

UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ – UEVA
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
Curso de Matemática

MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Antonia Francivan Vieira Castelo Branco

SOBRAL – CEARÁ

2006

Antonia Francivan Vieira Castelo Branco

MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Monografia apresentada à Universidade Estadual Vale do Acaraú – UEVA, como requisito parcial para obtenção do título de graduação em Ciências – Matemática.

Orientador: Prof. Tarcisio Praciano Pereira, Dr.

SOBRAL – CE

2006

Monografia apresentada à Universidade Estadual Vale do Acaraú – UEVA, como requisito parcial para obtenção do título de graduação em Ciências – Matemática.

Antonia Francivan Vieira Castelo Branco

Monografia aprovada em: 15/12/2006

Prof. Tarcisio Praciano Pereira

Orientador

1º Examinador: _____

Prof. Tarcisio Praciano Pereira

Orientador

2º Examinador: _____

Prof. Júlio Wilson Ribeiro

3º Examinador: _____

Prof. Nilton José Neves Cordeiro

Prof. José Rodrigues Neto

Coordenador do Curso de Ciências – Matemática

A minha mãe, Erivan de Vasconcelos Vieira Castelo Branco, pelo incentivo e apoio que me tem concedido em todos os momentos de minha vida, principalmente em minha vida estudantil.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Tarcisio Praciano Pereira, um franco orientador, pela dedicação, críticas, sugestões e ajudas oferecidas durante a consecução deste estudo.

Aos meus pais, Francisco Castelo Branco e Erivan de Vasconcelos Vieira Castelo Branco, pela força e coragem transmitidas.

Aos meus colegas de turma e aos professores pelos momentos compartilhados no decorrer do curso.

Enfim, a todos que de alguma forma me ajudaram na elaboração deste trabalho.

“Como pode a Matemática, sendo produto do pensamento humano, independente da experiência, se adaptar tão admiravelmente aos objetos da realidade?”

ALBERT EINSTEIN (1879-1955)

RESUMO

Esta monografia tem como objetivo mostrar uma forma de aplicação da Educação Ambiental dentro do ensino da Matemática no Ensino Médio. Para tanto, abordou-se um exemplo de como os professores da Educação Básica podem concretizar a proposta dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) e da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795 de 27/04/99) em utilizar a *temática ambiental* de forma transversal com a disciplina de Matemática. Diversos fenômenos envolvendo problemas ecológicos estão ligados a alguma equação diferencial. Assim, pretende-se estabelecer uma ligação entre equações diferenciais e as funções que aparecem na Matemática Elementar numa tentativa de mostrar um caminho para a educação ambiental. Utilizou-se um modelo matemático para o problema da perda da biodiversidade com a ocupação de habitats. Trabalhou-se um estudo de caso a partir do desmatamento no ecossistema de mata atlântica, no Município de Viçosa do Ceará. Construíram-se gráficos e tabelas para uma análise quantitativa e para visualização do comportamento da taxa da perda de espécies de animais carnívoros em função do desmatamento. Sugeriu-se aos alunos comentar a coleção de outros exemplos ecológicos. A educação formal vem a ser um importante instrumento de contorno da crise ambiental. Os problemas ambientais podem ser gradativamente diminuídos com a sensibilização dos educandos, a partir de iniciativas dentro da própria escola, e daí para a comunidade. Desse modo, lecionar Matemática na Educação Básica contextualizando com a temática ambiental é uma forma de dinamizar as aulas, tornando-as mais interagidas e relacionadas com o contexto ambiental local e global. Bem como estudar os problemas ecológicos na área de Matemática, proporciona o despertar da consciência discente para o uso racional dos recursos naturais, passando a construir assim, um modelo de educação voltada à cidadania socioambiental.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. Objetivo Geral	
2.2. Objetivos Específicos	
3. METODOLOGIA.....	12
4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	13
4.1 Educação Ambiental	13
4.2 Biodiversidade	14
5. PERDA DA BIODIVERSIDADE COM A OCUPAÇÃO DE HABITATS	16
5.1 Equação diferencial	17
5.2 Aplicação da fórmula	18
5.2.1 Encontrando a constante K	18
5.2.2 Fórmula geral da perda de espécies terciárias	19
5.2.3 Perda de espécies carnívoras no ecossistema	20
5.3 Aplicação da equação diferencial	22
5.4 Perda de flora no ecossistema de mata atlântica	25
5.5 Mapa de localização do Município de Viçosa do Ceará	26
5.6 Foto da cidade de Viçosa do Ceará	27
6. QUESTÕES MATEMÁTICAS TENDO COMO TEMA TRANSVERSAL O MEIO AMBIENTE	28
6.1 Tema transversal: água	28
6.2 Tema transversal: biodiversidade	32
6.3 Tema transversal: resíduos sólidos	41
7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES	46
8. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS	47
ÍNDICE REMISSIVO ALFABÉTICO	49

NOMENCLATURA

Neste trabalho, são utilizados alguns termos da Ecologia. Para melhor compreensão do mesmo, estão apresentadas definições dos referidos termos, conforme abaixo:

1. **Aterro sanitário** – forma de disposição final mais segura, ambientalmente, de resíduos sólidos. Consiste na disposição do lixo no solo utilizando técnicas de engenharia para confinar os despejos numa área menor, reduzindo-os ao menor volume possível.
2. **Biodiversidade** – é derivada da expressão diversidade biológica e consiste no total de genes, espécies e ecossistemas de uma determinada região. O conjunto envolve, portanto, três diferentes categorias complementares de biodiversidade: a *diversidade genética*, a *diversidade de espécies* e a *diversidade de ecossistemas*. A biodiversidade engloba ainda a variabilidade existente dentro de cada uma destas categorias.
3. **Cadeia alimentar** – seqüência ou cadeia de organismos em uma comunidade, na qual cada membro se alimenta do membro inferior. Por exemplo: gavião – lagarto – inseto – planta.
4. **Ecologia** – sua origem vem do grego: *oikos + logos*. *Oikos* significa casa, moradia e *logos* tem o sentido de estudo (no caso). Assim, etimologicamente, a ecologia é o estudo da moradia dos seres vivos.
5. **Ecossistema** – uma unidade natural que inclui componentes vivos (como os animais, as plantas e as bactérias) e não vivos (como o solo, a água e a luz) interagindo entre si, no qual o intercâmbio de nutrientes e energia entre os componentes constituem circuitos fechados.
6. **Habitat** – local onde a espécie vive.
7. **Meio ambiente (ou ambiente)** – conjunto em interação de sistemas naturais construídos ou sócio-culturais que está se modificando historicamente pela ação humana e que rege e condiciona todas as possibilidades de vida na Terra, em especial a humana, ao ser seu habitat e sua fonte de recursos.
8. **Perda da biodiversidade** – é a extinção de espécies da flora e da fauna e de ecossistemas.
9. **Resíduos sólidos** – matéria em estado sólido que resulte de atividade domiciliar, comercial, hospitalar, industrial e de outras atividades humanas, capazes de causar poluição ou contaminação ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação em utilizar a sala de aula como um espaço para disseminação da consciência ambiental é mundial. Segundo Mauro Guimarães, em seu livro *A Dimensão Ambiental na Educação*, a Organização das Nações Unidas (ONU) produziu em 1991 o manual *Meio Ambiente e Desenvolvimento: Seu Ensino*, com a intenção de propiciar maiores subsídios para o processo de realização da Educação Ambiental. De acordo com os *Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's)*, a UNESCO definiu em 1968 que a Educação Ambiental não deve se constituir uma disciplina, e sim um tema a ser abordado em todas as disciplinas do currículo escolar.

No Brasil, foi criada a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795 de 27.04.99) com o objetivo de determinar formas de aplicação da educação ambiental. Também com o mesmo objetivo temos os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), que inseriram a questão do *meio ambiente* como tema transversal a ser utilizado em sala de aula pelos professores.

