7. Idade;
8. Questões de saúde.

Sugerimos o seguinte: imprima a página seguinte e a cole em papel mais firme. Recorte os avatares. Plastifique ou cole fita adesiva incolor sobre cada avatar. Use uma caneta apagável que escreva sobre plástico para marcar os pontos. Apague a cada partida, assim poderá usar os avatares muitas vezes!

**Durante o jogo, mantenha seu avatar consigo. Seus pontos serão marcados nele.**

Os avatares foram construídos a partir de informações públicas disponíveis no IBGE



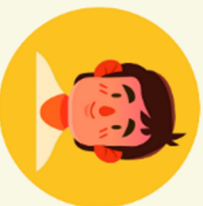


**PERFIL**

Gênero  
Classe social  
Com quem mora  
Orientação sexual  
Cor/raça  
Pessoa com deficiência (PcD)  
Idade  
Questões de saúde

**PONTUAÇÃO**

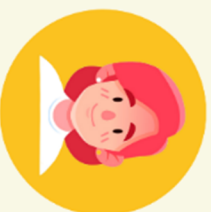
**A** (+) (+) (+) (+)  
**B** (+) (+) (+) (+)  
**C** (+) (+) (+) (+)  
**D** (+) (+) (+) (+)

**PERFIL A**

Homem  
Classe média  
Mãe solo e um irmão  
Heterossexual  
Pardo  
Sem deficiência  
19 anos  
Possui asma e rinite

**PONTUAÇÃO**

**A** (+) (+) (+) (+)  
**B** (+) (+) (+) (+)  
**C** (+) (+) (+) (+)  
**D** (+) (+) (+) (+)

**PERFIL B**

Mulher  
Classe média baixa  
Mãe e pai  
Heterossexual  
Branca  
Com deficiência motora  
17 anos  
Intolerância à lactose

**PONTUAÇÃO**

**A** (+) (+) (+) (+)  
**B** (+) (+) (+) (+)  
**C** (+) (+) (+) (+)  
**D** (+) (+) (+) (+)

**PERFIL C**

Mulher  
Classe baixa  
Avós  
Homossexual  
Preta  
Sem deficiência  
16 anos  
Possui hipertensão

**PONTUAÇÃO**

**A** (+) (+) (+) (+)  
**B** (+) (+) (+) (+)  
**C** (+) (+) (+) (+)  
**D** (+) (+) (+) (+)

**PERFIL D**

Homem  
Classe média  
Mãe, pai e dois irmãos  
Pansexual  
Amarelo  
Com deficiência auditiva  
16 anos  
Possui diabetes

**PONTUAÇÃO**

**A** (+) (+) (+) (+)  
**B** (+) (+) (+) (+)  
**C** (+) (+) (+) (+)  
**D** (+) (+) (+) (+)



# Componentes do Jogo: Perfis de Gestão Pública

## O que é gestão pública?

Você já pensou que existem muitas formas de organizar a sociedade? Como nos jogos, as atividades humanas são baseadas em regras. As regras são as leis, definem direitos e deveres das pessoas, e estão escritas em documentos como a **Constituição**. No Brasil, a cada quatro anos, escolhemos nas eleições representantes para fazer regras (leis) e para organizar a partida (governantes e suas equipes, **os gestores e gestoras**). Essas pessoas têm diferentes modos de jogar, ou diferentes perfis de **Gestão Pública**. Algumas levam em conta a sustentabilidade, valorizam a educação, a ciência, a saúde, o meio ambiente e o combate às desigualdades. Outras não. O perfil de Gestão Pública afeta muito as contribuições de cada pessoa para uma sociedade mais sustentável: podem ampliar ou limitar nossas escolhas (**ODS 16 e 17**).

## Neste jogo temos 3 perfis de gestão pública.

**Gestão 1:** incentiva transportes com menor consumo de combustíveis de fontes fósseis e promove preço menor para outros combustíveis; investe em ciclovias, em transportes públicos e na acessibilidade; controla e fiscaliza a utilização de agroquímicos levando em conta informações científicas sobre sua toxicidade e impacto ambiental; apoia a produção de alimentos mais baratos por pequenos e médios produtores; promove a coleta seletiva de lixo, a economia circular, e compra produtos sustentáveis para as escolas; investe em tecnologias acessíveis e em cooperativas para coleta e reciclagem de lixo eletrônico e pilhas usadas.

**Gestão 2:** incentiva transportes com menor consumo de combustíveis de fontes fósseis, mas pouco investe em ciclovias, em transportes públicos e na acessibilidade; não apoia pequenos produtores de alimentos, regula o uso de agroquímicos segundo informações de seus fabricantes e de grandes produtores; os preços de alimentos sustentáveis são altos; há coleta seletiva de lixo, mas não há incentivo para a economia circular e para compra de produtos sustentáveis para as escolas; investe em tecnologias acessíveis e em cooperativas para coleta e reciclagem de lixo eletrônico e pilhas usadas.

**Gestão 3:** prioriza transportes individuais movidos a combustíveis fósseis, vendidos a preços caros; não são construídas novas ciclovias e nem são feitas melhorias no transporte público; alimentos sustentáveis são muito caros e difíceis de encontrar; não apoia pequenos produtores de alimentos; estabelece limites elevados para o uso de agroquímicos em comparação com outros países; não há coleta seletiva de lixo, nem incentivo à economia circular e à compra de produtos sustentáveis para as escolas; não investe em tecnologias acessíveis e não há pontos de coleta de lixo eletrônico e pilhas.

**Conheça nossa Constituição:**



# Como jogar

## 1 – Escolha como, onde e quando jogar

O livro pode ser jogado em modo remoto ou presencial, diretamente neste arquivo ou impresso. Jogando o livro eletrônico, use os links marcados no texto para navegar entre as respostas nas fases. Jogando o livro impresso (*precisa mesmo?*), vá para as páginas das seções indicadas. As partidas duram de 40 minutos até várias horas, dependendo do quanto as pessoas discutem suas escolhas e exploram as sugestões no final de cada fase. A partida pode ser pausada e retomada a qualquer momento.

## 2 - Defina Equipes, seus Avatares e seus Perfis de Gestão Pública

Jogue em até quatro equipes com número livre de integrantes. Cada equipe sorteia ou escolhe um dos quatro avatares. *Ao escolher, pergunte-se: sei jogar na pele de uma pessoa diferente de mim?*

Cada equipe joga segundo um dos três perfis de Gestão Pública. Sorteie os perfis como quiser (dado, “rodando a caneta”, “dois ou um”) desde que apenas duas equipes tenham a mesma gestão. Por exemplo, jogando em quatro equipes, se a Gestão 3 já foi sorteada para duas equipes, as outras duas equipes poderão jogar apenas com as gestões 1 ou 2. *Na vida real, lembre-se: voto não é loteria, não conte com a sorte!*

## 3 – Jogando

O objetivo do jogo é percorrer suas 4 fases, perdendo o menor número de pontos possível: A – Transporte, B – Alimentação, C – Consumo e D – Lixo Eletrônico. Cada fase tem 4 partes:

**O problema da fase e suas escolhas.** Inicie cada fase conhecendo seu problema e 3 opções para resolvê-lo. Faça sua opção e siga o *link* ou a indicação da seção a seguir (*se imprimiu o livro*) para saber as consequências da sua escolha.

**Consequências das escolhas.** Saiba as consequências de suas escolhas e porque algumas opções são mais sustentáveis do que outras. Veja quantos pontos são perdidos para o perfil de Gestão Pública da equipe. Risque os círculos da linha correspondente a cada fase no avatar. Por exemplo, se você perdeu 1 ponto na escolha da fase A, risque uma das bolinhas com o símbolo “+” na linha da Fase A.

**Vamos aprender sobre.** Depois da escolha e dos pontos, é hora de aprender um pouco mais sobre o problema e suas escolhas. Pare e leia com atenção. *Afinal, estamos aqui para isso, não é mesmo?*

#### **Presentes da SBQ para mentes curiosas**

Esta é a porta aberta para mais conhecimento ao final de cada fase.

#### **4 – Fim do jogo**

Ao finalizar todas as fases, conte os pontos que sobraram no avatar. Vence quem terminar com mais pontos!

Equipes definidas?

Avatares na mão?

Perfil de Gestão Pública conhecido?

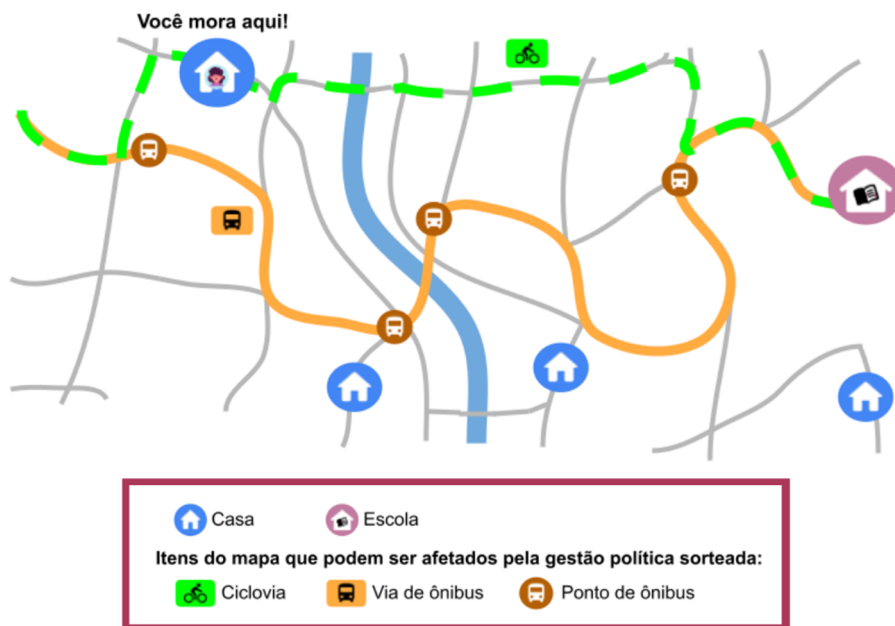
# INICIAR FASE A



# A – Transporte: Como você vai para a escola?

## A1 – Problema da fase: como você iria para a escola?

Você precisa ir para a escola todos os dias. Veja o mapa abaixo, do bairro onde você e alguns de seus e suas colegas moram. Encontre sua casa, as de seus e suas colegas, e a escola onde vocês estudam. Veja também a linha de ônibus que passa em frente à escola, com as paradas, além de uma ciclovia.



| Meio de transporte | kg de gás carbônico produzido por km rodado | Número de pessoas transportadas por veículo (normalmente) |
|--------------------|---|---|
| Metrô              | 3,2   | 900   |
| Ônibus             | 1,3   | 80  |
| Automóvel          | 0,2   | 2   |
| Motocicleta        | 0,1   | 1   |

*Fonte: adaptado de IPEA, 2011*

Pense no mapa e nas informações da tabela. Como você iria para a escola?

- Ônibus ([ir para A2 I](#));
- Bicicleta ([ir para A2 II](#));
- Carro ([ir para A2 III](#)).

## A2 I – Consequência da escolha: ir de ônibus para a escola

Essa é uma opção muito bacana, pois o ônibus polui relativamente menos se comparado a automóveis. Você pode ver na tabela que, por mais que um único ônibus convencional libere maior quantidade de gás carbônico que um carro a cada quilômetro rodado, ele consegue transportar muito mais pessoas de uma só vez e isso torna este meio de transporte uma ótima opção.

| Meio de transporte | kg de gás carbônico produzido por km rodado | Número médio de pessoas transportadas por veículo |
|--------------------|---|---|
| Metrô              | 3,2   | 900   |
| Ônibus             | 1,3   | 80  |
| Automóvel          | 0,2   | 2   |
| Motocicleta        | 0,1   | 1   |

Fonte: adaptado de IPEA, 2011

O ônibus libera cerca de 6 vezes mais gás carbônico (●) que o automóvel, a cada quilômetro rodado. Para transportar apenas 1 pessoa, podemos representar isto assim:

1 pessoa (1 carro): ●

1 pessoa (1 ônibus): ●●●●●●

Mas, se 80 pessoas quisessem se locomover, seriam 16 carros com 5 pessoas cada, ou apenas 1 ônibus:

80 pessoas (16 carros): ●●●●●●●●●●●●●●●●      80 pessoas (1 ônibus): ●●●●●●

Mesmo que 1 automóvel libere menos gás carbônico que 1 ônibus por quilômetro rodado, o transporte individual polui mais do que o coletivo. Além disso, causa grandes engarrafamentos! Parados no trânsito, os veículos poluem muito



mais. Escolher o ônibus para ir à escola foi mais sustentável do que escolher o carro. Parabéns! Mas poderia ser ainda melhor ir de bicicleta, pois o único gás carbônico produzido no caminho seria sua respiração! Você ajudaria ainda mais a diminuir problemas do aquecimento global!

