



Matemática  
Multimídia



## Guia do Professor

# Áudio

### Lixo

### Série Estimativas

### Objetivos

1. Estimar a quantidade de lixo produzida no Brasil em uma semana.
2. Estimar o volume de lixo produzido pela cidade de São Paulo anualmente.

**ATENÇÃO** Este Guia do Professor serve apenas como apoio ao áudio ao qual este guia se refere e não pretende esgotar o assunto do ponto de vista matemático ou pedagógico.

**LICENÇA** Esta obra está licenciada sob uma licença Creative Commons 



UNICAMP

# Lixo

## Série

Estimativas

## Conteúdos

Estimativa, proporção, volume, densidade

## Duração

Aprox. 10 minutos.

## Objetivos

1. Apresentar um método para estimar quantidades como massa e volume.
2. Incentivar o aluno a descobrir outros métodos de estimativa.
3. Ensinar o aluno os princípios básicos para fazer uma boa estimativa.

## Sinopse

O apresentador do programa, junto com os convidados, quer saber quantos caminhões são necessários para carregar o lixo produzido no Brasil, e também qual seria o espaço necessário para comportar o lixo semanal produzido na cidade de São Paulo.

## Material relacionado

Áudios: *Outro áudios da série*;  
Experimentos: *Quantos peixes há no lago*;

# Introdução

---

A ideia da série é incentivar os alunos a fazerem estimativas numéricas sobre perguntas abertas:

*Quantas pizzas são consumidas por ano no Brasil?*

*Quantas laranjas cabem na sala de aula?*

*Quanto tempo um fusca levaria pra chegar até a lua?*

*Quantos pneus são descartados por ano no Brasil?*

O que se espera do aluno é um raciocínio organizado, que o conduza a arriscar uma resposta razoável - não necessariamente exata. Para ajudá-lo, colocamos alternativas com ordem de grandezas diferentes, de modo que diferenças pequenas possam ser desprezadas.

Perguntas como as acima, além de seu interesse intrínseco, são exercícios interessantes, pois os alunos formulam conjecturas, hipóteses e, a partir delas, chegam a uma conclusão. Este tipo de questão às vezes é chamado de *Fermi question*, em homenagem ao físico Enrico Fermi, que costumava propor questões abertas a seus alunos.

Atualmente, várias empresas têm usado questões semelhantes em seus processos seletivos de contratação. Alguns exemplos do uso desse tipo de questões na contratação de pessoas para trabalhar na empresa Microsoft são descritos em Pundstone (2005). Além disso, alguns vestibulares já incluíram em suas provas questões exigindo raciocínio dedutivo e estimativas.

Em Paulos (1994), discute-se a importância desse tipo de atividade como forma de incentivar os alunos a pensarem em questões do cotidiano e desenvolverem esse tipo de raciocínio lógico que é bastante útil no dia a dia.

Na maioria dos áudios, é sugerido um caminho para abordar as questões, mas existe espaço para o professor propor soluções diferentes ou discutir as hipóteses levantadas no programa.

## Sobre o programa

---

De nome Chute Certo, o programa explora, descontraidamente, questões abertas cujas respostas são desconhecidas e em geral difíceis de determinar com exatidão. Elas exigem um raciocínio lógico que vai além da aplicação de fórmulas. Em dois blocos, o apresentador, seu assistente e o convidado discutem maneiras simples de se obter estimativas.

### Bloco 1:

A questão principal desse bloco é: **Quantos caminhões seriam necessários para transportar o lixo do Brasil produzido em apenas uma semana?**

A estratégia para responder essa questão envolve, como em qualquer estimativa, assumir hipóteses e utilizar informações prévias, muitas vezes conhecidas de antemão. Supondo que o montante total de lixo seja  $X$  kg, e cada caminhão carrega  $Y$  kg, a quantidade de caminhões necessários para transportar o lixo seria  $Z = X/Y$ . Assim, é preciso determinar quais são os valores de  $X$  e  $Y$ .