O problema enfrentado pelos professores na aplicação da temática ambiental existe desde a criação destas leis (PCN e Política Nacional de Educação Ambiental), sendo que este assunto ainda é desconhecido por grande parte dos docentes. Então, o problema número um é o desconhecimento do assunto pelos educadores. Como segundo problema, consideremos o conhecimento dos professores sobre este tema e sua sensibilidade pela questão, a dificuldade é como aplicar este tema transversal no ensino de Matemática.

A degradação ambiental é um problema sério que deve ser combatido por todos os cidadãos. Nesse contexto deve-se incentivar não apenas estudos sobre suas questões, mas também disseminar a importância da mudança de hábitos para que possamos ter e oferecer um ambiente equilibrado e saudável.

O professor pode utilizar diversas propostas pedagógicas para apresentar os problemas ambientais existentes em sua comunidade e no planeta: apropriando-se da sala de aula para produzir a conscientização discente à conservação da natureza, já que ensinar os conteúdos curriculares da disciplina possibilita inserir a temática ambiental contextualizando e dando sentido prático ao conteúdo escolar, como reza os PCN's ao expor competências e habilidades do Ensino Médio.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Mostrar como é possível aplicar a temática ambiental dentro do ensino de Matemática enriquecendo seus conteúdos, despertando para sua aplicação cotidiana, principalmente no âmbito meio ambiente.

2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Aplicar aulas contextualizadas, dando sentido funcional aos conteúdos dos currículos;
- ✓ Gerar no estudante uma visão mais ampla sobre os campos de atuação da Matemática, principalmente referente aos problemas ambientais;
- ✓ Produzir conscientização para a preservação da natureza, construindo assim, uma concepção de aluno-cidadão.

3. METODOLOGIA

Como técnicas apontadas para a aplicação do estudo ambiental na educação matemática, podemos citar:

- ✓ Inserir a temática ambiental dentro dos exercícios de Matemática aplicados em situações-problema;
- ✓ Utilizar tabelas e gráficos para analisar o comportamento de assuntos específicos do meio ambiente;
- ✓ Operar fórmulas referentes a ecologia.

Com os conteúdos a serem lecionados é possível inserir temas ambientais. Assim, ao mesmo tempo em que o aluno aprende Matemática, cria e expande sua consciência de preservação e o estudo matemático torna-se mais motivante já que se aplica à realidade.

A Ecologia pode ser explorada dentro do ensino de Matemática, devendo enfatizar algumas temáticas, tais como: biodiversidade, resíduos sólidos, recursos hídricos, etc.

Com o tema biodiversidade é possível trabalhar com a fórmula $f(x) = K^4 \sqrt{U-x}$ (fórmula da estimativa de perda de espécies de animais carnívoros num ecossistema)¹.

Com o tema desmatamento é possível trabalhar com equações exponenciais e progressões geométricas e analisar o comportamento do desflorestamento ao longo dos anos.

Com o tema resíduos sólidos pode-se: trabalhar com cálculos relacionados a economia de matéria-prima e energia com a reciclagem; produzir questões sobre tempo de decomposição dos resíduos; efetuar cálculos financeiros correspondentes ao kg/unid de materiais recicláveis; analisar os gastos da sociedade por conta do excesso de embalagens produzidas; trabalhar com os números de gastos públicos para o processo de recolhimento e destinação final dos resíduos sólidos (lixão/aterros) e compará-los com os gastos com saúde e educação.

Com o tema recursos hídricos é possível desenvolver questões para os alunos utilizando: porcentagem - para mostrar a distribuição de água doce/ população no planeta; regra de três - para mostrar a quantidade de água desperdiçada; volume – efetuar cálculos a partir da capacidade de armazenamento das cisternas; etc.

¹ Fórmula construída a partir da fórmula $N = K^4 \sqrt{A}$ (extraída de: SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Meio Ambiente**: Manual do Professor. Fortaleza, 2003).

4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

4.1 Educação Ambiental

A definição de meio ambiente é muito ampla. Meio ambiente, ou simplesmente ambiente, compreende a natureza, o meio urbano e natural, o Planeta Terra e até mesmo o universo, enfim, é todo o espaço em que há presença de elementos vivos (bióticos) e não-vivos (abióticos).

Segundo o art. 259 da Constituição do Estado do Ceará (1989), o meio ambiente equilibrado e uma sadia qualidade de vida são direitos inalienáveis do povo, impondo-se ao Estado e à comunidade o dever de preservá-los e defendê-los.

O art. 225 da Constituição Federal (1988) diz que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Segundo a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), a educação ambiental não deve ser mais uma disciplina na grade curricular dos discentes, mas sim, ser trabalhada de forma interdisciplinar em todos os níveis de ensino, na educação formal e não-formal.

“A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal” (art. 10 da Política Nacional de Educação Ambiental)

Maria José de Sousa Holanda, em sua obra *Educação Ambiental: Manual de Apoio ao Professor*, define que Educação Ambiental é uma dimensão do processo educativo orientado para a reflexão e a resolução de problemas concretos do meio ambiente, a partir de uma visão global dos mesmos favorecida pelo enfoque interdisciplinar e pela participação ativa das comunidades envolvidas.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), no livro *Temas Transversais*, traz os assuntos: meio ambiente, ética, saúde, orientação sexual, pluralidade cultural e trabalho e consumo, como propostas de temas a serem aplicados na sala de aula. Esta é uma forma pedagógica de trabalhar a cidadania no meio escolar.

A Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental de Tbilisi definiu, em 1977, como princípios da Educação Ambiental a ser desenvolvida nas escolas: [...]construir um processo permanente e contínuo durante todas as fases do ensino formal; aplicar um enfoque interdisciplinar, aproveitando o conteúdo específico de cada área, de modo que se consiga uma perspectiva global da questão ambiental; [...]estabelecer, para os alunos de todas as idades, uma relação entre a sensibilização ao meio ambiente, a aquisição de conhecimentos, a atitude para resolver os problemas e a clarificação de valores, procurando, principalmente, sensibilizar os mais jovens para os problemas ambientais existentes na sua própria comunidade; ajudar os alunos a descobrir os sintomas e as causas reais dos problemas ambientais (tanto as locais quanto as mais amplas, de acordo com as possibilidades de compreensão em cada fase ou ciclo do ensino; [...]. (PCN: temas transversais, p. 231)

“Aprender Matemática de forma contextualizada, integrada e relacionada a outras áreas de conhecimentos traz em si o desenvolvimento de competências e habilidades que são essencialmente formadoras.” (PCN⁺, p.111)

“Não há ramo da Matemática, por abstrato que seja, que não possa um dia vir a ser aplicado aos fenômenos do mundo real.” (Lobachevsky, *apud* Boyer, 1974, p. 387)

4.2 Biodiversidade

A biodiversidade (ou diversidade biológica) compreende as diferentes espécies, genes e ecossistemas de uma determinada região. A perda da biodiversidade é a extinção de espécies da fauna e flora de um determinado ecossistema. O decréscimo da biodiversidade ao longo dos anos é um reflexo de má utilização dos recursos naturais.

A utilização de forma irracional dos recursos naturais traz à tona riscos à humanidade e ao planeta, como consequência um desequilíbrio ambiental.

Os gregos acreditavam que a Terra era um gigantesco organismo, denominado *Gaia*, no qual as diferentes formas de vida, incluindo a humana, eram apenas subsistemas componentes. Assim, qualquer desequilíbrio em qualquer das espécies significava um desarranjo que de alguma forma influenciaria todo o planeta. (SENAR, 2003, p.3).

A perda desta biodiversidade tende a ocasionar sérios e irreversíveis danos ao ambiente.