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

|   |  |
|---|--|
| <b>Gestão 1<br/>Perde<br/>apenas 1<br/>ponto!</b> | <p>Essa gestão investe no transporte público, tornando-o mais seguro e eficiente.</p> <p><a href="#"><u>Siga para A3</u></a></p>   |
| <b>Gestões 2<br/>e 3<br/>Perdem 2<br/>Pontos</b>  | <p>Em ambos os casos não há investimento no transporte público. Por isso, eles não são muito seguros, eficientes e confortáveis; além de não terem manutenção constante, o que faz com que poluam mais do que seria esperado.</p> <p><a href="#"><u>Siga para A3</u></a></p> |

## A2 II – Consequência da escolha: ir de bicicleta para a escola

Essa é uma opção muito bacana, pois, ao contrário dos outros meios de transporte disponíveis, a bicicleta não utiliza combustíveis de origem fóssil, como gasolina e diesel, para sua movimentação.

Dessa forma, ao utilizar a bicicleta, você contribui para diminuir a liberação de gás carbônico e a intensificação do aquecimento global.

Mas, atenção! Estamos ponderando aqui apenas o gás carbônico produzido no transporte em si. A produção de qualquer coisa na sociedade gera gás carbônico, inclusive das bicicletas. Porém, a quantidade de metais e plásticos usados para fabricar uma bicicleta é milhares de vezes menor do que aquelas utilizadas para produzir automóveis. Comprar uma bicicleta usada é ainda mais sustentável, pois assim evitamos a emissão de gás carbônico para produzir uma nova bicicleta.

### Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

|   |  |
|---|--|
| <b>Gestão 1<br/>Não perde<br/>NENHUM<br/>ponto!</b> | A bicicleta é a opção mais sustentável de todas! Parabéns pela sua escolha. Ela contribui na luta por um mundo mais sustentável!<br><br><a href="#"><u>Siga para A3</u></a>  |
| <b>Gestões 2<br/>e 3</b>                            | Infelizmente, nessas gestões políticas não há incentivo para a construção de ciclovias. Além disso, o contrato de manutenção das ciclovias existentes foi cancelado! Por conta das ações nada sustentáveis da gestão política, fica muito perigoso ir para a escola de bicicleta. Você deverá escolher outro meio de transporte.<br><br><a href="#"><u>Volte para o Problema da Fase</u></a> |



Mesmo que 1 automóvel libere menos gás carbônico que 1 ônibus por quilômetro rodado, o transporte individual polui mais do que o coletivo. Além disso, causa grandes engarrafamentos! Parados no trânsito, os veículos poluem muito mais.

## **Agora uma outra pergunta para você!**

Levando em consideração que você irá de carro para a escola, pense e escolha um trajeto para percorrer. Você poderia ir direto para a escola, ou dar carona para suas e seus amigos. Mas, para isso terá que acordar mais cedo. Quanto mais colegas você quiser ajudar, mais cedo terá que acordar.

## **E aí? Qual trajeto você faria?**

- Mais rápido, indo direto para a escola e dormindo mais ([ir para A2 III-1](#));
- Mediano, passando pela casa de uma pessoa apenas e acordando um pouco mais cedo ([ir para A2 III-2](#));
- Mais demorado, mas passando pela casa de duas pessoas e acordando bem mais cedo ([ir para A2 III-3](#)).

## A2 III-1 – Consequência da escolha: ir pelo caminho mais rápido

Você escolheu não dar carona para seus colegas.

Entendo que provavelmente pensou em dormir até um pouco mais tarde e talvez evitar de se atrasar para sua aula, mas lembra de tudo aquilo que a gente acabou de conversar?

Transporte com carros a combustão emite gás carbônico, piorando a situação do aquecimento global. Com poucas pessoas no carro, o impacto ambiental por pessoa transportada é muito elevado.

Portanto, devemos evitar esse tipo de situação.

Além disso, ajudando seus amigos e amigas com caronas, você evita que se atrasem. Pode ser que morem em lugares que são distantes da escola e não tenham formas rápidas ou seguras de ir até lá.

Pensar no bem do coletivo é necessário para a construção de um mundo mais sustentável!

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

**Todas as Gestões**

**Perdem 4 pontos!**

Qualquer que seja o perfil da gestão, suas escolhas não têm sido sustentáveis!

[Siga para A3](#)

## **A2 III-2 – Consequência da escolha: ir pelo caminho mediano**

Olha, foi muito bacana você ter escolhido dar carona para um de seus colegas, mesmo tendo que acordar mais cedo. Por isso, parabéns. Agora me acompanha nesse raciocínio aqui:

Transporte com carros a combustão emite gás carbônico, piorando a situação do aquecimento global. Com poucas pessoas no carro, o impacto ambiental por pessoa transportada seria ainda mais elevado.

Portanto, devemos evitar esse tipo de situação, organizando esquemas de carona.

Além disso, ajudando mais colegas com caronas, você evita que mais pessoas se atrasem. Pode ser que algumas delas morem em lugares muito distantes da escola e não tenham formas rápidas ou seguras de ir até lá.

Ir de carro é a opção menos sustentável em relação ao meio ambiente. Mas, transportar mais pessoas, além de diminuir o impacto ambiental por pessoa transportada, alivia as desigualdades em relação ao acesso aos meios de transporte. Uma coisa não necessariamente compensa a outra, mas, no todo, torna o transporte individual um pouco mais sustentável. Mas será que não caberia mais uma pessoa?

### **Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?**

**Todas as Gestões**

**Perdem apenas 3 pontos!**

Qualquer que seja a gestão, embora seja melhor do que não dar carona para ninguém, sua atitude poderia ter sido ainda mais inclusiva e, portanto, mais sustentável!

[Siga para A3](#)

## A2 III-3 – Consequência da escolha: ir pelo caminho demorado

Olha, foi muito bacana você ter escolhido dar carona para mais de uma pessoa, mesmo tendo que acordar bem mais cedo. Você está de parabéns! Pode ser que algumas pessoas morem em lugares muito distantes da escola e não tenham formas rápidas ou seguras de ir até lá. Por isso, sua atitude foi bastante inclusiva.

Além disso, o transporte com carros a combustão emite gás carbônico, piorando a situação do aquecimento global. Com poucas pessoas no carro, o impacto ambiental por pessoa transportada seria ainda mais elevado. Portanto, devemos evitar esse tipo de situação, organizando esquemas de carona.

Ir de carro é a opção menos sustentável em relação ao meio ambiente. Mas, transportar mais pessoas, além de diminuir o impacto ambiental por pessoa transportada, alivia as desigualdades em relação ao acesso aos meios de transporte. Uma coisa não necessariamente compensa a outra, mas, no todo, torna o transporte individual um pouco mais sustentável.

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

**Todas as Gestões Perdem 2 pontos!**

Qualquer que seja a gestão, embora tenha optado por transporte individual, sua atitude foi bastante inclusiva. Além disso, diminui o máximo possível a emissão de CO<sub>2</sub> por pessoa transportada em seu veículo.

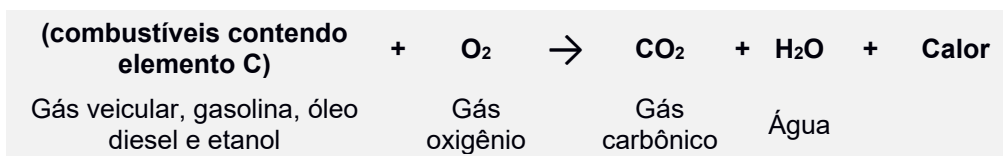
[Siga para A3](#)

## A3 – Vamos aprender sobre Trânsito sustentável

Quando pensamos em trânsito sustentável, é comum que nos venha à mente uma situação em que é gerada pouca poluição pelos veículos. Mas o impacto do trânsito envolve mais do que a fumaça dos escapamentos. A construção das vias, a fabricação dos veículos e sua manutenção, o acesso ao transporte público, os problemas de saúde, as consequências dos acidentes de trânsito, e ainda outras coisas definem como a forma pela qual nos transportamos de um local ao outro seja mais ou menos sustentável (MEAD, 2021).

### Vamos começar pelos veículos e seus combustíveis

Os veículos mais usados ainda são equipados com motor a combustão, uma máquina que converte parcialmente o calor da queima do combustível em energia para o movimento. Ainda que por caminhos muito diferentes, assim como na respiração dos seres vivos, a principal emissão dos motores a combustão é gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), os principais produtos da reação de compostos contendo o elemento químico carbono (C) e o oxigênio do ar ( $\text{O}_2$ ). Algo mais ou menos assim:



Mas, diferente dos seres vivos, dependendo do combustível e da manutenção, veículos a combustão emitem também gases tóxicos como óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ) e de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ), além de monóxido de carbono (CO), poeira fina de carbono sólido e gotículas do óleo do motor. Conhecemos bem a fumaça



escura e fétida dos veículos desregulados! (CETESB, 2020) Este é o maior problema? Sim e não. É um grande problema, mas há outro tão complicado quanto, relacionado aos inofensivos  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , que também são produzidos na respiração. O elemento químico C está distribuído em diferentes substâncias presentes na água, ar, no solo, no subsolo, e circula de um lugar para outro por meio dos fenômenos naturais e de transformações químicas. Assim, de transformação em transformação química, de vento em vento, chuva em chuva, ser vivo em ser vivo, o elemento C passeia no planeta, ora como sais de carbonatos (por exemplo,  $\text{CaCO}_3$  – em minerais ou nos ossos), ora como os gases  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  na atmosfera, ora como glicose no nosso sangue ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) ou celulose nas plantas. Frequentemente, retorna para o ponto de partida, fechando o chamado Ciclo do Carbono (COLE, 2013).

Em cada era da longa história do nosso planeta, a distribuição do C nos diferentes lugares, sob diferentes formas, influencia o clima, as formas de vida, e os ciclos dos outros elementos químicos. E por eles é influenciado. Nos últimos 150 anos, começamos a perturbar este ciclo cada vez mais. De um lado, diminuímos reservatórios de C na forma de matéria viva ao desmatar florestas, e do outro aumentamos muito a quantidade de C na atmosfera, na forma dos gases  $\text{CO}_2$  e metano,  $\text{CH}_4$ . Para complicar, muito deste  $\text{CO}_2$  não foi produzido queimando madeira nem óleo vegetal, mas queimando carvão mineral e combustíveis extraídos do petróleo. O C no petróleo e seus derivados estava guardado no subsolo há milhões de anos, fora do jogo do Ciclo do C (SHELDON, 2016). Em apenas 150 anos, desenterramos e colocamos tanto deste C que estava fora do jogo no Ciclo do C, e desmatamos tanto, que a quantidade de  $\text{CO}_2$  na atmosfera é a mais alta dos últimos 3 milhões de anos!

O problema é que o  $\text{CO}_2$  é capaz de absorver energia solar e convertê-la em calor (FECHT, 2021). O resultado de tanto  $\text{CO}_2$  na atmosfera é o **Aquecimento**

**Global.** A temperatura média do planeta aumentou em 1 °C nestes 150 anos, e continua a aumentar! Além disso, com mais CO<sub>2</sub> na atmosfera, aumenta sua difusão nos oceanos, tornando as águas dos mares 10 vezes mais ácidas, a chamada **Acidificação dos Oceanos**. 1 °C é muito? É muita coisa! Estas perturbações são suficientes para derreter geleiras no mundo inteiro e perturbar o clima: secas, inundações, furacões, frio e calor extremos. Elas ameaçam nossas reservas de água potável, a vida marinha, e a produção de comida na agricultura. A quantidade de gás carbônico gerado em qualquer atividade humana é chamada **Pegada de Carbono**. Problemas como o Aquecimento Global e a Acidificação dos Oceanos são obstáculos diretos para muitos dos ODS, por isso a Pegada de Carbono é um indicador importante de sustentabilidade.