A quantidade de lixo que um caminhão carrega é relativamente constante, uma vez que os caminhões de lixo seguem um padrão industrial estabelecido. O assistente do programa propõe que um caminhão de lixo deve carregar algo em torno de 7 toneladas. Assim,  $Y = 7\ 000$  kg.

Resta saber a quantidade de lixo produzida no Brasil. Esta é uma questão complicada, pois existem inúmeras fontes de lixo em nosso território - há o doméstico, originário de casas e pequenos estabelecimentos (restaurantes, padarias, etc.), há o hospitalar, o industrial, resíduos urbanos diversos. Enfim, para que não seja preciso realizar muitas contas e pesquisar sobre diversas informações de descarte de lixo, tornando a estimativa impraticável, é preciso eleger o segmento mais significativo dentre esses para prosseguir com o cálculo. Fazendo isso, o resultado conterà imprecisões, mas será satisfatório para dar uma ideia da quantidade total de lixo produzido.

Nesse sentido, o lixo doméstico é o mais importante, uma vez que o Brasil é um país populoso. Assim, se cada brasileiro produzir em média 0,5 kg de lixo por dia, por semana esse valor será 7 vezes maior, isto é, 3,5 kg. Sabe-se que o Brasil possui 180 milhões de habitantes. Então o lixo total produzido em nosso território por semana é dado por:

$$\text{Lixo total LT} = 0,5 \text{ kg} \times 7 \times 180\,000\,000 = 630\,000\,000 \text{ kg}$$

Isto é, 630 mil toneladas de lixo por semana. Como cada caminhão suporta 7 toneladas, fazemos  $630\,000 / 7$  e obtemos 90 000 caminhões como resposta estimada final.

## **Bloco 2:**

A questão central deste bloco é: **Quantos estádios iguais ao Morumbi, a cidade de São Paulo enche com o lixo do ano?**

Como feito na questão anterior, precisa-se formular hipóteses para direcionar o raciocínio. Deve-se determinar a quantidade de lixo produzida por ano na cidade e verificar qual seu volume. Depois, estimando o volume do estádio do Morumbi, encontra-se a resposta da questão.

Então vamos considerar, novamente, que o lixo será o doméstico, pois assim reutilizamos a estimativa de que cada habitante brasileiro produz em média 0,5 kg de lixo por dia. Cada ano possui 365 dias, portanto, cada habitante produz  $365 \times 0,5 \text{ kg} = 182,5 \text{ kg}$  de lixo por ano.

Sabe-se que a capital São Paulo tem aproximadamente 14 milhões de habitantes, assim, a quantidade anual de lixo produzida pela cidade de São Paulo é dada por:

$$\text{Quantidade de lixo anual QL} = 182,5 \text{ kg} \times 14\,000\,000$$

$$\text{QL} = 2\,555\,000\,000 \text{ kg ou } 2\,555 \text{ mil toneladas.}$$

Agora é preciso descobrir qual o volume ocupado por essa quantidade de lixo. Deve-se utilizar o senso comum nessa estimativa, pois nunca se saberá, ao certo, qual a densidade do lixo doméstico, pois ele não mantém sua constituição uniforme. Uma boa referência é tomar a densidade da água, que é de 1000 kg por metro cúbico. A maioria do lixo doméstico é composto por elementos que possuem densidade menor do que a água, então, é razoável supor que a densidade média do lixo doméstico deva ser menor do que a densidade da água. Agora não sabemos quanto menor isso deve ser. A sugestão feita pelo apresentador é que a densidade do lixo deva ser 500kg/m<sup>3</sup>, isto é, metade da densidade da água. Usando esse valor como referência, fazemos o seguinte cálculo para determinar o volume ocupado pelo lixo:

$$500 \text{ kg de lixo} - 1 \text{ m}^3$$

$$2\ 555\ 000\ 000 \text{ kg de lixo} - X \text{ m}^3$$

$$X = 5\ 110\ 000 \text{ m}^3$$

Determinado o volume aproximado ocupado pelo lixo, resta agora estimar o volume do estádio do Morumbi. O jeito mais fácil - mas o menos preciso - é considerar o estádio como sendo um grande retângulo, como uma caixa de fósforos gigantes. O apresentador diz que, em geral, um campo de futebol costuma ter 100 metros de comprimento por 50 de largura. Já o estádio pode ter mais 100 metros atrás de cada gol, e 75 metros atrás de cada lateral. Então, a caixa teria como base um retângulo de **300m x 200m**. O assistente diz que a altura do estádio é de aproximadamente 15 metros, então determinamos o volume aproximado do estádio fazendo