O Brasil é o país que detém a maior biodiversidade do planeta, no entanto é também o país com maior taxa de desmatamento (na Amazônia) e é o campeão mundial de queimadas.

“A perda da biodiversidade dá-se, entre outros fatores, por: desmatamentos e queimadas na Amazônia; devastação da mata atlântica; desmatamentos e queimadas do cerrado e da caatinga; poluição e ocupação dos mangues na região costeira; e poluição das águas.” (SEBRAE, 1998, p.38)

As maneiras pelas quais as espécies animais se tornam extintas são: pela poluição causada por pesticidas – os danos são maiores nos animais do topo da cadeia alimentar, pois os pesticidas se tornam muito mais concentrados nestes; caça; introdução de um animal estrangeiro e a destruição de habitat (principal responsável pela perda da biodiversidade).

A destruição de um habitat de uma espécie é a maior ameaça para a sobrevivência desta espécie. No nível mais simples, isto significa destruir uma espécie da qual outra espécie se alimenta [...] Em um nível mais amplo, ecossistemas inteiros são sistematicamente destruídos e, animais que o utilizam para viver. Isto está acontecendo mais dramaticamente nas florestas tropicais. Vastas regiões das florestas estão sendo destruídas e, conseqüentemente, espécies inteiras estão desaparecendo. E. O. Wilson estima que 27.000 espécies são destruídas anualmente devido à destruição das florestas tropicais” (GRALLA, 1998, p. 27)

Segundo Walter (2002, p.102), historicamente, a competição entre as espécies, a exploração excessiva das espécies, e a destruição do habitat têm sido importantes causas da perda de espécies, no entanto a destruição do habitat é, hoje, a causa direta da extinção.

“O principal fator responsável pela extinção de espécies não é a sua caça direta, mas sim a destruição dos seus habitats naturais.” (SENAR, 2003, p.7).

Se considerarmos todo o planeta como um grande ecossistema, podemos compreender que quanto maior a diversidade biológica, maior a complexidade e, portanto, maior a resistência ao desequilíbrio. Assim, cada vez que uma espécie desaparece, todos os demais seres, incluindo o homem, estão mais vulneráveis aos impactos ambientais. (SENAR, 2003, p.15)

5. A PERDA DA BIODIVERSIDADE COM A OCUPAÇÃO DE HABITATS

Para estimar o número de espécies de animais do topo da cadeia alimentar (consumidores terciários) utilizou-se a seguinte fórmula:

$$f(x) = K \sqrt[4]{U-x}$$

Onde:

$f(x)$ = número de espécies de animais no topo da cadeia alimentar (carnívoros) ²;

K = constante específica dum ecossistema ³;

U = tamanho de uma área observada ⁴;

x = área destruída do ecossistema (habitat); então,

$(U-x)$ = área preservada.

A fórmula deve ser aplicada em áreas de ecossistemas terrestres.

Percebeu-se que, quando há um desmatamento, há uma redução proporcional da área do ecossistema e do número de espécies que estão no topo da cadeia alimentar, e, conseqüentemente, de muito mais espécies que estão abaixo destes animais. Assim, toda vez que há um desmatamento, ou o enchimento de um reservatório de usina hidrelétrica, há perda de espécies.

Considerando o enchimento de um reservatório de uma hidrelétrica, simplesmente se expulsou a comunidade de animais para as regiões circunvizinhas (migração forçada) promovendo um aumento da densidade populacional e conseqüentemente reduzindo o alimento, aumentando a proximidade entre espécies (predadores de presas), podendo ocasionar até a extinção de espécies, pelo desequilíbrio provocado.

Viu-se que a área x cresce até o limite U . Então, o valor de $f(x)$ tende a zero quando x se aproxima de U que é o máximo possível de desmatamento da área observada (vira deserto) com todas as espécies de animais se anulando.

A utilização da fórmula da perda da biodiversidade serve como apoio ao monitoramento, em que permite a visualização (através de gráficos) do avanço do desmatamento.

² Para ter uma maior precisão nos resultados e no gráfico, $f(x)$ deve ser tomado como a quantidade de indivíduos carnívoros. A fórmula está sendo trabalhada considerando $f(x)$ o número de espécies, por questão de acesso a dados.

³ K na verdade é uma variável que varia a medida que o desmatamento aumenta, no entanto, neste trabalho, está sendo considerada uma constante, como uma exemplificação da fórmula.

⁴ U é uma área habitada pela fauna, ou seja, área com cobertura vegetal, portanto, não se considera área desmatada em U .

5.1 EQUAÇÃO DIFERENCIAL

Considerou-se a fórmula de estimativa da perda do número de espécies de animais que estão no topo da cadeia alimentar:

$$f(x) = K \sqrt[4]{U-x}$$

$$f(x) = K (U-x)^{\frac{1}{4}} \quad \text{derivando temos,}$$

$$f'(x) = K \frac{1}{4} (U-x)^{-\frac{3}{4}} (-1)$$

$$f'(x) = \frac{-K}{4} (U-x)^{-\frac{3}{4}}$$

$$y' = \frac{-K}{4} (U-x)^{-\frac{3}{4}} \quad \text{multiplicando ambos os termos por (U-x) temos,}$$

$$(U-x)y' = \frac{-K}{4} (U-x)^{-\frac{3}{4}} (U-x)$$

$$(U-x)y' = \frac{-K}{4} (U-x)^{\frac{1}{4}} \quad \text{substituindo } K.(U-x)^{1/4} \text{ por } y \text{ encontramos:}$$

$$(U-x)y' = \frac{-1}{4} y$$

$$4(U-x)y' = -y$$

Uma consequência destes cálculos, vê-se que

$$f(x) = K \sqrt[4]{U-x}$$

é solução da equação diferencial

$$4(U-x)y' = -y$$

5.2 APLICAÇÃO DA FÓRMULA

5.2.1 ENCONTRANDO A CONSTANTE K

Tomou-se como exemplo de ecossistema a floresta do tipo mata atlântica do Município de Viçosa do Ceará, situado na microrregião da Ibiapaba, no oeste no Estado do Ceará⁵. De acordo com o livro *Perfil Sócio-Econômico – Viçosa do Ceará*, do Serviço de Apoio a Micro e Pequenas Empresas, a área total do Município é de 1.283 Km², sendo que 513,20 Km² é de mata atlântica. (este valor será U – que é a área total do ecossistema). No livro *Plano de gestão e diagnóstico geoambiental e sócio-econômico da APA da Serra da Ibiapaba*, do Instituto Brasileiro dos Recursos Naturais renováveis, consta que a quantidade de espécies de animais carnívoros que habitam o ecossistema de mata atlântica em Viçosa do Ceará é de 15 espécies.

Encontrou-se a constante K substituindo o número da quantidade de espécies f(x) por 15, U pela área do ecossistema (513 Km²) e a área destruída⁶ (x) por 0.

$$f(x) = K \sqrt[4]{U-x}$$

$$15 = K \sqrt[4]{513-0}$$

$$15 = K \sqrt[4]{513}$$

$$15 = K \cdot 4,76$$

$$K = \frac{15}{4,76}$$

$$K = 3,15$$

Esta é a constante referente a equação da perda de espécies terciárias no ecossistema de mata atlântica em Viçosa do Ceará.

⁵ Ver mapa de localização do Município na página 25.

⁶ Admitiremos x = 0, pois não se sabe a quantidade da área que já foi desflorestada no ecossistema.