**Você sabe qual sua Pegada de Carbono? Veja aqui:**



### **Como diminuir a Pegada de Carbono do trânsito?**

Usar veículos somente quando necessário. Diminuir ao máximo as fontes de energia baseadas em combustão de compostos de C. Substituir combustíveis de origens fósseis, como o petróleo e o carvão, pelos biocombustíveis, como o etanol (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O), que é obtido da fermentação de sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) da cana-de-açúcar – o CO<sub>2</sub> produzido na queima destes combustíveis já está no jogo do Ciclo do Carbono e ajuda a tentarmos controlar o problema!

Para além dos combustíveis, a Pegada de Carbono dos meios de transporte depende também de como os veículos são produzidos e dos materiais empregados. Transformar minérios em metais, e petróleo em plásticos e borracha, para fazer veículos, são processos com elevada Pegada de Carbono. Plantar cana-de-açúcar também não tem pegada neutra. Veículos elétricos são uma boa alternativa, mas a Pegada de Carbono para produzir suas baterias é elevada. Então, ao pensar nos

veículos e nos combustíveis, devemos pensar de forma ampla. Veículos e peças pouco duráveis, feitas em material não reciclável, são menos sustentáveis. Veículos menores, mais simples, que duram muitos anos, e que não usam combustíveis fósseis, como as bicicletas, são por isso uma ótima solução para o transporte sustentável. Quando não é possível a bicicleta, o transporte coletivo é mais sustentável do que o transporte individual. Um estudo feito em grandes cidades indica que trocar o carro pela bicicleta apenas um dia por semana diminui em 500 kg a emissão de CO<sub>2</sub> de uma pessoa por ano (BRAND et al., 2021)!

### **Há mais a fazer quando o assunto é trânsito sustentável!**

Seria muito bacana se você saísse de casa para tomar o transporte público e ele não ficasse muito longe da sua casa, não é mesmo? A qualidade do transporte público tem a ver com sustentabilidade!

Quantos bairros de sua cidade são atendidos pelo transporte público? Ele é acessível para pessoas com algum tipo de deficiência? Nas ruas de sua cidade há acesso para ônibus, carros e bicicletas? Todos estes fatores influenciam no quanto um trânsito é sustentável (FETRANSPOR, 2016). Acessibilidade e sustentabilidade andam juntas! Veja a figura.

Atitudes no transporte também interferem muito na sustentabilidade. Ao entrar num veículo, queremos chegar ao destino o mais rápido possível. Ninguém gosta de demorar muito no trajeto... Todo mundo detesta engarrafamento no caminho! Esse tipo de problema estressa as pessoas e as deixa mais cansadas e ansiosas. Neste estado, aceleram mais do que precisam, produzindo mais CO<sub>2</sub> à toa e aumentando a chance de acidentes.



O estresse também contribui para o desenvolvimento e a piora de doenças como a depressão, a gastrite, problemas no coração e derrame cerebral (LEVY at al, 2010). Outro ponto é a manutenção dos veículos. Veículos velhos e mal conservados fazem mais barulho que o necessário, apresentam falhas durante o trajeto e causam mais acidentes. Poluição sonora, estresse e acidentes não tem nada a ver com trânsito sustentável e devem ser reduzidos! No transporte coletivo, respeito aos assentos demarcados, ordem, e educação ao entrar e sair dos veículos também são atitudes sustentáveis.

## E os ODS?

Um trânsito sustentável atinge pelo menos estes **objetivos de desenvolvimento sustentável**:



### **Boa Saúde e Bem-Estar**

Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.



### **Energia Limpa e Acessível**

Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos.



### **Cidades e Comunidades Sustentáveis**

Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.



### **Ação Contra a Mudança Global do Clima**

Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.

## A4 – Presentes da SBQ para mentes curiosas

### Moléculas 3D Interativas do portal QNint:

Oxigênio, O<sub>2</sub>: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=molecula.88>

Água, H<sub>2</sub>O: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=molecula.10>

Dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>:

<http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=molecula.9>

Etanol, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=molecula.451>

Sacarose, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>:

<http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=molecula.38>

Glicose, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=molecula.42>

Metano, CH<sub>4</sub>: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=molecula.13>

### Química que a gente entende, do portal QUID+:

Carbono (Coleção Química no Cotidiano):

<http://quid.sbg.org.br/wp-content/uploads/2019/07/SBQ-Colecao-Quimica-no-Cotidiano-vol11-carbono-capa.pdf>

Química e Energia: Transformando Moléculas em Desenvolvimento  
(Coleção Química no Cotidiano):

<http://quid.sbg.org.br/wp-content/uploads/2019/05/SBQ-Colecao-Quimica-no-Cotidiano-Vol2-energia.pdf>

### Para saber mais, do portal Qnint:

Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre:

<http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=tema.7>

Biocombustível: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=tema.22>

Efeito Estufa: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=tema.21>

Poluentes Atmosféricos e Queima de Combustíveis:

<http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=tema.76>

**ESCU TA ESSA: cientistas falando no SBQast, o podcast da SBQ:**

SBQast 43 – Cláudio Mota e a captura e conversão de CO2:

<https://anchor.fm/sbqast/episodes/SBQast-43--Cludio-Mota-e-a-captura-e-converso-de-CO2-e15p99u>

SBQast 56 – COP 26: o papel da química nas questões do carbono e do plástico:

<https://anchor.fm/sbqast/episodes/SBQast-56--COP-26-o-papel-da-quimica-nas-questes-do-carbono-e-do-plstico-e1b4on1>

**SIGA PARA A PRÓXIMA FASE**



# B – Alimentação: Qual a sobremesa mais sustentável?

## B1 I – Problema da Fase: Hora do almoço! Cadê a sobremesa?

Você chegou à escola e estavam servindo o almoço para os alunos e as alunas: um prato muito gostoso e equilibrado, com arroz, feijão, salada de alface e tomate, filé de frango grelhado e purê de abóbora. Porém, não foi oferecida nenhuma sobremesa e, por contrato, a empresa que serve as refeições deveria oferecer ao menos um tipo de sobremesa.

Para resolver o problema, a escola e a empresa realizarão uma votação entre os alunos para escolher alguma sobremesa para as próximas refeições. A votação seria depois do almoço, na sala de informática. Você, suas e seus colegas, pegaram o almoço e resolveram conversar sobre qual sobremesa seria a melhor. Saiu de tudo, desde frutas até guloseimas. No meio da conversa, alguém reparou que passava na TV da cantina uma reportagem sobre alimentos, a **Pegada hídrica** dos produtos, um indicador que mede o volume de água doce consumida não apenas no uso direto da água de um consumidor ou produtos, mas também no uso indireto da água. Cada produto consome um volume de água doce ao longo de toda a cadeia de produção, o que pode ser utilizado para comparar sua sustentabilidade. Justamente naquela semana, você e mais duas pessoas na mesa estavam já há três dias sem água em casa. Todo mundo resolveu prestar atenção. Na reportagem, foi mostrada uma lista de produtos e alimentos, e a quantidade de água consumida na sua produção e distribuição:



### Consumo médio de água para 100g de cada alimento

| Alimento  | Pegada hídrica |
|-----------|----------------|
| Banana    | 80 litros      |
| Maçã      | 83 litros      |
| Chocolate | 1.720 litros   |
| Ameixa    | 219 litros     |

Fonte: adaptado de MEKONNEN & HOEKSTRA, 2010 e <https://www.waterfootprint.org>

**Daí surgiu a pergunta, qual destas sobremesas você sugere que seja adicionada à merenda?**

- Maçã ou banana ([ir para B2 I](#));
- Ameixas ([ir para B2 II](#));
- Barra de chocolate ([ir para B2 III](#)).

## B2 I – Consequência da escolha: maçã e banana

A sua escolha contribui com os ODS! Parabéns! Gasta-se menos água para produzir e distribuir maçãs e bananas do que as outras sobremesas disponíveis. A Pegada Hídrica dessas sobremesas é menor, se comparada às outras. O incentivo ao consumo de alimentos mais sustentáveis está ligado diretamente à políticas públicas que priorizam os alimentos produzidos por pequenos agricultores, incentivam o consumo de alimentos mais saudáveis, estimulam a produção e consumo de alimentos que não contenham ou necessitem do uso de tantos agroquímicos e propiciam a diminuição no consumo de alimentos ultraprocessados. Todas estas ações estão vinculadas à redução do consumo de recursos naturais, como a água. Portanto, a sua escolha foi a melhor possível.

### Vamos entender a tabela?

| Consumo médio de água para a produção de 100g de cada alimento |                |
|--|----------------|
| Alimento   | Pegada hídrica |
| Banana   | 80 litros      |
| Maçã   | 83 litros      |
| Chocolate  | 1.720 litros   |
| Ameixa   | 219 litros     |

Fonte: adaptado de MEKONNEN & HOEKSTRA, 2010 e <https://www.waterfootprint.org>

A tabela compara o volume de água que cada sobremesa consome ao longo da sua cadeia de produção. Das opções disponíveis, maçã e banana são as melhores alternativas. Uma barra de chocolate de 100 gramas consome mais de 10 vezes a quantidade demandada por uma maçã ou banana. Logo, essa alternativa é a menos sustentável. As ameixas ficariam com a segunda colocação, por também consumirem mais água em sua produção e distribuição do que a maçã ou a banana.

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

|   |  |
|---|--|
| <b>Gestão 1</b><br><b>Não perde</b><br><b>NENHUM</b><br><b>ponto!</b> | <p>Nessa gestão, a agricultura familiar é incentivada e o consumo de alimentos mais sustentáveis também. A sua escolha vai ao encontro dessas políticas públicas, que valorizam a produção e o consumo de alimentos mais sustentáveis.</p> <p><a href="#"><u>Siga para B3</u></a></p>                              |
| <b>Gestões 2 e</b><br><b>3</b><br><b>Perdem 2</b><br><b>Pontos!</b>   | <p>Em ambas as gestões, não há incentivo à produção e ao consumo de alimentos sustentáveis, o que eleva o consumo de recursos naturais, como a água. Não há políticas para pequenos produtores, que poderiam trazer alimentos mais saudáveis e sustentáveis à mesa.</p> <p><a href="#"><u>Siga para B3</u></a></p> |

## B2 II – Consequência da escolha: ameixa.

A escolha por ameixa é interessante, por ser consumida *in natura*. Evite ou diminua o consumo de alimentos processados ou ultraprocessados, pois é comum que possuam, em sua composição, excesso de açúcares e gorduras, bem como conservantes e corantes (BRASIL, 2014). Embora haja esse lado positivo na escolha por ameixas, banana e maçã ainda são as melhores escolhas, por consumirem menos água.

### Vamos entender a tabela?

| Consumo médio de água para a produção de 100g de cada alimento |                |
|--|----------------|
| Alimento   | Pegada hídrica |
| Banana   | 80 litros      |
| Maçã   | 83 litros      |
| Chocolate  | 1.720 litros   |
| Ameixa   | 219 litros     |

Fonte: adaptado de MEKONNEN & HOEKSTRA, 2010 e <https://www.waterfootprint.org>

A tabela compara o volume de água que cada sobremesa consome ao longo da sua cadeia de produção. Das opções disponíveis, maçã e banana são as melhores alternativas. Uma barra de chocolate de 100 gramas consome mais de 10 vezes a quantidade demandada por uma maçã ou banana. Logo, essa alternativa é a menos sustentável. As ameixas ficariam com a segunda colocação, por também consumirem mais água em sua produção e distribuição do que a maçã ou a banana.

