

Autor: Tereza Verônica Citelli Crivelaro
NRE: Maringá
Escola: Colégio Estadual Marechal Arthur da Costa e Silva - E.M.
Disciplina: Matemática ( ) Ens. Fundamental ( X ) Ens. Médio
Disciplina da relação interdisciplinar 1 : Geografia
Disciplina da relação interdisciplinar 2 : Biologia
Título: A escassez da água no mundo
Conteúdo Estruturante: Funções
Conteúdo Específico: Função Exponencial
Orientadora: Prof <sup>a</sup> Dr <sup>a</sup> Lilian Akemi Kato

### ***Até quando teremos água disponível para consumo?***

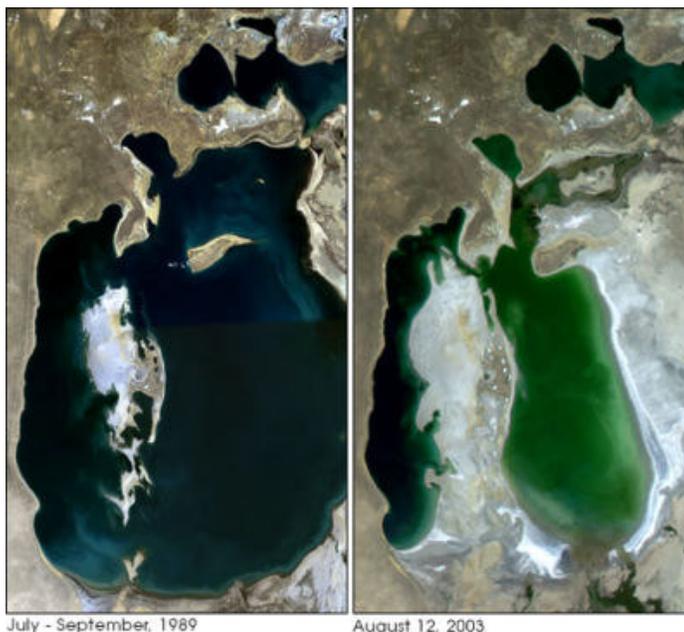


Imagem de satélite do Mar de Aral, na Ásia, em 1989 e em 2003. Em 50 anos, houve uma redução de mais da metade da sua superfície.

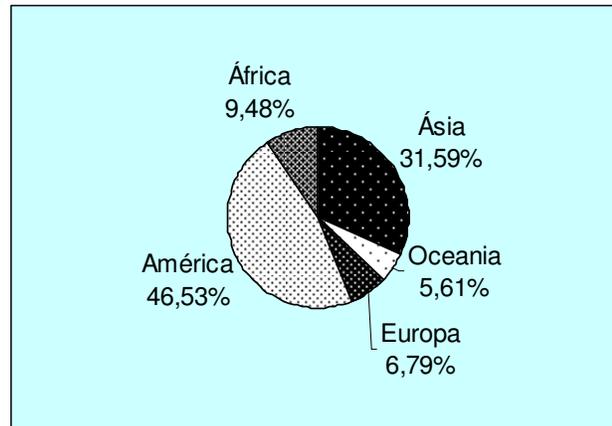
Fonte: "<http://pt.wikipedia.org/wiki/Imagem:Aralzee.jpg>

### **Faltarão água potável na Terra?**

Muitos não acreditam nesta possibilidade. Talvez, pelo fato de que nosso planeta possui 70% de sua superfície coberta por água.

Porém, apenas 2,5% desta, é água doce, e ainda, 68,9% dessa água doce encontra-se na forma sólida, 30,8% são águas subterrâneas ou de outros reservatórios de difícil acesso. A água acessível ao consumo humano, encontrada em rios, lagos e alguns reservatórios subterrâneos, somam apenas 0,3% do total da água doce.

O gráfico, a seguir, mostra a distribuição da água doce superficial no mundo.