5.2.2 FÓRMULA GERAL DA PERDA DE ESPÉCIES TERCIÁRIAS NA MATA ATLÂNTICA DE VIÇOSA DO CEARÁ

A fórmula de estimativa de perda de espécies⁷ no ecossistema de mata atlântica no Município de Viçosa do Ceará é:

$$f(x) = 3,15 \sqrt[4]{513-x}$$

$$f(x) = 3,15 (513-x)^{\frac{1}{4}}$$

$$f(x) = 3,15 (513-x)^{0,25}$$

Para encontrar o número de espécies de animais no topo da cadeia alimentar após ocorrida uma queimada que atingiu 100 Km² no ecossistema de mata úmida do referido Município, temos:

$$f(100) = 3,15 \sqrt[4]{513-100}$$

$$f(100) = 3,15 \sqrt[4]{413}$$

$$f(100) = 3,15 \cdot 4,5$$

$$f(100) = 14,17$$

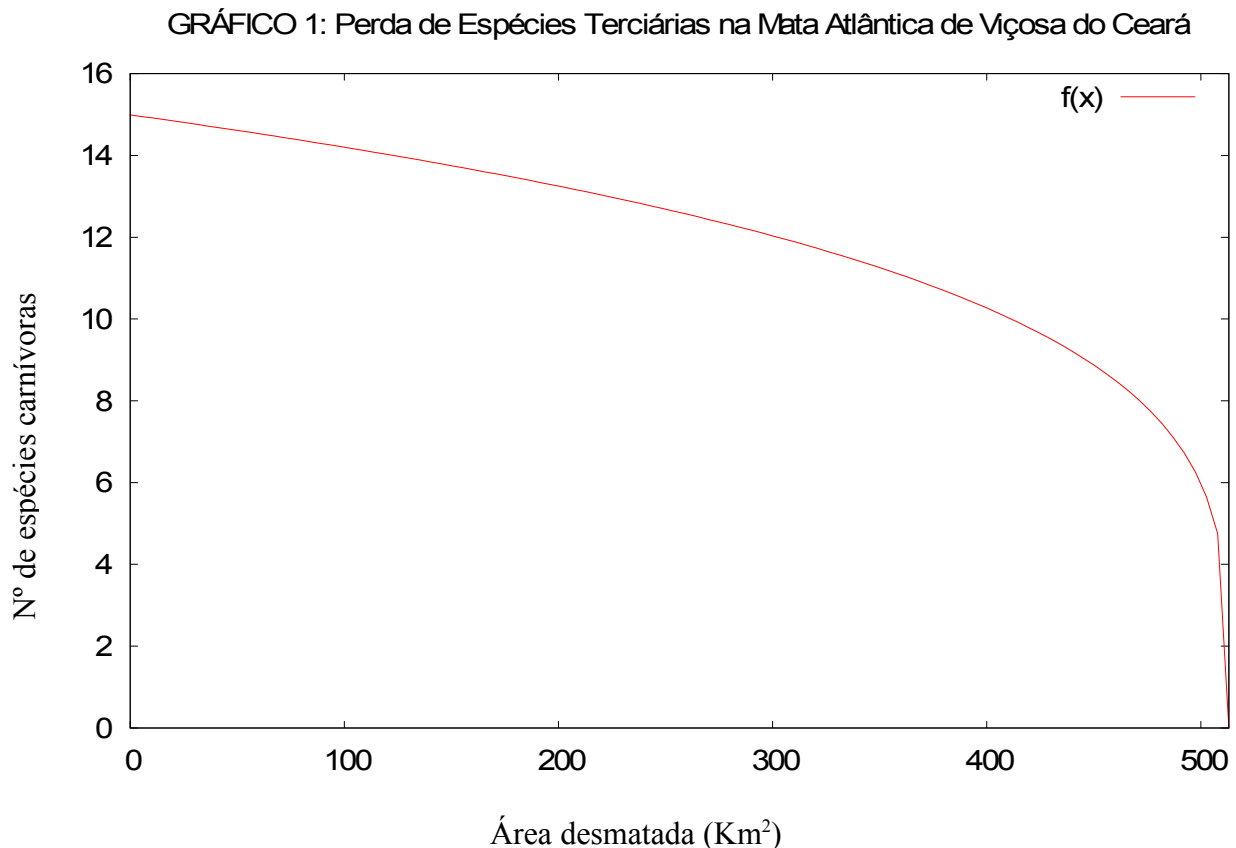
$$f(100) \approx 14 \quad (\text{quantidade de espécies de animais carnívoros que restam no ecossistema})$$

⁷ A partir daqui a expressão *espécies de animais carnívoros* será chamada simplesmente de *espécies*.

5.2.3 PERDA DE ESPÉCIES CARNÍVORAS NO ECOSSISTEMA DE MATA ATLÂNTICA DE VIÇOSA DO CEARÁ

Na fórmula $f(x) = 3,15 \sqrt[4]{513-x}$ temos que x representa a área destruída (em Km^2) e $f(x)$ representa o número de espécies carnívoras no ecossistema.

O gráfico abaixo apresenta o comportamento da diminuição da quantidade de espécies de animais carnívoros ao longo da destruição do ecossistema. A curva mostra um decréscimo e retrata que o número de espécies de animais terciários se anula quando o desmatamento atinge a área total do ecossistema (513 Km^2). A medida que o desmatamento avança e se aproxima da área total do ecossistema, o número de espécies torna-se mais crítico, isto é, o desequilíbrio provocado pela destruição de habitats torna o ecossistema mais frágil e mais vulnerável a perda de espécies.



Abaixo estão os comandos utilizados para encontrar o gráfico no programa gnuplot:

```
gnuplot> f(x)=3.15*(513-x)**(1/4.)
gnuplot> # x representa a área destruída (em Km2)
gnuplot> # y representa o número de espécies carnívoras no ecossistema
gnuplot> set title "GRÁFICO 1: Perda de Espécies Terciárias na Mata Atlântica de Viçosa do Ceará"
gnuplot> set xrange [0:513]
gnuplot> plot f(x)
```

A seguir está apresentado o número de espécies $f(x)$ em relação à área desmatada x , onde se percebe que quanto maior for x , menor será o número de espécies. Mais a frente, será apresentada uma tabela para melhor visualização do fenômeno.

```
gnuplot> print f(0)
14.9913207073934
gnuplot> print f(50)
14.6118700622874
gnuplot> print f(100)
14.2003178914405
gnuplot> print f(150)
13.7495096464974
gnuplot> print f(200)
13.2494130120371
gnuplot> print f(250)
12.6852634426685
gnuplot> print f(300)
12.0338738538559
gnuplot> print f(350)
11.2553098395642
gnuplot> print f(400)
10.2702298818897
gnuplot> print f(450)
8.87453672887296
gnuplot> print f(500)
5.98131110466522
gnuplot> print f(513)
0.0
```

5.3 APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO DIFERENCIAL

A equação da perda de espécies carnívoras no ecossistema de mata atlântica é dada por:

$$f(x) = 3,15 \cdot \sqrt[4]{513-x}$$

$$f(x) = 3,15 \cdot (513-x)^{\frac{1}{4}}$$

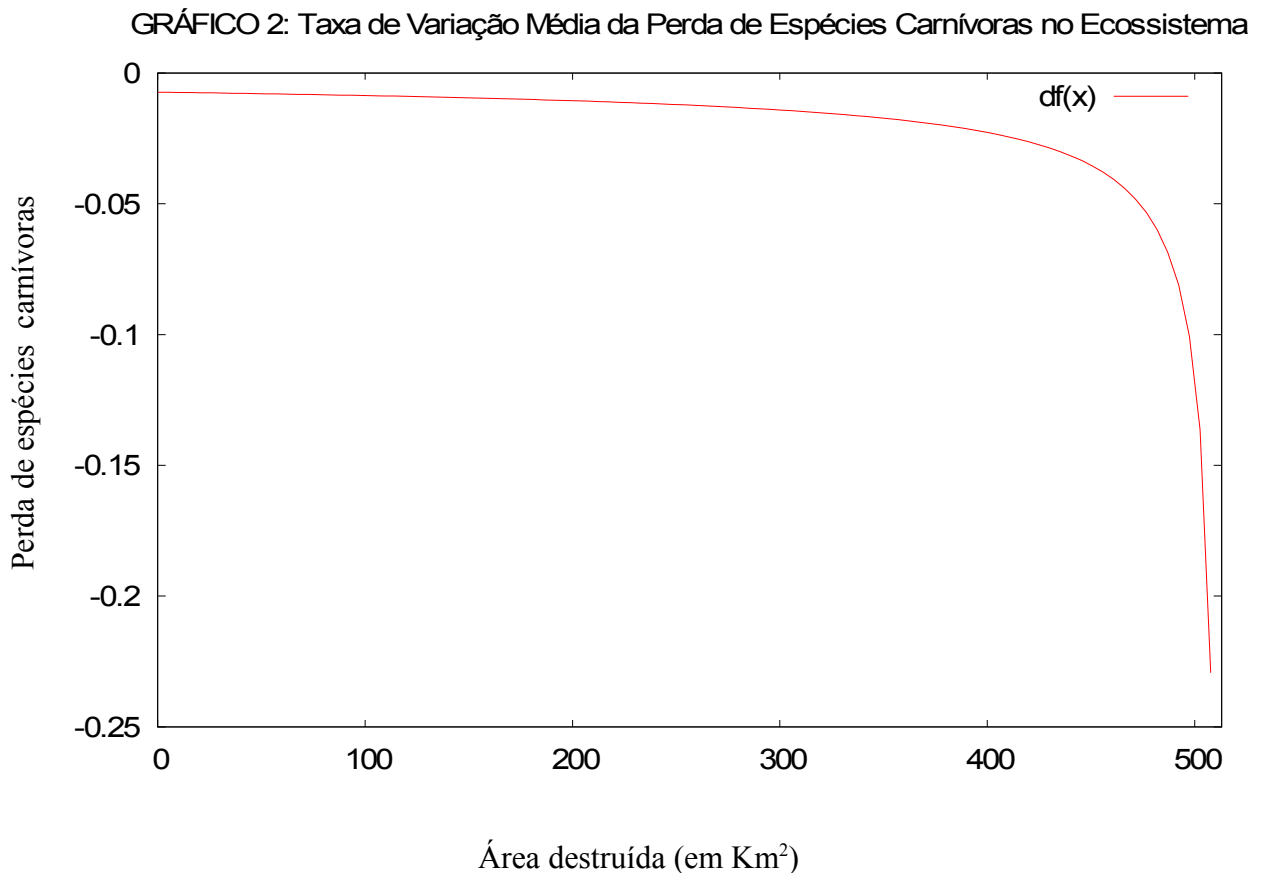
$$f'(x) = 3,15 \cdot \frac{(-1)}{4} \cdot (513-x)^{\frac{-3}{4}}$$

$$f'(x) = -0,7875 \cdot (513-x)^{\frac{-3}{4}}$$

$$f'(x) = \frac{-0,7875}{\sqrt[4]{(513-x)^3}} \quad \text{esta é a equação diferencial}$$

A taxa de variação média é a velocidade com que acontece a perda de espécies e é encontrada através da derivada da função.

As taxas são negativas porque o número de espécies está decrescendo. $f'(x)$ é a relação *espécie/Km²* (da área destruída). Vê-se que quando mais x (área desmatada) cresce, $f'(x)$ torna-se mais rápido no decréscimo.



A seguir, estão os comandos utilizados no programa gnuplot para encontrar o gráfico:

```
gnuplot> df(x) = -0.7875*(513-x)**(-3/4.)
gnuplot> set title "GRÁFICO 2: Taxa de Variação Média da Perda de Espécies Carnívoras no
Ecosistema"
gnuplot> set xrange [0:513]
gnuplot> plot df(x)
```

Abaixo está a taxa de variação média encontrada em função da área destruída (x). Percebe-se que a relação *espécie/Km²*, ou seja, $df(x)$, vai diminuindo por conta da expansão do desflorestamento. Os referidos dados abaixo serão apresentados em tabela, mais adiante.

```
gnuplot> print df(0)
-0.00730571184570828
gnuplot> print df(50)
-0.00788977865134308
gnuplot> print df(100)
-0.00859583407472187
gnuplot> print df(150)
-0.00946935926067312
gnuplot> print df(200)
-0.0105825982524258
gnuplot> print df(250)
-0.012058235211662
gnuplot> print df(300)
-0.0141242650866853
gnuplot> print df(350)
-0.0172627451527058
gnuplot> print df(400)
-0.0227217475263046
gnuplot> print df(450)
-0.0352164155907657
gnuplot> print df(500)
-0.115025213551254
gnuplot> print df(512)
-0.7875
```

Tabela 1 - Perda da biodiversidade no ecossistema de mata atlântica em Viçosa do Ceará

Fórmulas: $f(x) = 3,15 \sqrt[4]{513-x}$ $f'(x) = \frac{-0,7875}{\sqrt[4]{(513-x)^3}}$

Área destruída (km ²)	Área preservada (km ²)	Nº estimado de espécies no ecossistema	Percentual de espécies no ecossistema	Taxa de variação média
x	$(513-x)$	$f(x)$	$(f(x)/15).100$	$f'(x)$
0	513	14,99	99,93 %	-0.0073
50	463	14,61	97,4 %	-0.0079
100	413	14,20	94,67 %	-0.0086
150	363	13,75	91,67 %	-0.0095
200	313	13,25	88,33 %	-0.0106
250	263	12,68	84,53 %	-0.0121
300	213	12,03	80,20 %	-0.0141
350	163	11,25	75,00 %	-0.0173
400	113	10,27	68,47 %	-0.0227
450	63	8,87	59,13 %	-0.0352
500	13	5,98	39,87 %	-0.1150
513	0	0	0 %	-0.7875

Viu-se acima que à medida que a ocupação de habitat se expande, diminui a vegetação do ecossistema e, conseqüentemente diminuindo a quantidade espécies (já que as mesmas perdem seu habitat, alimento, etc.), então, percebe-se que o percentual de espécies de carnívoros também decresce até se anular (isto acontece quando o desflorestamento atinge a área total do ecossistema, isto é, 513 Km²) e, a taxa de variação média apresenta a diminuição de espécies por conta do aumento da ocupação de habitats.

Os animais carnívoros têm uma maior facilidade de locomoção, onde o tempo que se leva para destruir uma determinada área é suficiente para o deslocamento da maior parte dos animais. O problema que surge com esta migração para as áreas circunvizinhas é o desequilíbrio ecológico: maior competição por alimento, risco de extinção pela proximidade entre presas e predadores, etc.

Então, quanto maior for a área desmatada, menor será a quantidade de espécies de animais terciários existentes no ecossistema, assim tem-se um gráfico decrescente, conforme viu-se acima, e que decresce a medida que a destruição do ecossistema avança.