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

|   |   |
|---|---|
| <b>Gestão 1<br/>Perde 1<br/>Ponto!</b>  | <p>Na gestão atuante, há incentivo à produção e ao consumo de alimentos mais sustentáveis, aqueles que consomem menos recursos naturais. Portanto, a sua escolha foi boa, mas poderia ter sido melhor.</p> <p><a href="#"><u>Siga para B3</u></a></p>                           |
| <b>Gestão 2<br/>Perde 2<br/>Pontos!</b> | <p>Nas políticas adotadas pela gestão, não há incentivos a alimentos sustentáveis ou a pequenos produtores, o que eleva o consumo de alimentos menos sustentáveis. Ainda assim, a sua escolha poderia ter sido mais sustentável.</p> <p><a href="#"><u>Siga para B3</u></a></p> |
| <b>Gestão 3<br/>Perde 3<br/>Pontos!</b> | <p>Nessa gestão, não há preocupação com a produção e o consumo de alimentos sustentáveis, porém a sua escolha poderia ter sido melhor, já que maçã e banana consomem menos água em sua produção.</p> <p><a href="#"><u>Siga para B3</u></a></p>                                 |

## B2 III – Consequência da escolha: barra de chocolate

A sua opção não foi a melhor quando se trata de alimentos sustentáveis. Observe na tabela que a demanda de água para produzir 100 gramas de chocolate é muito elevada se comparada às frutas nas outras opções. Podendo escolher, evite alimentos ultraprocessados. São os menos sustentáveis e os menos saudáveis. Em geral, esses alimentos possuem alto teor de gordura, de açúcares e do elemento químico sódio, na forma de seus sais. Além de, em geral, serem pobres em fibras alimentares (BRASIL, 2014). Dietas ricas nestes alimentos, e pobres em frutas, legumes e verduras frescos, favorecem problemas de saúde, como obesidade, síndrome metabólica, problemas no coração, na circulação, e nos rins. Bom prato é o prato saudável e sustentável (MARTINELLI & CAVALLI, 2019).

### Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

|   |   |
|---|---|
| <b>Gestão 1<br/>Perde 4<br/>Pontos!</b> | Na gestão atuante, há incentivo à produção e ao consumo de alimentos mais sustentáveis, aqueles que consomem menos recursos naturais. Portanto, a sua escolha poderia ter sido melhor.<br><br><a href="#"><u>Siga para B3</u></a> |
| <b>Gestão 2<br/>Perde 2<br/>Pontos!</b> | A gestão não incentiva alimentos sustentáveis, tão pouco se mostra preocupada com o consumo de recursos naturais, porém a sua escolha poderia ter sido mais sustentável.<br><br><a href="#"><u>Siga para B3</u></a>               |

**Gestão 3  
Perde 3  
Pontos!**

Na gestão atual, não há incentivos a alimentos sustentáveis; apesar disso, é importante optarmos por alimentos mais sustentáveis, que consumam menos recursos naturais.

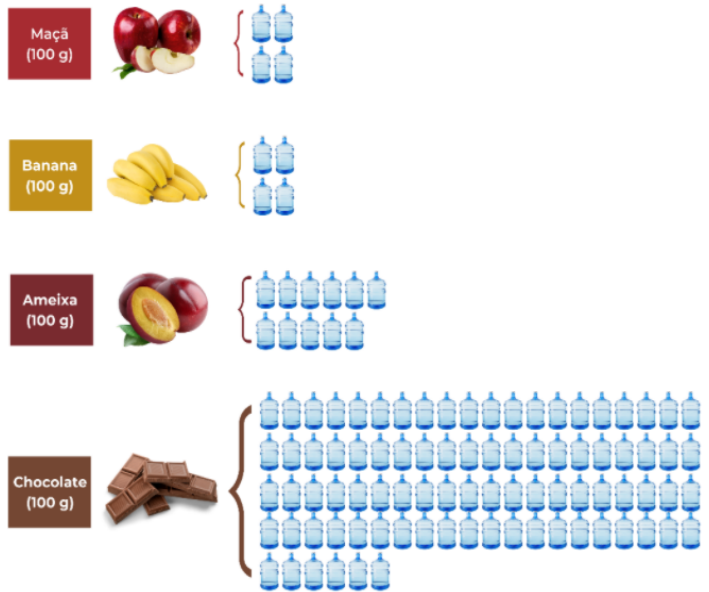
[Siga para B3](#)

---

## B3 – Vamos aprender sobre a Pegada Hídrica

O conceito que norteou a situação-problema foi a **Pegada Hídrica** dos alimentos. A Pegada Hídrica é a quantidade de água envolvida no ciclo de vida de um produto, ou seja, em todas as etapas, desde as matérias-primas até o descarte. No caso dos alimentos, entra na conta a água usada desde o plantio. Assim como a **Pegada de Carbono**, a Pegada Hídrica é um parâmetro importante para mudar hábitos e buscar o equilíbrio entre a água que usamos e a água disponível nas reservas do planeta. Atualmente, a conta da humanidade não fecha, e as reservas estão diminuindo perigosamente. Não podemos deixar de comer, então devemos fazê-lo com a menor Pegada Hídrica possível.

No problema desta fase, maçã e banana são mais sustentáveis por consumirem menos água em sua produção se comparadas às ameixas e à barra de chocolate. No infográfico ao lado, reproduzimos essa informação em galões de 20 litros para mostrar como a água usada na produção das sobremesas é desproporcional.





## Não basta regar as plantas

Começando na lavoura, a forma e o local de cultivo das plantas são fatores importantes. Plantar em locais que requerem irrigação implica transportar água, e sempre há perda no processo. Para aumentar a produtividade de grandes lavouras de alguns tipos de alimentos, é comum o uso de iluminação noturna para acelerar o crescimento das plantas; isto acelera também o consumo de água. Como os centros de produção normalmente são distantes dos centros de consumo, todo alimento precisa ser lavado, processado e distribuído. Cada etapa consome água. Há o consumo direto, visível, por exemplo: a água usada na limpeza de veículos e armazéns. Mas há o consumo invisível, como a água usada para produzir combustíveis, veículos e embalagens. O consumo de água invisível é normalmente muito maior do que o necessário para cultivar o alimento. E, é claro, quanto maior o percurso entre a lavoura e o consumidor, maior o número de intermediários, maior será a Pegada Hídrica. Por esta razão, alimentos produzidos por pequenos produtores, próximo aos centros de consumo, possuem menor Pegada Hídrica (MEKONNEN& HOEKSTRA, 2010).

Se o alimento precisa ser refrigerado ou viajar grandes distâncias, mais água é consumida no processo como um todo. Então, o consumo de frutas de outro continente, ou fora da estação, aumenta a Pegada Hídrica da sua alimentação. Seguindo o mesmo raciocínio, quanto maior o número de etapas e componentes envolvidos para produzir alimentos, maior será sua Pegada Hídrica. Por esta razão, uma barra de chocolates de 100 gramas consome cerca de 11 vezes mais água do que uma banana para ser produzida! Mas, se a fruta vier de avião, é bem provável que sua Pegada Hídrica supere a do chocolate! Por esta razão, procure saber de onde vêm, e como são produzidos, todos os produtos que você consome. Há muitas iniciativas para tentar controlar o problema, como cultivar alimentos em hortas comunitárias nas grandes cidades. Essas hortas encurtam a distância entre o cultivo e a mesa, economizando muita água. Mas não há milagres, o mundo continua superpopuloso.

## Desperdiçar comida é desperdiçar água!

Não podemos esquecer que a Pegada Hídrica é calculada por fruta, ou por unidade de alimento que chega na sua mesa. Então, todo alimento perdido no caminho também gastou água na produção e distribuição, mas não foi comido. Segundo a FAO (Agência das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura), o desperdício de alimentos é escandaloso! Somente na América Latina, os alimentos desperdiçados nos supermercados, feiras livres, armazéns, e outros estabelecimentos, poderiam alimentar mais de 30 milhões (64%) das pessoas que passam fome na região! Toda a água usada para fazer esses alimentos desperdiçados foi perdida! (BENÍTEZ, 2021; FAO, FIDA, OPS, FPF e UNICEF, 2021). Pequenas decisões e atitudes fazem grandes diferenças: **não podemos desperdiçar nem um único grão de arroz.**

### Você sabia?

- *4 bilhões de pessoas sofrem grave escassez de água por, pelo menos, um mês ao ano (UNESCO, 2021);*
- *Criar formas eficazes para manter produção de alimentos tanto nas regiões com falta de água (secas), quanto naquelas com excesso (inundações), são grandes desafios para a agricultura (UNESCO, 2020);*
- *A Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) responde pela gestão dos recursos hídricos no Brasil.*

**Você sabe qual sua Pegada Hídrica? Veja aqui:**



## E os ODS?

Diminuir a Pegada Hídrica da alimentação, e do quê mais consumirmos, contribui com, pelo menos, os seguintes **ODS**:



### **Fome Zero e Agricultura Sustentável**

Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.



### **Boa Saúde e Bem-Estar**

Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.



### **Água Potável e Saneamento**

Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.



### **Consumo e Produção Responsáveis**

Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.

## B4 – Presentes da SBQ para mentes curiosas

### Moléculas 3D Interativas do portal QNint:

Água, H<sub>2</sub>O: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.10>

Gelo, H<sub>2</sub>O: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.48>

Poliacrilato de sódio, (C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>NaO<sub>2</sub>)<sub>n</sub>:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.512>

Ureia, CON<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.40>

### Química que a gente entende, do portal QUID+:

A água em nosso planeta:

<http://quid.s bq.org.br/wp-content/uploads/2018/05/ACS-A-agua-em-nosso-planeta.pdf>

Agitando as águas Brasileiras (Coleção Celebrando a Química):

<http://quid.s bq.org.br/wp-content/uploads/2018/05/SBQ-Agitando-as-aguas-brasileiras-vol.-1.pdf>

A Química dos Alimentos: produtos fermentados e corantes (Coleção Química no Cotidiano):

<http://quid.s bq.org.br/wp-content/uploads/2019/05/SBQ-Colecao-Quimica-no-Cotidiano-Vol4-alimentos.pdf>

Química, nossa saúde, nosso futuro (Coleção Celebrando a Química):

<http://quid.s bq.org.br/wp-content/uploads/2018/05/ACS-Quimica-nossa-saude-nosso-futuro.pdf>

**Para saber mais, do portal QNint:**

Aditivos Alimentares: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=tema.59>

A Química dos Agrotóxicos:

<http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=tema.55>

Fluxos de Matéria e Energia no Solo:

<http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=tema.60>

Hidrosfera: <http://qnint.sbg.org.br/novo/index.php?hash=tema.79>

**ESCU TA ESSA: cientistas falando no SBQast, o podcast da SBQ:**

SSBQast 15 – Antonio Burtoloso: um chef no laboratório

<https://anchor.fm/sbgast/episodes/SBQast-15--Antonio-Burtoloso-um-chef-no-laboratrio-emb140>

**SIGA PARA A PRÓXIMA FASE**



# C – Consumo: Tá com sede?

## C1 – Problema da fase: com que copo beber?

A pandemia da covid-19 atingiu o Brasil em março de 2020. Como as gripes e os resfriados, a doença viral altamente contagiosa se espalha pelo contato com as gotículas de saliva ou secreção nasal, expelidas na respiração, espirros ou tosse dos infectados. A gente se acostumou a evitar o contato interpessoal, higienizar as mãos e não levá-las ao rosto, e a usar máscaras que barram as partículas virais e as gotículas expelidas. Até o presente (janeiro de 2022), no Brasil foram registrados 28 milhões de casos e 647 mil mortes (CSSE). Não fosse pelas vacinas, o desastre seria ainda maior. Mesmo assim, muitas pessoas não se vacinam, perdidas num perigoso labirinto de notícias falsas e negacionismo. Felizmente, muitas lições sobre higiene e contágio, que aprendemos na pandemia, funcionam também para preservar a sociedade de muitas doenças, inclusive dos novos vírus que surgirão. Aprendemos também a não compartilhar objetos; antes desta pandemia, era comum dividir comida, um copo, uma garrafa de água, ou até mesmo um talher. Quem nunca perguntou “quer experimentar?” ou “me dá um pedaço”?

Passada a pior fase da pandemia, voltaram ass aulas presenciais, mas a covid-19 ainda está por aí, passeando entre negacionistas e descuidados, ceifando vidas. Não podemos baixar a guarda: compartilhar objetos ainda não é possível, principalmente com a volta às aulas presenciais.

Inteligentes que são, você, seus e suas colegas, voltaram para a escola seguindo as medidas de higiene contra o vírus. Mas, para surpresa de todo mundo, notaram que ainda nenhuma mudança tinha acontecido nos bebedouros! Não dá pra ficar sem beber água! E comprar água toda vez é muito caro! Como resolver isso de modo sustentável?