$$V = 300 \times 200 \times 15 = 900\ 000 \text{ m}^3$$

Agora a estimativa caminha para seu fim. Para saber quantos estádios suportam a quantidade de lixo produzida por ano em São Paulo, basta dividir o volume da quantidade de lixo pelo volume do estádio. Ou seja,

$$5\ 100\ 000 \text{ m}^3 / 900\ 000 \text{ m}^3 \approx 6 \text{ estádios.}$$

# Sugestões de atividades

---

## Antes da execução

---

É necessário que o professor apresente a atividade e explique rapidamente sobre como são feitas as estimativas, de modo geral.

Outra sugestão é que o professor faça uma breve revisão sobre unidades de medida, conversão de unidades, e rudimentos de geometria espacial, pois são conceitos que surgem no decorrer do desse programa e os cálculos não devem ser empecilhos para o trabalho dos alunos.

O professor pode optar por passar o áudio de uma só vez e discutir com os alunos novos métodos para resolver os problemas propostos no programa. Se este for o caso, pule o tópico seguinte. Se o professor preferir interromper a áudio, leia o próximo tópico.

## Durante a execução

---

Caso o professor preferir, ele pode, no primeiro bloco, fazer uma pausa no áudio em 02:03, logo após o apresentador ter feito a pergunta, para deixar aos alunos o trabalho de resolver a questão. No segundo bloco, a pausa pode ser feita em 02:10.

## Depois da execução

---

Sugerimos que o professor discuta com os alunos a validade das hipóteses assumidas e das condições apresentadas para realizar os cálculos. É possível verificar que neste áudio, as contas foram feitas todas com base em valores médios, “chutes”, e os resultados obtidos refletem a qualidade das informações utilizadas.

Devemos ressaltar que uma boa estimativa não necessariamente fornece um resultado exato, mas sim uma informação acerca da ordem de grandeza do objeto estimado. Além disso, em muitos casos práticos, as pequenas variações das estimativas não comprometem o resultado final, assim, o professor tem a liberdade para escolher, junto com os alunos, quais devem ser os valores para melhorar o resultado das estimativas propostas no programa.

O professor deve despertar nos alunos a noção da estimativa e estimule-os para realizá-las com frequência. A prática promove um ganho em raciocínio lógico, agilidade em fazer contas mentais, e um repertório de informações que poucos conseguem adquirir. Basta olhar em nossa volta para descobrir que existem inúmeras estimativas que podem ser feitas sem precisar de muito subsídio teórico – algumas contas e conversões de unidades já fornecem um resultado satisfatório.

---

## Sugestões de leitura

---

PAULOS, John Allen. Analfabetismo em matemática e suas consequências. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.  
POLYA, G. A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.  
PUNDSTONE W. Como mover o monte Fuji. Ed. Ediouro, 2005.  
RAMALHO, F., FERRARO, N., TOLEDO, P. Os fundamentos da Física 1 - Mecânica, 9a Edição. Ed Moderna.

---

## Ficha técnica

---

Autores *Alan Bondesan De Maria e Cristiano Torezzan*  
Revisão *Cristiano Torezzan*  
Coordenação de Mídias Audiovisuais *Prof. Dr. Eduardo Paiva*  
Coordenação Geral *Prof. Dr. Samuel Rocha de Oliveira*

## Universidade Estadual de Campinas

Reitor *Fernando Ferreira Costa*  
Vice-reitor *Edgar Salvadori de Decca*  
Pró-Reitor de Pós-Graduação *Euclides de Mesquita Neto*



**Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica**

Diretor *Jayme Vaz Jr.*

Vice-diretor *Edmundo Capelas de Oliveira*



**Matemática Multimídia**

Estimativas

*Lixo 9/9*