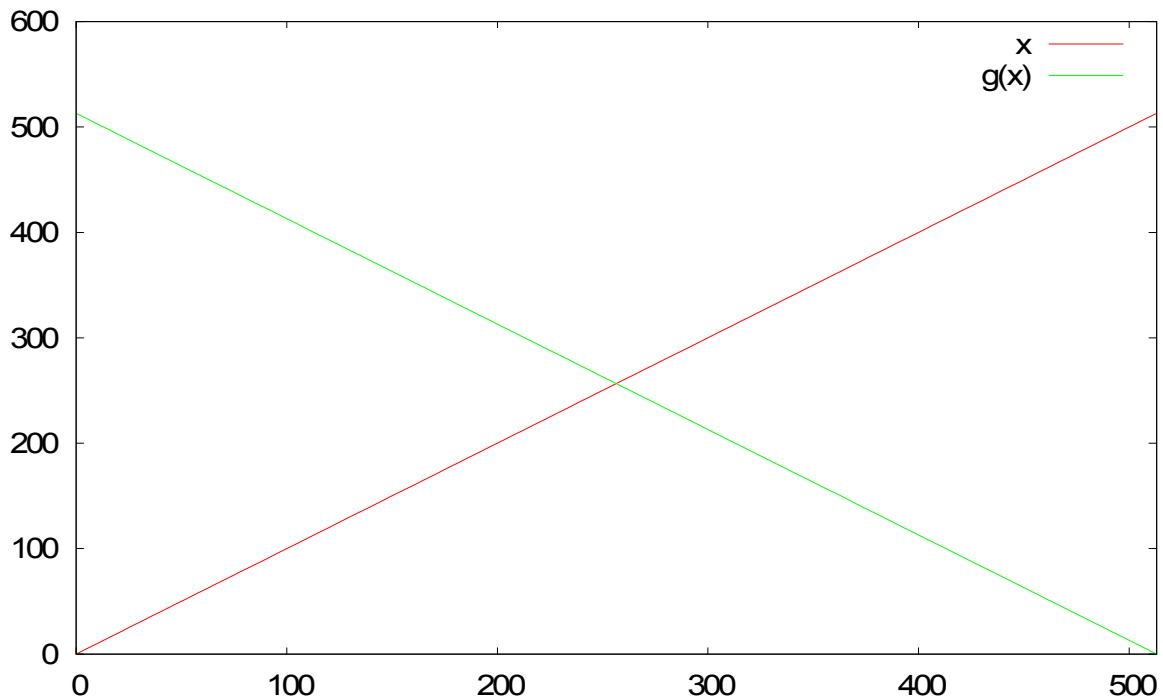
5.4 PERDA DE FLORA NO ECOSISTEMA DE MATA ATLÂNTICA DE VIÇOSA DO CEARÁ

Considerou-se x a área destruída e $g(x)=513-x$ a área preservada.

No gráfico abaixo observa-se que o desmatamento x parte do ponto 0 e é representado por uma reta crescente. A área preservada $g(x)$ parte da área total do ecossistema estudado (513 Km^2) e decresce à medida que a área desmatada (x) aumenta.

Quando o desflorestamento atingir por volta de 250 Km^2 , a área preservada é de aproximadamente 250 Km^2 , que é a metade da área total de mata atlântica no Município.

GRÁFICO 3: Perda da Flora na Mata Atlântica de Viçosa do Ceará (em Km^2)



Abaixo estão apresentados os comandos utilizados para encontrara o gráfico:

```
gnuplot> g(x) = 513-x
```

```
gnuplot> # x representa a área destruída
```

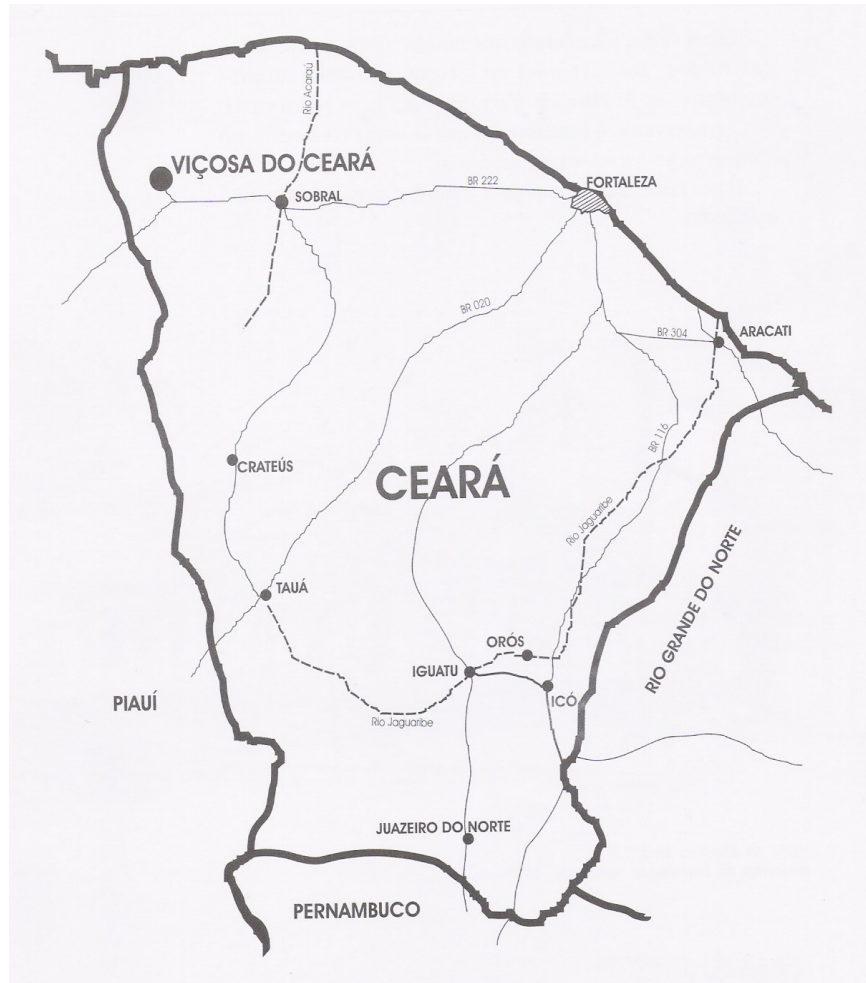
```
gnuplot> # g(x) representa a área preservada
```

```
gnuplot> set title "GRÁFICO 3: Perda da Flora na Mata Atlântica de Viçosa do Ceará (em  $\text{Km}^2$ )"
```

```
gnuplot> set xrange [0:513]
```

```
gnuplot> plot x, g(x)
```

5.5 MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE VIÇOSA DO CEARÁ



Fonte: PAIVA, Olga Gomes de. **Viçosa do Ceará: patrimônio de todos: roteiro para a preservação do Patrimônio Cultural**. Fortaleza: IPHAN, 2004 (p. 11)

5.6 FOTO DA CIDADE DE VIÇOSA DO CEARÁ⁸



Foto: Antonia Francivan V. C. Branco

A seguir serão apresentadas questões matemáticas envolvendo problemas ecológicos que podem ser aplicados aos alunos de Ensino Médio, sendo esta, uma forma de desenvolver a educação ambiental agregada ao ensino de Matemática.

⁸ Observa-se na foto, na parte atrás da cidade, uma área desmatada (destinada a loteamento) em meio a remanescente de mata atlântica.

6. QUESTÕES MATEMÁTICAS TENDO COMO TEMA TRANSVERSAL O MEIO AMBIENTE

Desenvolvendo o assunto “Matemática Ambiental”, é possível incluir a educação ambiental no processo de ensino de Matemática nos níveis Fundamental e Médio.

Abaixo estão alguns exemplos de problemas ecológicos que podem ser aplicados aos alunos.

6.1 TEMA TRANSVERSAL – ÁGUA

*“Até que o sofrimento lhe ensine,
o homem não avaliará o valor da água”*
(Lordes Byron, 1788-1824, poeta inglês)

1. Assunto: água/ acumulação

(Adaptado de *Meio Ambiente de Todos Nós – Caderno do Agente*) Um estudante observou que todas as 10 torneiras de sua casa estavam pingando. Preocupado com a situação, providenciou o imediato conserto das torneiras e resolveu calcular o tamanho do desperdício de água vendo em quantos dias as 10 torneiras que estavam pingando (46 litros cada/dia) desperdiçariam uma quantidade de água equivalente a um caminhão-pipa (tem capacidade para 9 mil litros de água). Qual foi a resposta encontrada pelo estudante?