A primeira aula era de química. O povo estava ficando nervoso, falavam em Pegada de Carbono, em plástico, em Pegada Hídrica, em copo caro. A professora trouxe as seguintes informações para ajudar no intenso debate. Com ciência e respeito, é o único jeito!

| <b>Recipientes</b>                                    | <b>Consumo de água para a produção (litro)</b> |
|---|--|
| Copo de plástico (polipropileno) descartável (300 mL) | 0,50   |
| Copo de papel (200 mL)                                | 1,44   |
| Garrafa de água de plástico reutilizável (1 litro)    | 3,00   |

Fonte: SANTOS et al (2020); INSTITUTO AKATU (2016); BEYOND PLASTICS

**E agora, o que usar para beber água do bebedouro com segurança e de modo sustentável?**

- Distribuição de copos plásticos descartáveis e recicláveis ([ir para C2 I](#));
- Distribuição de copos de papel descartáveis ([ir para C2 II](#));
- Utilização de garrafas de plástico reutilizáveis ([ir para C2 III](#));

## **C2 I - Consequência da escolha: copos plásticos descartáveis e recicláveis**

Infelizmente, essa não é uma boa escolha. E por quê?

Reciclar atenua o problema, mas não resolve. Mesmo sendo reciclável, se cada aluno ou aluna na escola usar um copo toda vez que beber água, quanto lixo seria produzido?! Reciclando ou não, um novo copo é gasto em cada ida ao bebedouro. Para beber 300 mL de água, você consumiria 500 ml de água, que é a água usada para produzir cada copinho! Além disso, para que seja reciclado, ainda mais água seria usada, e o processo de reciclagem não é simples como parece.

Na verdade, a maior parte dos copos e embalagens plásticas não é reciclada, termina nos lixões ou espalhada por aí. Aparentemente, após algum tempo, um dia o copo se decompõe e some, não é? Não, o copo não some. Objetos plásticos perduram 200 a 400 anos, dependendo da sua composição química (CHAMAS et al., 2020). Expostos ao oxigênio do ar e ao sol, transformam-se em pedacinhos de milésimos de milímetro, os microplásticos. Encontrados em locais tão diversos quanto as fossas oceânicas mais profundas, a atmosfera, e o interior dos seres vivos, os microplásticos são um dos maiores problemas atuais de contaminação (NAÇÕES UNIDAS, 2019; BEYOND PLASTICS; LIM, 2021).



## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

|   |   |
|---|---|
| <b>Gestão 1<br/>Perde 2<br/>pontos!</b> | <p>Apesar dos copos plásticos serem a alternativa menos sustentável, a gestão apoia e adota medidas sustentáveis, como o incentivo à coleta seletiva e à economia circular. Assim que os copos fossem descartados, poderiam ter o destino adequado e serem reciclados, evitando que, pelo menos, uma parte do lixo gerado atingisse os biomas marinho e terrestre.</p> <p><a href="#"><u>Siga para C3</u></a></p> |
| <b>Gestão 2<br/>Perde 2<br/>pontos!</b> | <p>Há incentivo à coleta seletiva, mas não à economia circular. Assim, os copos têm o destino apropriado, mas podem não ser reciclados. Neste caso, poderiam gerar resíduos, impactando os ecossistemas, e contribuindo com o efeito estufa ao decompor-se.</p> <p><a href="#"><u>Siga para C3</u></a></p>  |
| <b>Gestão 3<br/>Perde 2<br/>pontos!</b> | <p>Não há incentivo à coleta seletiva e nem à economia circular. Como consequência, os copos não teriam destino apropriado e muito menos seriam reciclados. Certamente gerariam resíduos, impactando os ecossistemas, e contribuindo com o efeito estufa ao decompor-se.</p> <p><a href="#"><u>Siga para C3</u></a></p>   |

## C2 II - Consequência da escolha: copos de papel

Infelizmente essa não é a melhor escolha. E por quê?

Reciclar atenua o problema, mas não resolve. Se cada aluno ou aluna na escola usar um copo toda vez que beber água, quanto lixo seria produzido?! Um novo copo é gasto em cada ida ao bebedouro. Para beber 200 mL, você consumiria 1440 ml de água, que é a água usada para produzir cada copinho! É quase 3 vezes maior do que os 500 mL gastos para produzir um copo de plástico!

Assim como o polietileno usado nos copinhos plásticos, o papel também é feito com um polímero: um biopolímero, a celulose, presente em todas as plantas, como as árvores de eucalipto ou o floco de algodão. A grande Pegada Hídrica do copo de papel se deve à água consumida para crescer as árvores, e para extrair da madeira, clarear e laminar a celulose em folhas de papel. São muitas lavagens!

E por que não reciclar o copo de papel? Isso não é tão simples. Para não molharem, os copos são impermeabilizados com uma resina ou uma camada fina de plástico! Isso complica a reciclagem desses copos, que acabam no lixão. Ali, a celulose do copo de papel poderá ser degradada por microrganismos e convertida em gás carbônico, que é reincorporado às plantas. Isso não acontece com a fina camada de plástico, que terá o mesmo destino dos copos de plástico: transformar-se lentamente em microplásticos. Ainda assim, do ponto de vista do resíduo gerado, como há muito menos plástico nos copos de papel, eles são mais vantajosos em relação aos copos descartáveis inteiramente de plástico.

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

**Todas as Gestões Perdem 2 pontos!**

Tendo em vista todas as consequências negativas que a utilização deste copo tem para o planeta, ele não é a melhor opção para essas gestões, principalmente a gestão 1, que busca adotar medidas mais sustentáveis. Ainda assim, é uma alternativa que minimiza a geração de plástico quando comparada com a alternativa dos copos descartáveis. Os principais pontos negativos são: o elevado gasto de água na produção e o fato de o copo ser difícil de reciclar.

[Siga para C3](#)

## C2 III - Consequência da escolha: garrafas reutilizáveis

Ótima escolha, esta parece ser a melhor solução para o problema. E por quê?

Como é possível? Os dados da tabela indicam que para fazer 1 garrafa de 1 L são gastos 3 L de água. Ao contrário dos copinhos de plástico de polietileno e dos de papel, muito finos e frágeis, é possível usar a garrafa muitas vezes. Reutilizando a garrafa cheia 3 vezes, você já equilibra o gasto. Reutilizando 100 vezes, a Pegada Hídrica da sua sede é praticamente toda pra matar a sede: 100 L de água para beber e apenas 3 L para fazer a garrafa! Quer ver? Num dia, uma pessoa deve beber pelo menos 2 L de água. Então, usando a garrafa reutilizável:

|          | H <sub>2</sub> O para manter a saúde | H <sub>2</sub> O para fazer a garrafa | Pegada Hídrica para beber H <sub>2</sub> O | % da H <sub>2</sub> O para a saúde |
|----------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| 1 dia    | 2 L                                  | 3 L                                   | 5 L  | $2 / 5 = 40 \%$                    |
| 100 dias | 200 L                                | 3 L                                   | 203 L                                      | $200 / 203 = 98 \%$                |
| 1 ano    | 730 L                                | 3 L                                   | 733 L                                      | $730 / 733 = 99,5 \%$              |

Além disso, você pode levar a garrafa com você e evitar o uso de copos descartáveis em todos os lugares em que você for! A economia de água com copos e garrafas reutilizáveis compensa e muito a água gasta na sua produção e nas lavagens dos recipientes. Dessa maneira, levar copos e garrafas reutilizáveis evita desperdício, diminui a produção de lixo e também o impacto ambiental da sua sede. E, é claro, se for uma garrafa reutilizada da embalagem de uma outra bebida, e reciclável, sua contribuição só melhora!

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

|   |   |
|---|---|
| <b>Gestão 1</b><br><b>Não perde</b><br><b>NENHUM</b><br><b>ponto!</b>       | A opção de copos e garrafas reutilizáveis é a melhor porque a gestão incentiva e adota medidas que buscam tornar o modo de vida mais sustentável.<br><br><a href="#"><u>Siga para C3</u></a>  |
| <b>Gestões 2 e 3</b><br><b>Não perdem</b><br><b>NENHUM</b><br><b>ponto!</b> | A escola não teria recurso financeiro para distribuir copos e/ou garrafas para os alunos, dependendo, assim, que estes trouxessem de suas casas. Mesmo assim, essa é a escolha mais sustentável.<br><br><a href="#"><u>Siga para C3</u></a> |

### C3 - Vamos aprender sobre o impacto do consumo de copos e garrafas na produção de lixo

Nesta fase, as decisões foram tomadas a partir da Pegada Hídrica da produção de recipientes para beber água. O infográfico abaixo ilustra o impacto dessas decisões quando apenas 100 alunos resolvem mudar seus hábitos. Impressionante, não é? Atacamos dois problemas com uma atitude simples! Quer ver?

#### Atacamos o problema da entrada: consumo de recursos naturais

A forma como fazemos coisas que não podemos deixar de fazer, como beber água, tem um grande impacto sobre os recursos naturais envolvidos nos instrumentos, meios ou modos de fazer essas coisas. No exemplo do bebedouro, o cálculo do consumo de água que usamos envolve todo o processo de produção dos diferentes tipos de copos, desde a extração de matéria-prima até a obtenção do produto final, mas não leva em conta a água envolvida no descarte e na eventual

 CADA ALUNO INGERE 1 LITRO DE ÁGUA NA ESCOLA E USA 5 COPOS DESCARTÁVEIS DE PLÁSTICO



 CADA ALUNO INGERE 1 LITRO DE ÁGUA NA ESCOLA E USA 5 COPOS DE PAPEL



reciclagem. Portanto, a diferença entre escolher soluções descartáveis ou reutilizáveis é ainda maior. De acordo com as fontes consultadas, a fabricação dos copos de papel é a que mais consome água. Apesar de a garrafa utilizar 3 vezes mais água do que a quantidade que comporta, é possível reutilizá-la por mais tempo, e carregá-la para você matar a sede em outros lugares. O exemplo dos recipientes ilustra também que, assim como no caso dos alimentos, obter, purificar e distribuir água também tem sua Pegada Hídrica. E, como no caso dos transportes, sua Pegada de Carbono.

 **CADA ALUNO INGERE 1 LITRO DE ÁGUA NA ESCOLA E USA A MESMA GARRAFA POR UMA SEMANA**



### **Atacamos o problema da saída: geração de lixo**

O lixo não some. Um copo plástico leva de 200 a 400 anos para se decompor. É um processo complexo. O calor e a radiação solar promovem várias reações químicas que, lentamente, transformam o objeto plástico em pedacinhos muito pequenos, com milésimos a centésimos de milímetro, não há como separá-los. Os microplásticos se infiltram em todos os ambientes: águas de rios, lagos e oceanos, no subsolo, no ar e no interior das células dos seres vivos. Nesse passeio

pelos ambientes, os microplásticos acumulam poluentes tóxicos, fungos, bactérias e suas toxinas, tornando-se pílulas de veneno com alto poder de penetração. Estima-se que as pessoas ingerem de dezenas a mais de 100.000 partículas de microplásticos por dia. Para piorar, a maior parte dos plásticos que usamos é derivada de petróleo. Sua decomposição produz gases que pioram o **Aquecimento Global**, como gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e eteno ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) (ROYER et al., 2018; NAÇÕES UNIDAS, 2018). Assim, escolher copos de plásticos descartáveis piora a **Pegada Hídrica** e a **Pegada de Carbono** do passeio ao bebedouro, e de qualquer coisa que façamos envolvendo descarte de plástico em lixo comum.

Felizmente, os químicos são muito ativos para criar alternativas: criaram bioplásticos biodegradáveis que se decompõem mais rapidamente e, assim, passam muito menos tempo na forma de microplásticos (ROSEMBOOM et al., 2022), mas ainda são mais caros que os derivados do petróleo. O que custa mais para a humanidade? A pergunta não é química, embora possa ser respondida com ajuda da química. É aí que entra a gestão pública. Por exemplo, desde 2007, alguns gestores lançaram campanhas para inibir o uso de sacolas plásticas (PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2020). Os estabelecimentos passaram a usar sacolas de materiais biodegradáveis, como o papel. E, como nas garrafas, muitas pessoas passaram a trazer suas próprias sacolas de compras reutilizáveis. Os plásticos são materiais fantásticos e nós não chegaremos aos ODS sem eles, devemos utilizá-los de forma inteligente, em momentos nos quais sejam estritamente necessários.



## E os ODS?

A diminuição do consumo e o uso racional de plásticos e outros materiais contribui com, pelo menos, estes **ODS**:



### **Boa Saúde e Bem-Estar**

Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.