Fonte: Unesco [www.ana.gov.br / GestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/mapasSIH/2-AguaNoPlanetaParaCrianças.pdf](http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/mapasSIH/2-AguaNoPlanetaParaCrianças.pdf)

O Brasil encontra-se em uma situação privilegiada por possuir em torno de 13% de toda água doce do mundo. Porém, a distribuição dos recursos hídricos no país é extremamente desigual em termos geográficos e populacionais. A Região Amazônica, por exemplo, possui 70% da água disponível para uso, enquanto que os 30% restantes estão mal distribuídos nas outras regiões para atender a 93% da população brasileira.

O ciclo hidrológico (movimento da água entre os continentes, oceanos e a atmosfera, envolvendo vários processos como: evaporação, precipitação, interceptação, transpiração, infiltração, percolação, escoamento superficial etc.) mantém um fluxo de água permanente com o volume inalterado desde o nascimento da Terra.

O homem, por sua vez, tem se apropriado dos recursos naturais sem a preocupação de preservar os ciclos naturais.

A expansão urbana provoca a substituição da vegetação nativa por casas, edifícios, indústrias e ruas, com isso, a superfície do solo é coberta com materiais impermeáveis que diminuem a infiltração da água, afetando o ciclo hidrológico.

A ocupação de mananciais tem ocasionado alterações no ciclo hidrológico, contaminação do solo e da água, erosão, escoamento inadequado de águas pluviais, assoreamento, além do desmatamento nas áreas de mananciais que é uma das causas da diminuição da água disponível para o consumo da população.

O desmatamento afeta, globalmente, todas as trocas entre a superfície e a atmosfera, comprometendo o ciclo hidrológico que passa a funcionar de forma irregular.

**DEBATE:**

Faça uma pesquisa e discuta com colegas e o seu professor sobre as seguintes questões:

1) No seu município costuma haver falta de água em alguma época do ano? O que provoca isso? A água que você consome é de boa qualidade? De onde ela é captada? Os rios da sua região são preservados? Está havendo preocupação de que a água desses rios possa ser usada para consumo no futuro? O que é feito para amenizar esses problemas?

2) Que tal fechar esta discussão com algumas visitas? Convide seu professor e sua turma para fazer uma visita a uma estação de captação e tratamento da água e a um rio próximo da cidade, para verificar as condições dos rios da sua região.

E ainda, em grupos, vocês podem conversar com pessoas residentes no município, há algumas décadas, a fim de conhecer e comparar a situação dos recursos hídricos em várias épocas. Com as informações obtidas, cada grupo pode elaborar textos informativos e apresentar no colégio.

### **Até quando teremos água potável?**

O modo como vem ocorrendo a ocupação humana no mundo e os graves desequilíbrios resultantes de sua ação no ambiente, além de provocar a morte de muitos animais e vegetais, compromete seriamente o abastecimento de água às populações do planeta.

O consumo da água no mundo aumentou drasticamente nas últimas décadas: de 1940 a 1990 o consumo por habitante passou de 400 para 800 metros cúbicos por pessoa por ano.

Em cada uma das principais atividades que fazem uso da água, como a agricultura, a indústria e as residências, as demandas têm aumentado muito.

O desenvolvimento industrial e o aumento populacional colaboraram para o aumento de consumo da água, bem como, para o aumento da poluição e contaminação das águas, com destaque para despejo de esgoto e lixo.

Além dos problemas de poluição e da falta de preservação dos mananciais, outra questão preocupante é o desperdício de água.

A quantidade de água disponível para consumo vem diminuindo a cada década no mundo, como podemos observar na tabela abaixo.

Tabela 1: Disponibilidade de água por habitante/Região (1000 m<sup>3</sup>):

Região	1950	1960	1970	1980	2000
África	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
Ásia	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
América Latina	105,0	80,2	61,7	48,8	28,3
Europa	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
América do Norte	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
Total	178,3	140,2	110,6	89,0	58,3

Fonte: N.B. ayibotele. 1992. The world Water; assessing the resource. [www.uniagua.org.br/website/default.asp?hp=38pag=aguaplaneta.htm](http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?hp=38pag=aguaplaneta.htm)

## **É possível fazermos previsões para a quantidade de água disponível nas próximas décadas?**

Que ferramentas matemáticas você pode utilizar para responder esta questão?