Resp.: 19 dias e meio.

A) Questão ecológica: conscientizar o cidadão para o resultado da acumulação de pequenas grandezas, que embora pequenas, quando se somam por milhões (o tamanho da população, a quantidade dos pingos, quantidade de partículas na atmosfera, etc...) produzem uma grande massa.

B) Questão matemática: divisão e multiplicação

2. Assunto: desperdício da água

(Adaptado de *Meio Ambiente de Todos Nós – Caderno do Agente*) Considere que saiam 7 litros de água por minuto de uma torneira, e que uma pessoa escova os dentes em 2 minutos, repetindo isso 3 vezes ao dia. Estime que 5000 pessoas da cidade de Viçosa do Ceará tenham o hábito de manter a torneira aberta enquanto escovam os dentes e calcule, então, a quantidade total de água desperdiçada por dia por estas 5000 pessoas.

Resp.: 210.000 litros/ dia.

A) Questão ecológica: conscientizar o cidadão para o resultado da acumulação de pequenas grandezas, que embora pequenas, quando se somam por milhões (o tamanho da população, a quantidade dos pingos, quantidade de partículas na atmosfera, etc...) produzem uma grande massa.

B) Questão matemática: multiplicação.

3. Assunto: distribuição da água no planeta

(Adaptado de DANTE, 2004, p.38) A maior parte da superfície do planeta é coberta por água. No entanto, mais de 2 bilhões de pessoas no mundo sofrem com escassez deste líquido.

Você sabia que...

... cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície do globo terrestre são ocupados por água?

... o Pacífico é o maior de todos os oceanos e ocupa $\frac{1}{3}$ da superfície do globo terrestre?

Com base nas informações dadas acima, responda:

a) Que fração indica a parte da superfície do globo terrestre que não é coberta por água?

b) Considerando a superfície do globo terrestre com aproximadamente 510 milhões e 100 mil km^2 , calcule a área aproximada coberta por água e a área aproximada do oceano Pacífico.

c) Sabendo-se que do total de água do planeta, apenas 0,09% está acessível ao consumo humano (água de rios, lagos e chuva), calcule a área (em km^2) correspondente a esta porcentagem.

Resp.: a) $\frac{1}{4}$ b) $\frac{3}{4}$ de 510.100.000 = 382.575.000 km^2 e $\frac{1}{3}$ de 510.100.000 = 170.033.333 km^2

c) 344.317,5 km^2

A) Questão ecológica: conscientizar o aluno para o uso racional dos recursos hídricos; mostrar que mesmo sendo a maior parte da superfície da Terra composta por água, apenas uma pequena parte é destinada ao consumo humano.

B) Questão matemática: operação com fração.

4. Assunto: água/ abastecimento

(ENEM 2004) O jornal de uma pequena cidade publicou a seguinte notícia:

CORREIO DA CIDADE													
ABASTECIMENTO COMPROMETIDO													
<p>O novo pólo agroindustrial em nossa cidade tem atraído um enorme e constante fluxo migratório, resultando em um aumento da população em torno de <u>2000 habitantes por ano</u>, conforme dados do nosso censo:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>População</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1995</td> <td>11.965</td> </tr> <tr> <td>1997</td> <td>15.970</td> </tr> <tr> <td>1999</td> <td>19.985</td> </tr> <tr> <td>2001</td> <td>23.980</td> </tr> <tr> <td>2003</td> <td>27.990</td> </tr> </tbody> </table>	Ano	População	1995	11.965	1997	15.970	1999	19.985	2001	23.980	2003	27.990	<p>Esse crescimento tem ameaçado nosso fornecimento de água, pois os mananciais que abastecem a cidade têm capacidade para fornecer até <u>6 milhões de litros de água por dia</u>. A prefeitura, preocupada com essa situação, vai iniciar uma campanha visando estabelecer um consumo médio de <u>150 litros por dia, por habitante</u>.</p>
Ano	População												
1995	11.965												
1997	15.970												
1999	19.985												
2001	23.980												
2003	27.990												

A análise da notícia permite concluir que a medida é oportuna. Mantido esse fluxo migratório e bem sucedida a campanha, os mananciais serão suficientes para abastecer a cidade até o final de

a)2005 b)2006 c)2007 d)2008 e)2009

Resp.: 2009

A) **Questão ecológica:** um limite físico para qualquer que seja a utilização de recursos naturais. Existe um limite físico de abastecimento de água e portanto um teto para o crescimento populacional.

B) **Questão matemática:** P.A.; função f_1 que descreve um certo potencial e as diversas funções que utilizam este potencial cuja soma não pode ultrapassar em nenhum momento o valor máximo da função f_1 .

5. Assunto: água/ produção de alimentos

Observe a tabela abaixo e responda as questões:

Tabela sobre a quantidade de litros de água necessários para produzir 1Kg de alimento, na Califórnia

TIPO	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA (litros de água)	FREQÜÊNCIA RELATIVA (%)
Tomate	39	0,27
Trigo	42	0,29
Leite	222	1,54
Ovos	932	6,48
Frango	1.397	9,72
Porco	2.794	19,45
Boi	8.938	62,22
TOTAL	14.364	100

Dados extraídos de: WINCKLER, Marly. Fundamentos do Vegetarianismo. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 2004.

- Qual dos alimentos listados acima está mais próximo da média?
- Qual a mediana?
- Qual a moda?
- Com base na tabela, o que é mais, e menos vantajoso produzir, considerando o menor consumo de água?

Resp.: a) Média: 2.052 litros, então o frango está mais próximo da média (com 1.397 l)

b) A mediana equivale a 932 litros de água (ovos).

c) Não há moda (amodal).

d) O tomate apresenta-se como o mais vantajoso por necessitar de menor quantidade de água, já o boi é o que mais necessita de água.

A) **Questão ecológica:** comparar a viabilidade ambiental da produção de alguns tipos de alimentos (de origem animal e vegetal) para o consumo humano; analisar o que é mais vantajoso produzir quanto à economia de água.

B) **Questão matemática:** estatística (medidas de tendência central: média, mediana e moda).

6.2 TEMA TRANSVERSAL – BIODIVERSIDADE

*“Quando a última árvore for cortada,
quando o último rio for poluído,
quando o último peixe for pescado,
ai sim, eles verão que dinheiro não se come...”*
(Chefe Sioux)

6. Assunto: perda da biodiversidade com a destruição de ecossistema

O ecossistema de caatinga do município de Viçosa do Ceará abrange uma área de 64 Km², onde há 10 espécies de animais carnívoros. Sabendo-se que a fórmula geral da perda de espécies de animais carnívoros num ecossistema é $f(x) = K \sqrt[4]{U-x}$, onde f(x) representa o número de espécies carnívoras, K é uma constante do ecossistema, U é a área do ecossistema e x é a área desmatada, encontre a equação para o ecossistema de caatinga, supondo que já se destruiu 12,5% da área deste ecossistema (dica: inicialmente encontre a constante K – substituindo os valores de x e f(x)). Em seguida responda as questões abaixo:

Resp.:

$$x = \frac{12,5}{100} \cdot 64 = \frac{800}{100} = 8$$

$$f(x) = K \sqrt[4]{U-x}$$

$$10 = K \sqrt[4]{64-8}$$

$$10 = K \sqrt[4]{56}$$

$$10 = K \cdot 2,73$$

$$K = \frac{10}{2,73}$$

$$K = 3,66$$

constante referente a caatinga

$$f(x) = 3,66 \sqrt[4]{56-x}$$

equação da perda de espécies carnívoras no ecossistema de caatinga

a) aponte a quantidade de espécies de carnívoros que restarão se destruído 16 Km² deste ecossistema