### **Cidades e Comunidades Sustentáveis**

Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.



### **Ação Contra a Mudança Global do Clima**

Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.



### **Vida Terrestre**

Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.



### **Água Potável e Saneamento**

Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.



### **Consumo e Produção Responsáveis**

Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.



### **Vida na Água**

Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

## C4 - Presentes da SBQ para mentes curiosas

### Moléculas 3D Interativas do portal QNint:

Água, H<sub>2</sub>O: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.10>

Eteno, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.163>

Politereftalato de etileno (PET), (C<sub>10</sub>H<sub>8</sub>O<sub>4</sub>)<sub>n</sub>:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.86>

Metano, CH<sub>4</sub>: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.13>

### Química que a gente entende, do portal QUID+:

A Água em Nosso Planeta (Coleção Celebrando a Química):

<http://quid.s bq.org.br/wp-content/uploads/2018/05/ACS-A-agua-em-nosso-planeta.pdf>

Repensando os 3Rs, é fácil ser verde (Coleção Celebrando a Química):

<https://www.dropbox.com/s/okjeuenc0czig5x/ACS%20-%20Repensando%20os%203Rs%2C%20%C3%A9%20f%C3%A1cil%20ser%20verde.pdf?dl=0>

### Para saber mais, do portal QNint:

Microplásticos: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.107>

O Futuro dos Oceanos:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.109>

Papel: Como se fabrica?:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.47>

Polímeros Sintéticos:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=conceito.18>

Embalagem Longa Vida:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.44>

## **ESCU TA ESSA: cientistas falando no SBQast, o podcast da SBQ**

COP 26 - o papel da química nas questões do carbono e do plástico:

<https://anchor.fm/sbqast/episodes/SBQast-56--COP-26-o-papel-da-quimica-nas-questes-do-carbono-e-do-plstico-e1b4on1>

SBQast 27 - O Futuro do Plástico:

<https://anchor.fm/sbqast/episodes/SBQast-27---O-Futuro-do-Plstico-ete5q3>

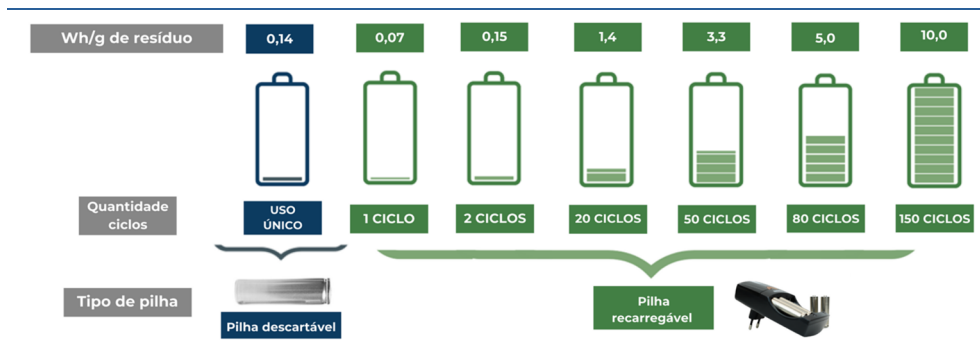
**SIGA PARA A PRÓXIMA FASE**



# D - Lixo Eletrônico: Como descartar?

## D1. Problema da fase: pilhas usadas, o que fazer?

Durante a pandemia de covid-19, você comprou um mouse sem fio para facilitar o uso do computador, para estudar em casa e... talvez jogar. Seu mouse funciona com duas pilhas AA. Você estava derrotando o vilão da fase daquele game que você joga só um pouquinho por dia. De repente, o mouse morreu! Inconsolável, você descobriu no site do fabricante que, com pilhas de boa qualidade, seu mouse funcionaria por quase 2 anos. Acho que suas pilhas não eram lá muito boas... Muitas vezes, o barato sai caro! Na manhã seguinte, o assunto surgiu na aula de química e o professor, que também gosta de games, entrou na conversa. No dia seguinte, ele trouxe informações muito interessantes de uma fonte confiável: a relação entre quantidade total de energia fornecida pelas pilhas (em Watt-hora) por grama de resíduo sólido gerado:



Fonte: adaptado de DOLCI, G. *et. al.*, 2016.

Na mesma hora, uma colega fez uma pesquisa de preço de pilhas no celular e achou o seguinte:

|  |           |
|--|-----------|
| 2 pilhas AA recarregáveis com carregador | R\$ 49,90 |
| 2 pilhas AA recarregáveis sem carregador | R\$ 26,90 |
| 2 pilhas AA comuns descartáveis          | R\$ 11,90 |

## E agora? Qual a melhor saída?

- Jogo as pilhas velhas no descarte de pilhas mais próximo de casa e compro pilhas comuns ([ir para D2 I](#));
- Jogo as pilhas velhas no descarte de pilhas mais próximo de casa e compro pilhas recarregáveis ([ir para D2 II](#));
- Jogo as pilhas velhas no lixo doméstico e compro pilhas comuns ([ir para D2 III](#)).

## D2 I - Consequência da escolha: jogar as pilhas no descarte de pilhas mais próximo da sua casa e comprar pilhas comuns

Parabéns! Descartar as pilhas em local adequado evita a contaminação da água e do solo por substâncias tóxicas presentes nas pilhas e baterias. Porém, sua escolha pode ser ainda mais sustentável se optar por pilhas recarregáveis. Com pilhas recarregáveis, você torna sua vida mais sustentável e economiza dinheiro. Veja só:

| Número de cargas (ciclos) | Energia fornecida (em Watt-hora) por grama de resíduo sólido gerado |                    | R\$ gasto por recarga/ciclo |                    |
|---------------------------|---|--------------------|-----------------------------|--------------------|
|                           | Pilha Comum   | Pilha Recarregável | Pilha Comum                 | Pilha Recarregável |
| 1                         | 0,14  | 0,07               | 11,90                       | 26,90              |
| 2                         | -   | 0,15               | -                           | 13,45              |
| 20                        | -   | 1,4                | -                           | 1,35               |
| 50                        | -   | 3,3                | -                           | 0,54               |
| 80                        | -   | 5,0                | -                           | 0,34               |
| 150                       | -   | 10,0               | -                           | 0,18               |

Nota: preço do kit 2 pilhas com carregador: R\$49,90. Desconsideramos o preço da energia elétrica consumida.

Resíduo sólido, no caso em discussão, é o que jogamos no latão de lixo comum ou no de reciclável. A tabela acima mostra o quanto de energia conseguimos por grama de pilhas que não servem mais (resíduo sólido). Mostra também o dinheiro investido por recarga das pilhas. A massa da pilha, pesada na balança, e o preço pago, não mudam a cada recarga, certo? Note que recarregar uma pilha 20 vezes reduz em 10 vezes a quantidade de lixo gerado em relação a uma pilha comum. Imagine essa conta para 150 ciclos! E o bolso, compensa? Pilhas recarregáveis são mais caras, mas podem ser utilizadas muitas vezes. Com um aparelho que usa a carga de 2 pilhas a cada 2 meses, em 1 ano você gasta, com pilhas comuns, R\$ 71,34 (6 X 2 pilhas). Comprando 2 pilhas recarregáveis com o carregador, você resolve o problema por mais tempo com R\$ 49,90!

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Gestões 1 e 2<br/>Perdem 2 pontos!</b></p> | <p>As gestões 1 e 2 contribuem para a coleta seletiva e cobram dos fabricantes de eletrônicos que recebam e reciclem eletrônicos velhos. Então você encontrou facilmente um ponto de coleta perto de casa. <b>Você perdeu 2 pontos</b> pois não escolheu comprar pilhas recarregáveis!</p> <p><a href="#"><u>Siga para D3</u></a></p>  |
| <p><b>Gestão 3<br/>Perdem 3 pontos!</b></p>      | <p>Infelizmente, a gestão 3 não investe em pontos de coleta de lixo eletrônico e não cobra dos fabricantes de eletrônicos que recebam e reciclem eletrônicos velhos. Foi difícil encontrar um ponto de coleta perto de casa. <b>Você perdeu 3 pontos</b>, 2 por não optar por pilhas recarregáveis e 1 pela falta de investimento da gestão política vigente. Nas eleições, você presta atenção nas propostas dos candidatos para resíduos sólidos? As pessoas descartam lixo eletrônico no lixo comum por ignorância, comodismo e por não existirem pontos de coleta acessíveis em seus bairros.</p> <p><a href="#"><u>Siga para D3</u></a></p> |

## D2 II - Consequência da escolha: jogar as pilhas no descarte de pilhas mais próximo da sua casa e comprar pilhas recarregáveis

Parabéns pela sua escolha, essa é a opção mais sustentável! Descartar as pilhas em local adequado evita a contaminação da água e do solo por substâncias tóxicas presentes nas pilhas e baterias. E com pilhas recarregáveis, você torna a sua vida mais sustentável e economiza dinheiro. Veja só:

| Número de cargas (ciclos) | Energia fornecida (em Watt-hora) por grama de resíduo sólido gerado |                    | R\$ gasto por recarga |                    |
|---------------------------|---|--------------------|-----------------------|--------------------|
|                           | Pilha Comum   | Pilha Recarregável | Pilha Comum           | Pilha Recarregável |
| 1                         | 0,14  | 0,07               | 11,90                 | 26,90              |
| 2                         | -   | 0,15               | -                     | 13,45              |
| 20                        | -   | 1,4                | -                     | 1,35               |
| 50                        | -   | 3,3                | -                     | 0,54               |
| 80                        | -   | 5,0                | -                     | 0,34               |
| 150                       | -   | 10,0               | -                     | 0,18               |

Nota: preço do kit 2 pilhas com carregador: R\$49,90. Desconsideramos o preço da energia elétrica em casa.

Resíduo sólido, no caso em discussão, é o que jogamos no latão de lixo comum ou no de reciclável. A tabela acima mostra o quanto de energia conseguimos por grama de pilhas que não servem mais (resíduo sólido). Mostra também o dinheiro investido por recarga das pilhas. A massa da pilha, pesada na balança, e o preço pago, não mudam a cada recarga, certo? Note que recarregar uma pilha 20 vezes reduz em 10 vezes a quantidade de lixo gerado em relação a uma pilha comum. Imagine essa conta para 150 ciclos! E o bolso, compensa? Pilhas recarregáveis são mais caras, mas podem ser utilizadas muitas vezes. Com um aparelho que usa a carga de 2 pilhas a cada 2 meses, em 1 ano você gasta, com pilhas comuns, R\$ 71,34 (6 X 2 pilhas). Comprando 2 pilhas recarregáveis com o carregador, você resolve o problema por mais tempo com R\$ 49,90!



## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

**Gestões 1 e 2**  
**Você não perdeu pontos!**

As gestões 1 e 2 contribuem para a coleta seletiva e cobram dos fabricantes de eletrônicos que recebam e reciclem eletrônicos velhos. Então você encontrou facilmente um ponto de coleta perto de casa.

[Siga para D3](#)

**Gestão 3**  
**Você perdeu 1 ponto!**

Infelizmente, a gestão 3 não investe em pontos de coleta de lixo eletrônico e não cobra dos fabricantes de eletrônicos que recebam e reciclem eletrônicos velhos. Foi difícil encontrar um ponto de coleta perto de casa. Apesar de a sua escolha ser a mais sustentável, **you lost 1 point** pela falta de investimento da gestão pública vigente. Nas eleições, você presta atenção nas propostas dos candidatos para resíduos sólidos? As pessoas descartam lixo eletrônico no lixo comum por ignorância, comodismo e por não existirem pontos de coleta acessíveis em seus bairros.

[Siga para D3](#)

## D2 III - Você escolheu jogar as pilhas no lixo doméstico e comprar pilhas comuns

Essa é a escolha menos sustentável. Descartar as pilhas e eletrônicos no lixo comum resulta na contaminação da água e do solo por substâncias tóxicas presentes nestes produtos. E, com pilhas recarregáveis, você torna sua vida mais sustentável e economiza dinheiro. Veja só:

| Número de cargas (ciclos) | Energia fornecida (em Watt-hora) por grama de resíduo sólido gerado |                    | R\$ gasto por recarga |                    |
|---------------------------|---|--------------------|-----------------------|--------------------|
|                           | Pilha Comum   | Pilha Recarregável | Pilha Comum           | Pilha Recarregável |
| 1                         | 0,14  | 0,07               | 11,90                 | 26,90              |
| 2                         | -   | 0,15               | -                     | 13,45              |
| 20                        | -   | 1,4                | -                     | 1,35               |
| 50                        | -   | 3,3                | -                     | 0,54               |
| 80                        | -   | 5,0                | -                     | 0,34               |
| 150                       | -   | 10,0               | -                     | 0,18               |

Nota: preço do kit 2 pilhas com carregador: R\$49,90. Desconsideramos o preço da energia elétrica em casa.