A Matemática pode nos ajudar a fazer previsões sobre a quantidade de água disponível em um tempo futuro. Para tanto, precisamos determinar uma relação entre a quantidade de água disponível por pessoa e o tempo.

As funções, na Matemática, são exemplos de relações especiais que podem ser utilizadas para representar diversas situações do cotidiano.

A função linear, por exemplo, é utilizada para representar situações onde há proporcionalidade entre as variáveis envolvidas.

Diz-se que  $y$  é proporcional a  $x$  quando os valores de  $y$  dependem dos valores de  $x$ , de tal forma que ao dobrar, triplicar ou tomar  $n$  vezes a grandeza  $x$ , o valor correspondente de  $y$  fica dobrado, triplicado ou, multiplicado por  $n$ . Ou seja,  $y = nx$ , e a constante  $n$  recebe o nome de constante de proporcionalidade.

Já a função exponencial, é utilizada em situações em que  $f(x+h)$  é proporcional a  $f(x)$ . Ou seja, quando  $f(x + h) = kf(x)$ , sendo  $k$  uma constante de proporcionalidade.

Neste caso, empregamos funções do tipo  $y = b \cdot a^{cx}$ , em que:

$y$  é a variável dependente;

$x$  é a variável independente;

$a$  é um número real chamado de base;

$b$  e  $c$  são números reais.

Observe que, sendo  $f(x) = b \cdot a^{cx}$ , então,  $f(x+h) = b \cdot a^{c(x+h)}$ . Assim, aplicando algumas propriedades dos expoentes, tem-se:  $f(x+h) = b \cdot a^{cx} \cdot a^{ch}$ . Como  $a^{ch}$  é uma constante, digamos  $k$ , podemos escrever  $f(x+h) = k \cdot b \cdot a^{cx}$  e assim,  $f(x+h) = k \cdot f(x)$ . Portanto, concluímos que  $f(x+h)$  é proporcional a  $f(x)$ .

### **ATIVIDADE 1:**

a) Utilizando a parte dos dados, na Tabela 1, referente à disponibilidade de água, por habitante, da América Latina, conforme apresentados na tabela a seguir, verifique se é possível apresentar, por meio de uma função linear, uma relação entre as variáveis: quantidade de água disponível por habitante ( $Q$ ) e o tempo ( $n$ ).

b) A quantidade de água disponível por habitante da América Latina, em uma década ( $Q(n)$ ), é proporcional à quantidade de água disponível na década anterior ( $Q(n-1)$ )? Para verificar isso, complete a tabela a seguir.



**DEBATE:**

O modelo matemático determinado mostra que a situação da disponibilidade de água na América Latina é bastante preocupante. O que você, como cidadão, pode fazer para melhorar essa situação?

**E quanto à água necessária para a produção de alimentos?**

Cultura Irrigada em Santa Fé – Pr  
Fonte: O autor

Uma das principais fontes de consumo de água, em todo o mundo, é na agricultura. A agricultura utiliza aproximadamente 70% da água retirada para a irrigação de cultura e criação de animais. O consumo para fins domésticos gira em torno de 8% e a indústria consome aproximadamente 22% da água retirada.

No entanto, a produção mundial de alimentos depende da disponibilidade de água. Atualmente, a irrigação contribui com 40% da produção total de alimentos.

Embora a irrigação venha proporcionando uma importante contribuição à produção agrícola, favorecendo a sobrevivência da população, esta também pode provocar o esgotamento dos recursos hídricos. Isto está ocorrendo, por exemplo, com o mar de Aral que está secando porque suas fontes de água foram desviadas para a irrigação.

O desperdício de água na agricultura afeta as reservas hídricas, pois, muitas vezes, não é dado o tempo necessário para sua renovação.