Resíduo sólido, no caso em discussão, é o que jogamos no latão de lixo comum ou no de reciclável. A tabela acima mostra o quanto de energia conseguimos por grama de pilhas que não servem mais (resíduo sólido). Mostra também o dinheiro investido por recarga das pilhas. A massa da pilha, pesada na balança, e o preço pago, não mudam a cada recarga, certo? Note que recarregar uma pilha 20 vezes reduz em 10 vezes a quantidade de lixo gerado em relação a uma pilha comum. Imagine essa conta para 150 ciclos! E o bolso, compensa? Pilhas recarregáveis são mais caras, mas podem ser utilizadas muitas vezes. Com um aparelho que usa a carga de 2 pilhas a cada 2 meses, em 1 ano você gasta, com pilhas comuns, R\$ 71,34 (6 X 2 pilhas). Comprando 2 pilhas recarregáveis com o carregador, você resolve o problema por mais tempo com R\$ 49,90 e evita 12 pilhas no lixo por ano!

## Como sua escolha e seus pontos são afetados pela gestão pública sorteada para você?

### Gestões 1 e 2 Você perdeu 4 pontos!

As gestões 1 e 2 contribuem para a coleta seletiva e cobram dos fabricantes de eletrônicos que recebam e reciclem eletrônicos velhos. Faltou você fazer a sua parte, então infelizmente **você perdeu 4 pontos**, pois essa é a escolha menos sustentável.

[Siga para D3](#)

### Gestão 3 Você perdeu 4 pontos!

Infelizmente, a gestão 3 não investe em pontos de coleta de lixo eletrônico e não cobra dos fabricantes de eletrônicos que recebam e reciclem eletrônicos velhos. Mesmo que quisesse, seria difícil encontrar um ponto de coleta perto de casa. Provavelmente teria que se deslocar até outro bairro. Nas eleições, você presta atenção nas propostas dos candidatos para resíduos sólidos? As pessoas descartam lixo eletrônico no lixo comum por ignorância, comodismo e por não existirem pontos de coleta acessíveis em seus bairros. Infelizmente **você perdeu 4 pontos**, pois essa é a escolha menos sustentável.

[Siga para D3](#)

### D3 - Vamos saber mais sobre as consequências do descarte inadequado de lixo eletrônico

Quase tudo que fazemos envolve um aparelho eletrônico e, em muitos casos, acesso online: estudar, comunicar-se, locomover-se, lavar a roupa, preparar comida, fazer exames médicos, fabricar produtos, obter e distribuir energia são alguns exemplos. Eles precisam de energia elétrica para funcionar e, cada vez mais, de energia portátil, armazenada em pilhas e baterias. Mas, cedo ou tarde, não servem mais. Muitas vezes não estão quebrados, mas, propositalmente, *são feitos para tornarem-se obsoletos*. Descartados, são lixo eletrônico. Aparelhos inteiros e suas peças e partes acumulam-se nos lixões e nas ruas: baterias, fones de ouvido, TVs, fios, telas, lâmpadas, impressoras, teclados....

#### De onde vêm? Precisamos reduzir

As matérias-primas para fazer eletrônicos são, essencialmente, petróleo e diversos minérios. Fazer um celular gera cerca de 70 kg de CO<sub>2</sub> e consome 12.000 L de água. Além disso, no celular e em outros eletrônicos, há um grande número de dispositivos e materiais sofisticados, envolvendo pelo menos 30 elementos químicos:

| Partes do celular       | Elementos químicos utilizados   |
|-------------------------|---|
| Tela                    | Al   Dy   Eu   Gd   <b>In</b>   La   K   O   Pr   Si   <b>Sn</b>   Tb   <b>Y</b>  |
| Carcaça e estrutura     | Br   C   <b>Mg</b>   <b>Ni</b>  |
| Bateria                 | Al   C   <b>Co</b>   <b>Li</b>   O  |
| Componentes e circuitos | <b>Ag</b>   <b>As</b>   <b>Au</b>   <b>Cu</b>   Dy   <b>Ga</b>   <b>P</b>   <b>Pb</b>   Pr   O   <b>Nd</b>   Gd   <b>Ni</b>   <b>Sb</b>   Si   <b>Sn</b>   <b>Ta</b>   Tb |

Fonte: adaptado de BRUNNING, 2014 e ACS Periodic Table's Endangered Elements

Destes, alguns estão com reservas de matérias-primas baixas (**em vermelho**) ou em estado preocupante (**amarelo e laranja**), caso seu consumo se mantenha como está. Será que não deveríamos poupar essas matérias primas para fabricar apenas os eletrônicos essenciais?

O caso das pilhas também não é simples. A produção de uma pilha alcalina consome mais de 100 vezes a energia que ela fornece e, para recuperar os metais das pilhas usadas, necessita-se de 6 a 10 vezes a energia usada para extrair e refinar esses metais de seus minérios. Nas pilhas domésticas mais comuns, são utilizados principalmente os elementos químicos zinco e manganês. Mas, além destes metais, podem ser adicionadas pequenas quantidades dos metais mercúrio, crômio, chumbo e cádmio. Compostos destes metais são bastante tóxicos mesmo em quantidades muito pequenas. Alguns estudos mostram que adolescentes que foram expostos ao chumbo durante a infância têm maior probabilidade de desenvolver alterações de comportamento (OLYMPIO et. al. 2010; BOCCHI et al. 2000).

### **Para onde vai? Precisamos descartar corretamente**

Precisamos PARAR de descartar pilhas, baterias e eletrônicos no lixo doméstico. Sabia que no Brasil a maioria das pilhas são descartadas dessa maneira? Atualmente, quase 40% do lixo coletado é enviado para lixões e outros locais inadequados (ABRELPE). Nesses locais, o lixo eletrônico fica exposto à condições de calor, radiação solar, água e oxigênio do ar, as quais favorecem a liberação e formação de substâncias tóxicas que terminam por contaminar o solo e os lençóis freáticos. Além disso, compostos dos elementos metálicos presentes no lixo eletrônico são bioacumulativos, ou seja, são transferidos de um organismo para outro na cadeia alimentar, chegando em nós. Por isso, o descarte incorreto de eletrônicos e pilhas junto com o lixo comum contamina a água e o solo, e contribui para a ocorrência de doenças, como câncer e problemas no sistema nervoso. Felizmente, a indústria de reciclagem de eletrônicos está ganhando espaço e

cientistas têm criado novos processos para recuperar metais raros destes resíduos (FORTI, 2019). O Art. 33 da Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece que é o fabricante quem deve recolher e reutilizar as pilhas e baterias. Mas o lixo eletrônico não chega sozinho à reciclagem! Procure um ponto de coleta!

### **Precisamos reutilizar**

Uma forma de atacar os dois problemas é reutilizando produtos. Mas, atenção! Pilhas recarregáveis também contêm metais pesados e outros compostos tóxicos e devem ser descartadas corretamente. Assim, podemos poupar o impacto da produção de novos produtos e evitar a contaminação ambiental. Veja só que interessante:

| Redução do impacto ao usar 1 pilha recarregável no lugar de 4 pilhas comuns, tamanho AA |           |           |            |
|---|-----------|-----------|------------|
| Impacto sobre:  | 20 ciclos | 50 ciclos | 150 ciclos |
| Mudanças Climáticas   | 76 %      | 88%       | 94 %       |
| Toxicidade da água potável  | 31 %      | 72 %      | 91 %       |
| Toxicidade Humana (exceto risco de câncer)  | 77 %      | 91 %      | 97 %       |
| Toxicidade Humana (com risco de câncer)   | -7% %     | 57 %      | 85 %       |

Fonte: adaptado de DOLCI G. et. al., 2016. O impacto é calculado pela comparação de diferentes parâmetros relacionados à produção, consumo, uso e descarte de pilhas comuns e de pilhas recarregáveis. Para as mudanças climáticas, compara-se o CO<sub>2</sub> gerado; para a toxicidade de água potável, compara-se a contaminação de mananciais por poluentes; para a toxicidade humana, compara-se a morbidade de doenças.

Ao utilizar 150 ciclos da pilha recarregável, é possível diminuir drasticamente os impactos ambientais das mudanças climáticas, da toxicidade da água potável e da toxicidade humana quando comparamos o uso de 1 pilha recarregável AA ao invés do uso de 4 pilhas comuns. Nossa reflexão sobre as pilhas e os eletrônicos deve ser estendida para tudo o que usamos em nossas vidas: de onde vem e para onde vão? Precisamos mesmo delas?

## E os ODS?

A gestão e o descarte adequado de lixo eletrônico contribui **peelo menos** com estes ODS:



### **Boa Saúde e Bem-Estar**

Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.



### **Consumo e Produção Responsáveis**

Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.



### **Vida na Água**

Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.



### **Cidades e Comunidades Sustentáveis**

Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.



### **Ação Contra a Mudança Global do Clima**

Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.



### **Vida Terrestre**

Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade.

## D4 - Presentes da SBQ para mentes curiosas

### Moléculas 3D Interativas do portal QNint:

Cloreto de Tionila:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.493>

Óxido de Ferro III, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.463>

Ácido Sulfúrico: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.36>

Dióxido de enxofre, SO<sub>2</sub>:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=molecula.494>

### Química que a gente entende, do portal QUID+:

Repensando os 3Rs, é fácil ser verde (Coleção Celebrando a Química):

<https://www.dropbox.com/s/okjeuenc0czig5x/ACS%20-%20Repensando%20os%203Rs%2C%20%C3%A9%20f%C3%A1cil%20ser%20verde.pdf?dl=0>

### Para saber mais, do portal QNint:

Metais Pesados. <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=conceito.53>

Pilhas e Baterias: Funcionamento e impacto ambiental:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=conceito.45>

Reciclagem do lixo de informática: uma oportunidade para a química:

<http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.58>

### ESCUA ESSA: cientistas falando no SBQast, o podcast da SBQ

Lítio, Elon Musk e a geopolítica dos materiais:

<https://anchor.fm/sbqast/episodes/SBQast-9--Ltio--Elon-Musk-e-a-geopoltica-dos-materiais-eimnid>

GAMEOVER





# O jogo acabou?

**Hora de olhar a tabela de ponto dos Avatares.**

**E então? Quem chegou até aqui com mais pontos?**

**O jogo nunca acaba.**

Na verdade, estamos todos jogando o jogo da sustentabilidade cada vez que tomamos decisões. Comprar ou poupar? Concentrar ou dividir? Exagerar ou usar apenas o que precisar? Jogar fora ou reaproveitar? Conhecer ou ignorar? Coletivo ou individual? Competir ou cooperar? Fatos ou fake news? Ciência ou negacionismo?

**Não existem pequenas decisões num planeta com bilhões de seres humanos.**

São grandes as consequências e os impactos das decisões de um dia comum.

São grandes as decisões quando, a cada quatro anos, escolhemos nossos representantes para a gestão pública. Você viu no jogo como a gestão pública ajuda ou atrapalha as decisões sustentáveis de cada pessoa?

**Este jogo é um começo de conversa**

Nós selecionamos algumas informações apresentadas nas diferentes fases do jogo, mas elas estão muito longe da figura completa! São um convite para conhecer mais. Demos uma pista com exemplos de conteúdos muito interessantes, em linguagem acessível, com os **Presentes da SBQ para mentes curiosas.**

Há muito mais de onde estes vieram! Não deixe de conhecer o que a SBQ oferece gratuitamente para a comunidade escolar:

Portal QUID+: <http://quid.s bq.org.br>

Portal Química Nova Interativa, o QNint: <http://qnint.s bq.org.br>

SBQast, o podcast da SBQ: <https://anchor.fm/s bqast> e  
<https://open.spotify.com/show/66QSK1mPyfxU3V6zZkrjiD>

Revista Química Nova na Escola, a QNEsc: <http://qnesc.s bq.org.br>

### **Só mais uma coisinha! Jogue no time da ciência e derrote a desinformação.**

Quando uma informação chegar até você pelas redes sociais, pelos amigos, pela família ou na escola, **verifique antes de repassar**. O conhecimento é a nossa melhor aposta para um futuro sustentável, mas a desinformação é um dos grandes obstáculos. Duvide, questione, verifique! Ficou na dúvida? Converse com seu professor ou professora, procure uma ou um cientista. Elas e eles poderão ajudar!

### **Fake news é insustentável!**

# O jogo do seu jeito

Nós sugerimos uma forma de jogar, mas várias daquelas regras podem ser modificadas. Alguns exemplos:

**Decida sobre os avatares e perfis de gestão pública a partir de uma discussão coletiva.** Há pessoas que podem se sentir muito desconfortáveis em jogar como alguns dos avatares e o sorteio de gestão pública pode ser substituído pelo caso em que todas as equipes jogam com o mesmo perfil.

**Mude o sistema de pontuação.** Há situações nas quais, mesmo querendo, a equipe não consegue escolher a opção mais sustentável, porque o perfil de gestão pública não possibilita. Em vez de penalizar a equipe, podem ser adotadas regras diferentes para a perda de pontos. Por exemplo, ao final da fase, a equipe pode pesquisar nos **Presentes da SBQ para mentes curiosas** algum conteúdo e explicá-lo para a turma. Se a explicação for boa, a perda dos pontos pode ser revista.

## Crie seu próprio jogo

Essa é a coisa mais interessante sobre este jogo. Todos os conteúdos podem ser recriados como uma atividade de ensino. O Brasil é um país muito diverso e temos certeza que essa diversidade não cabe em quatro avatares, três perfis de gestão pública e quatro situações-problema. Igualmente amplo é o conhecimento e a contribuição da comunidade química para a sustentabilidade! Muitas questões não foram contempladas aqui.

Mas, seguindo os modelos para os avatares e as situações-problema, é possível criar muitos jogos. Temos certeza que podem ser feitos jogos mais

interessantes e mais instrutivos que este nosso! Lembre-se que, para isso, você pode contar com os conteúdos oferecidos pela SBQ em seus portais QNInt e QUID+, e na publicação Química Nova na Escola. Pode conversar conosco também.

### **Campeonatos na escola**

Uma sugestão para criar jogos é organizar campeonatos colaborativos nas escolas, com o tema Atitudes Sustentáveis. Pode ser uma atividade semestral transdisciplinar, enquadrada nas bases curriculares vigentes. Fazer o jogo, em si, pode ser conduzido como Ensino Baseado em Projetos. Jogar o jogo pode ser conduzido como Aprendizagem Colaborativa Lúdica. Nos primeiros dois meses, cada classe cria seu avatar, um perfil de gestão pública e uma situação-problema. No terceiro mês, organiza-se tudo num arquivo único, como este livro, e se combinam as regras do jogo e a pontuação. No quarto mês, é realizado um campeonato de um dia. No caso, pode ser muito divertido se cada fase estiver numa sala de aula ou outro local da escola e as equipes precisem ir para estes lugares para resolver a questão da fase, circulando pela escola toda. Se possível, o “Problema da fase” de algumas fases pode estar relacionado com o local onde ocorre. Por exemplo, no caso deste livro, a Fase B poderia ocorrer na cantina da escola.

É criar e trabalhar!

## Referências Bibliográficas e Fontes Consultadas

### Fase A - Transporte: Como você vai para a escola?

BRAND, C., GÖTSCHI, T., DONS, E., GERIKE, R., ANAYA-BOIG, E., ET AL. The climate change mitigation impacts of active travel: Evidence from a longitudinal panel study in seven European cities. **Global Environmental Change**, 67: 102224, 2021.  
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102224>

CARBON FOOTPRINT LTD. Disponível em <https://www.carbonfootprint.com/>. Acesso em 10/02/2022.

COLE, J. J. The carbon cycle: with a brief introduction to global biogeochemistry. *In*: WEATHERS, K. C. et al. **Fundamentals of ecosystem science**. San Diego: Elsevier, 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO [CETESB]. **Emissões veiculares no estado de São Paulo 2019**. São Paulo: CETESB, 2020. 137 p. ISSN 0103-4103. ISBN 978-65-5577-013-1. Disponível em:  
<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/relatorios-e-publicacoes>. Acesso em 10/02/2022.

FECHT, S. How Exactly Does Carbon Dioxide Cause Global Warming? **You asked**. Columbia Climate School. Publicado em 25/02/2021. Disponível em  
<https://news.climate.columbia.edu/2021/02/25/carbon-dioxide-cause-global-warming/>. Acesso em 12/01/2022.

FEDERAÇÃO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO [FETRANSPOR]. **Guia da mobilidade e desenvolvimento inteligente**. 2016. Disponível em  
<https://s3.amazonaws.com/www.fetranspordocs.com.br/downloads/GuiaMobilidade2017.pdf>. Acesso em 08/02/2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA [IPEA]. **Comunicado do Ipea - 2011 - nº 113. Poluição veicular atmosférica**. 2011. Disponível em  
[https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10581](https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=10581). Acesso em 08/02/2022.

LEVY, J. I., BUONOCORE, J. J., VON STACKELBERG, K. Evaluation of the public health impacts of traffic congestion: a health risk assessment. **Environ Health** 9:65, 2010.  
<https://doi.org/10.1186/1476-069X-9-65>

MEAD, L. **The Road to Sustainable Transport**. International Institute for Sustainable Development. Disponível em <https://www.iisd.org/articles/road-sustainable-transport>. Publicado em 24/05/2021. Acesso em 10/02/2022.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO [PNUD]. **Glossário ODS 11**. 2018. Disponível em <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/library/ods/glossario-ods-11/>. Acesso em 08/02/2022.

SHELDON, R. A. Engineering a more sustainable world through catalysis and green chemistry. **J. R. Soc. Interface**, 13: 20160087, 2016. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2016.0087>.

### **Fase B - Alimentação: Qual a sobremesa mais sustentável?**

BENÍTEZ, R. O. **Perdas e desperdícios de alimentos na América Latina e no Caribe**. Escritório Regional da FAO para a América Latina e o Caribe. Disponível em <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>. Acesso em 13/01/2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DEPARTAMENTO DE ATENÇÃO BÁSICA. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde. 2014.

[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_alimentar\\_populacao\\_brasileira\\_2ed.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf)

FAO, FIDA, OPS, WFP e UNICEF. **América Latina y el Caribe - Panorama regional de la seguridad alimentaria y nutricional 2021: estadísticas y tendencias**. Santiago de Chile, FAO. 2021 <https://doi.org/10.4060/cb7497es>.

MARTINELLI, S., S., CAVALLI, S. B., Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, 24(11), 4251-4261, 2019. <https://doi.org/10.1590/1413-812320182411.30572017>

MEKONNEN, M. M., HOEKSTRA, A. Y. **The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series No. 47**, UNESCO-IHE: Delft, the Netherlands. 2010. Disponível em: <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report47-WaterFootprintCrops-Vol1.pdf>. Acesso em 10/01/2022.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION [UNESCO]. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020 - Água e Mudança Climática - Resumo Executivo**. UNESCO: Perugia -IT: 2020. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882\\_por/PDF/372882por.pdf.multi](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882_por/PDF/372882por.pdf.multi) . Acesso em: 12/01/2021.

\_Idem. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021 - O Valor da Água - Resumo Executivo**. UNESCO: Perugia -IT: 2021. Disponível em: Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375750\\_por/PDF/375750por.pdf.multi](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375750_por/PDF/375750por.pdf.multi). Acesso em: 12/01/2022.

### **Fase C - Consumo: Tá com sede?**

BEYOND PLASTICS. **Single-Use Plastic Water Bottles**. Bennington College. Disponível em: <https://www.beyondplastics.org/fact-sheets/plastic-water-bottles>. Acesso em: 08/02/2022.

CENTER FOR SYSTEMS SCIENCE AND ENGINEERING [CSSE]. **COVID-19 Dashboard**. Johns Hopkins University. Disponível em <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>. Acesso em 10/02/2022.

CHAMAS, A., MOON, H., ZHENG, J., QIU, Y., TABASSUM, T., JANG, J. H., ABU-OMAR, M., SCOTT, S. L., S., SUH. Degradation Rates of Plastics in the Environment. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**. 8 (9), 3494-3511 2020. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.9b06635>.

INSTITUTO AKATU. O Tempo: Pais podem economizar dinheiro com troca de livro. 03 fev. 2016. Disponível em: <https://akatu.org.br/o-tempo-pais-podem-economizar-dinheiro-com-troca-de-livro/>. Acesso em: 05/02/2022.

LIM, X. Microplastics are everywhere — but are they harmful? **Nature**. 593, 22-25, 2021. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-01143-3>

NAÇÕES UNIDAS. **Double trouble: plastics found to emit potent greenhouse gases**. Ago. 2018. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/double-trouble-plastics-found-emit-potent-greenhouse-gases>

NAÇÕES UNIDAS. **Microplásticos, microesferas e plásticos descartáveis contaminam vida marinha e afetam humanos**. ONU News. 11 nov. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/11/1693991>. Acesso em 10/02/2022.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Campanha para redução do uso de sacolas plásticas**. 21 set. 2020. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/campanhas/index.php?p=9480](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/campanhas/index.php?p=9480). Acesso em: 12/02/2022.

ROSENBOOM, JG., LANGER, R. & TRAVERSO, G. Bioplastics for a circular economy. **Nature Reviews - Materials**, 7, 117–137, 2022. <https://doi.org/10.1038/s41578-021-00407-8>

ROYER, S-J, et al. **Production of methane and ethylene from plastic in the environment**. PLoS ONE 13(8): e0200574, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200574>

SANTOS, M. V. F. dos.; et al. Disposal of disposable cups: environmental and economic analysis in a higher education institution in southern Pará. **Research, Society and Development**, [S. l.], 9(10): e2189108321, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8321>.

#### **Fase D - Lixo Eletrônico: Como descartar?**

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY GREEN CHEMISTRY INSTITUTE [ACS]. Periodic Table's Endangered Elements. **Endangered Elements**. Disponível em: <https://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/research-innovation/endangered-elements.html>. Acesso em 10/01/2022

APPLE INC. **Product Environmental Report - iPhone 11**. <https://www.apple.com/uk/environment/>. Acesso em 10/02/2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS [ABRELPE]. **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL - 2021**. ABRELPE: São Paulo. 2021. Disponível em <https://abrelpe.org.br/panorama/>.

BOCCHI, N., FERRACIN, L. C., BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. **Química Nova na Escola**, 11, 3-9, 2000. Disponível em: <http://qnesc.sbg.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>.

BRASIL. Art. 33 da Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em 10/02/2022

BRUNNING, A. The Chemical Elements of a Smartphone. **Compound Interest**. Fevereiro de 2014. Disponível em: <https://www.compoundchem.com/2014/02/19/the-chemical-elements-of-a-smartphone/>. Acesso em 10/01/2022

DOLCI, G., TUA, C., GROSSO, M., RIGAMONTI, L. Life cycle assessment of consumption choices: a comparison between disposable and rechargeable household batteries. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, 21, 1691-1705, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1134-5>



FORTI, V. O crescimento do lixo eletrônico e suas implicações globais. **Panorama setorial da Internet**. CETIC.BR - UNESCO. 2019. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/6/20191217174403/panorama-setorial-xi-4-lixo-eletronico-atualizado.pdf> . Acesso em 07/01/2022.

GRACE Communications Foundation. **The Hidden Water in Everyday Products**. Disponível em: <https://www.watercalculator.org/>. Acesso em 10/02/2022

HAMADE, R. Life Cycle Analysis of AA Alkaline Batteries. **Procedia Manufacturing**, 43, 415-422, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.193>

OLYMPIO, K. P. K., OLIVEIRA, P. V., NAOZUKA, J., CARDOSO, M. R. A., MARQUES, A. F., GÜNTHER W. M. R., BECHARA, E. J. H. Surface dental enamel lead levels and antisocial behavior in Brazilian adolescents. **Neurotoxicology and Teratology**, 32(2), 273-279, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2009.12.003>



**Uma produção SBQ - Sociedade Brasileira de Química**

[www.s bq.org.br](http://www.s bq.org.br)