Na agricultura, o desperdício de água é muito grande. Aplica-se água em excesso, fora do período de necessidade da planta, em horários de maior

evaporação do dia, utilizam-se técnicas de irrigação inadequadas e muitas vezes não é feita manutenção nos sistemas de irrigação.

O mau uso da água na agricultura agrava ainda mais o problema de sua disponibilidade, pois, muitas vezes, a água retirada para irrigação retorna para o sistema hídrico contaminada por agrotóxicos, não podendo ser reutilizada.

A irrigação inadequada pode provocar salinização dos solos e contribuir para um processo de desertificação, pois, algumas das causas deste processo são: exploração inadequada da terra, super pastoreio, desmatamento e drenagem inadequada das águas de irrigação.

Observe, na tabela a seguir, a evolução das áreas irrigadas no Brasil:

Tabela 2: Superfície irrigada no Brasil de 1950 a 2000.

Ano	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
Superfície irrigada (mil hectares)	64	141	320	545	798	1100	1800	2100	2332	2590	3080

Fonte: [www.ana.gov.br/pnrh/DOCUMENTOS/5Textos/6-4Irrigação.pdf](http://www.ana.gov.br/pnrh/DOCUMENTOS/5Textos/6-4Irrigação.pdf)

#### ATIVIDADE 2:

- Utilize um software computacional para construir um gráfico de dispersão para representar a evolução das áreas irrigadas no Brasil, apresentadas na Tabela 2.
- Estime qual será a superfície irrigada, no Brasil, no ano de 2025. Você pode encontrar uma expressão matemática (utilizando a mesma idéia da atividade 1) que relacione a superfície irrigada com o tempo. Para facilitar os cálculos, utilize os números (1, 2, 3, 4, ..., 11) no lugar dos anos (1950, 1955, 1960, ..., 2000).

### Por que é importante preservar a qualidade da água?



Esgoto que corre diretamente para o Rio Atuba – Pr  
Fonte: [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)

Considerando que a manutenção da vida é inteiramente dependente da água, precisamos nos atentar à sua escassez, bem como, a sua conservação.

Se tivermos água disponível, mas esta não for boa para o consumo, teremos sérios problemas à saúde da população e do ambiente em geral.

Atualmente, as principais fontes poluidoras da água são: o lixo sólido e seus resíduos, os agrotóxicos em geral, os esgotos sem tratamento e os resíduos das mineradoras.

Nos países subdesenvolvidos, uma, em cada cinco pessoas, já não tem acesso à água potável. No Brasil, são 40 milhões de pessoas que convivem com esse drama.

Segundo dados da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000, realizada pelo IBGE, aproximadamente, 34% do esgoto sanitário, coletado nos distritos que possuem este serviço, recebem tratamento, os outros 66% vão para corpos receptores (rio, mar, lago etc), sem nenhum tipo de tratamento.

As águas contaminadas e não tratadas funcionam como pólo de propagação de doenças de veiculação hídrica.

Dentre essas doenças, destacam-se as diarréias e as disenterias (criptosporidiose, diarréia por *Escherichia coli*, diarréia por rotavírus, salmonelose, disenteria bacilar, giardíase, cólera, balantíase, disenteria amebiana, anterite campylobacteriana), febre tifóide e paratifóide, poliomielite, hepatite A, leptospirose, ascaridíase e tricuriíase.

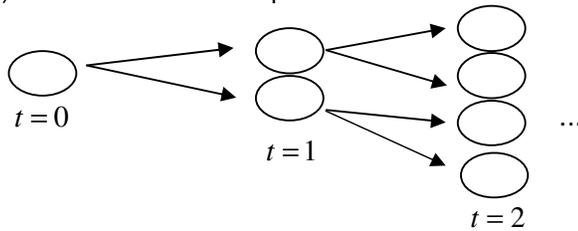
A falta de água potável e de saneamento básico afeta, principalmente, as crianças menores de cinco anos. A diarréia tira a vida de aproximadamente 5.000 delas por dia, no mundo.

A disenteria bacilar é a mais grave das infecções disentéricas. Sua transmissão ocorre pela contaminação fecal de água ou alimentos e seu agente transmissor é a bactéria *Shigella* (Amabis e Martho,1997, p.592).

As bactérias podem se reproduzir com grande rapidez, dando origem a um número muito grande de descendentes em apenas algumas horas. A maioria delas reproduz-se por divisão binária (fissão celular). Durante este processo, ocorre a duplicação do material genético bacteriano, originando duas novas bactérias que crescem até atingir o tamanho original e tornam a se dividir. Em condições ideais, uma bactéria pode se multiplicar de 20 em 20 minutos.

### ATIVIDADE 3

a) Considerando o esquema de uma fissão celular, complete a tabela a seguir:



Tempo (t)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	...	t
Quantidade de bactérias (Q)													

b) Utilize alguns pares ordenados  $(t, Q)$ , determinados no item anterior, para representar num plano cartesiano o gráfico da quantidade de bactérias em função do tempo.

c) Suponha que o modelo encontrado represente a reprodução de uma bactéria do tipo *shigella*. Considere que a fissão ocorra de 20 em 20 minutos e que aproximadamente 100 dessas bactérias, presentes no organismo, sejam suficientes para causar a disenteria bacilar. Determine, aproximadamente, qual é o tempo necessário para desenvolver esta doença num indivíduo, a partir do instante em que ele adquire e desenvolve uma dessas bactérias.

### ATIVIDADE 4

Para cada uma das expressões matemáticas obtidas nas atividades 1, 2 e 3, complete a tabela a seguir:

Expressão matemática $f(x)=b \cdot a^{cx}$	a	B	C	Função crescente ou decrescente

Para finalizar este estudo, indicamos os seguintes sites com informações, músicas, vídeos, reportagens e crônica sobre a água.

[www.natureba.com.br/desperdicio-agua.htm](http://www.natureba.com.br/desperdicio-agua.htm)

[www.uniagua.org.br](http://www.uniagua.org.br)

[www.ecocidades.org/repositorio/File/carta-escrita-no-ano-2070.ppt](http://www.ecocidades.org/repositorio/File/carta-escrita-no-ano-2070.ppt)

Lembre-se sempre que a água é um bem comum de toda a humanidade e, de acordo com a Declaração Universal dos Direitos da Água, em seu Art. 2º, “A água é a seiva do nosso planeta. Ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal,

animal ou humano, sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura. O direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no Art. 3º da Declaração Universal dos Direitos Humanos”.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Água para a vida, água para todos: Livro das Águas** – Brasília, WWF Brasil, 2006. Disponível em <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/meio\\_ambiente\\_brasil/educacao\\_ambiental\\_agua/index.cfm](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/meio_ambiente_brasil/educacao_ambiental_agua/index.cfm)> Acesso em: 07 jan. 2008

**ÁGUA, UM DIREITO DE TODOS.** Curitiba: Sanepar/DMA/Usea, 2004.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia Moderna** – São Paulo, Moderna, 1997.

BAETA, A. M. B. et.al., **Educação Ambiental: repensando o espaço da cidadania** – São Paulo, Cortez, 2005.

BARBOSA, L. M. **Análise Desenvolvimento** – 8ª Conferência da ONU sobre desertificação. Disponível em [http://www.pucminas.br/imagedb/conjuntura/CNO\\_ARQ\\_NOTIC20071017140210.pdf](http://www.pucminas.br/imagedb/conjuntura/CNO_ARQ_NOTIC20071017140210.pdf) Acesso em: 10 jan. 2008

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia** – São Paulo, Contexto, 2006.

BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem matemática no ensino** – São Paulo, Contexto, 2005.

LIMA, E. L. **Matemática e Ensino** – Rio de Janeiro, SBM, 2001.

MAGNOLI, D.; ARAÚJO, R. **Geografia: a construção do mundo**, São Paulo, Moderna, 2005.

[www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/esgotamento\\_sanitario/esg\\_sanitario50.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/esgotamento_sanitario/esg_sanitario50.shtm) Acesso em: 17 nov. 2007