Sendo $f(x) = 3,66 \sqrt[4]{56-x}$ se $x = 16$ temos que,

$$f(16) = 3,66 \sqrt[4]{56-16}$$

$$f(16) = 3,66 \sqrt[4]{40}$$

$$f(16) = 3,66 \cdot 2,51$$

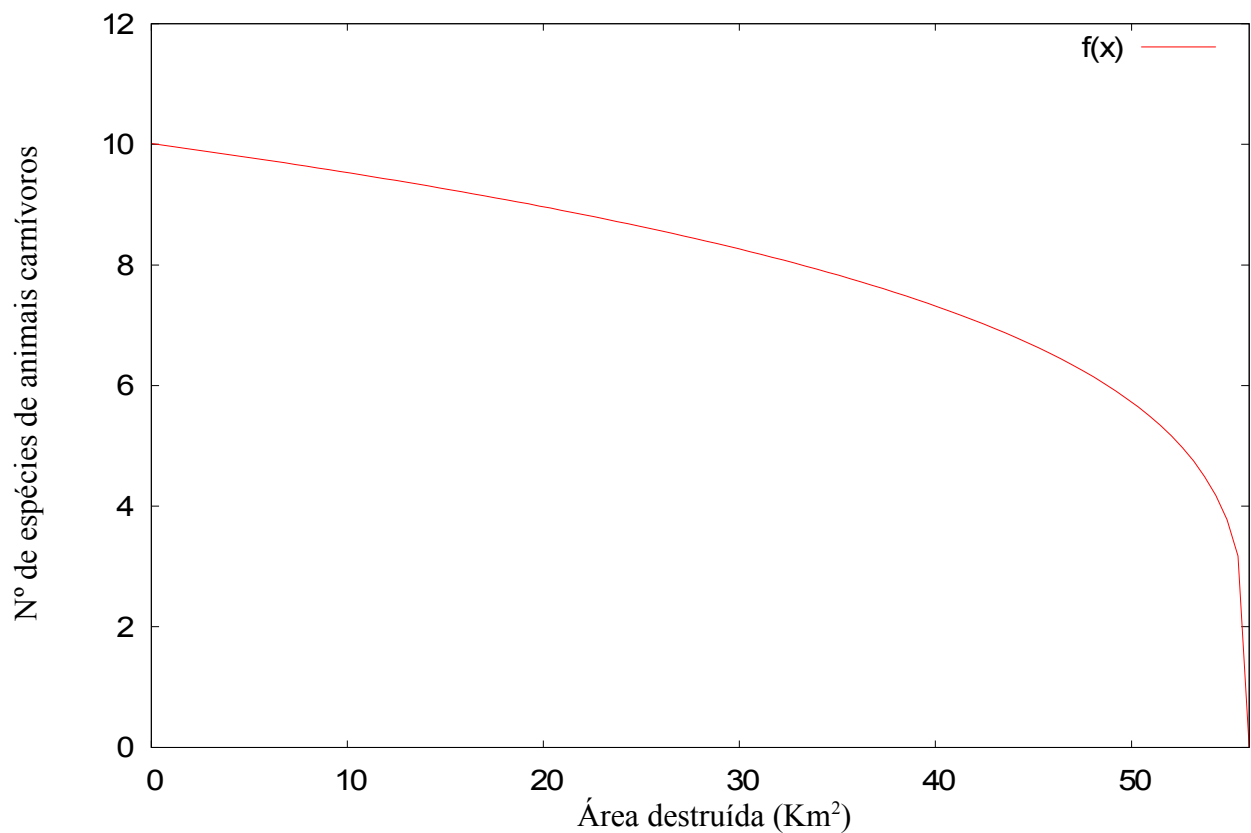
$$f(16) = 9,19$$

$$f(16) = 9$$

Resp.: Se for destruído 16 Km², o ecossistema ficará com 9 espécies de animais carnívoros.

b) utilizando o programa de computador gnuplot encontre o gráfico da perda de espécies de animais carnívoros neste ecossistema;

Gráfico da perda de espécies de animais carnívoros no ecossistema de caatinga



Comandos utilizados para encontrar o gráfico:

```
gnuplot> f(x)=3.66*(56-x)**(1/4.)
```

```
gnuplot> set xrange [0:56]
```

```
gnuplot> plot f(x)
```

c) preencha a tabela abaixo:

ÁREA DESTRUÍDA (KM ²)	ÁREA PRESERVADA (KM ²)	Nº ESTIMADO DE ESPÉCIES NO ECOSSISTEMA	PERCENTUAL DE ESPÉCIES NO ECOSSISTEMA
x	$(56-x)$	$f(x)$	$(f(x)/10).100$
0	$56-0 = 56$	10	$(10/10).100 = 100 \%$
20	$56-20 = 36$	9	$(9/10).100 = 90 \%$
40	$56-40 = 16$	7	$(7/10).100 = 70 \%$
56	$56-56 = 0$	0	$(0/10).100 = 0 \%$

Comandos utilizados para encontrar $f(x)$:

```
gnuplot> print f(0)
```

10.0121671670292

```
gnuplot> print f(20)
```

8.96513245858643

```
gnuplot> print f(40)
```

7.32

```
gnuplot> print f(56)
```

0.0

d) Comente as respostas encontradas dos itens acima.

No gráfico, observa-se que a partir de 10 (número estimado de espécies carnívoras no ecossistema) e decresce até 0, conforme avança o desmatamento na área.

Na tabela, observa-se que a única coluna que apresenta crescimento é a coluna referente a área destruída, as demais, tem os valores diminuídos até se anularem (tanto a área com cobertura vegetal, quando a quantidade de espécies).

Conclui-se que quanto mais se desmata, menor será a quantidade de espécies no ambiente.

A) Questão ecológica: analisar a perda de espécies de animais com o desflorestamento dos habitats naturais.

B) Questão matemática: aplicação da fórmula da perda da biodiversidade, análise de gráfico e tabela.

7. Assunto: áreas protegidas (I)

O Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65) define que a vegetação situada nos arredores de cursos d'água são áreas de preservação permanente, e que a faixa de proteção é definida baseado na largura do curso d'água, conforme mostra o quadro abaixo.

Faixas de vegetação protegidas em função da largura dos cursos d'água

Largura do curso d'água (m)	Faixa de vegetação protegida (m)
Até 10	30
10 a 50	50
50 a 200	100
200 a 600	200
Maior que 600	500

Os olhos d'água devem ter um raio de preservação da vegetação equivalente a 50 m. Calcule a área mínima de preservação de uma nascente d'água.

Resp.: Aplicando a fórmula da área da circunferência ($A = \pi.r^2$), temos que $A = 3,14.50^2 = 3,14.2500 = \underline{7.850 m^2}$.

A) Questão ecológica: conhecer as faixas de proteção de vegetação das APPs (Áreas de Preservação Permanente).

B) Questão matemática: área da circunferência.

8. Assunto: áreas protegidas (II)

Foi realizado um levantamento (através de amostragem) para identificar o tipo de área utilizada pelos agricultores para a realização de plantio no Sítio Quatiguaba de Baixo, em Viçosa do Ceará. Na tabela abaixo, vemos que a maior parte dos agricultores estão utilizando áreas de preservação permanente (margens de rios, topo de morro e área com declividade acima de 45°) para o cultivo, o que poderá acarretar em assoreamento de rios, erosão do solo, etc. Preencha as células que estão em branco, e discuta a problemática com os colegas.

Tipo de área utilizada para a produção agrícola no Sítio Quatiguaba de Baixo

Tipo de área	Freq	%
Topo de morro	5	36
Área com declividade	4	29
Margem de rio	3	21
Outra (apropriada)	2	14
TOTAL	14	100

Resp.: Freqüência absoluta referente ao topo de morro: 5;

Freqüência absoluta referente a margem de rio: 3;

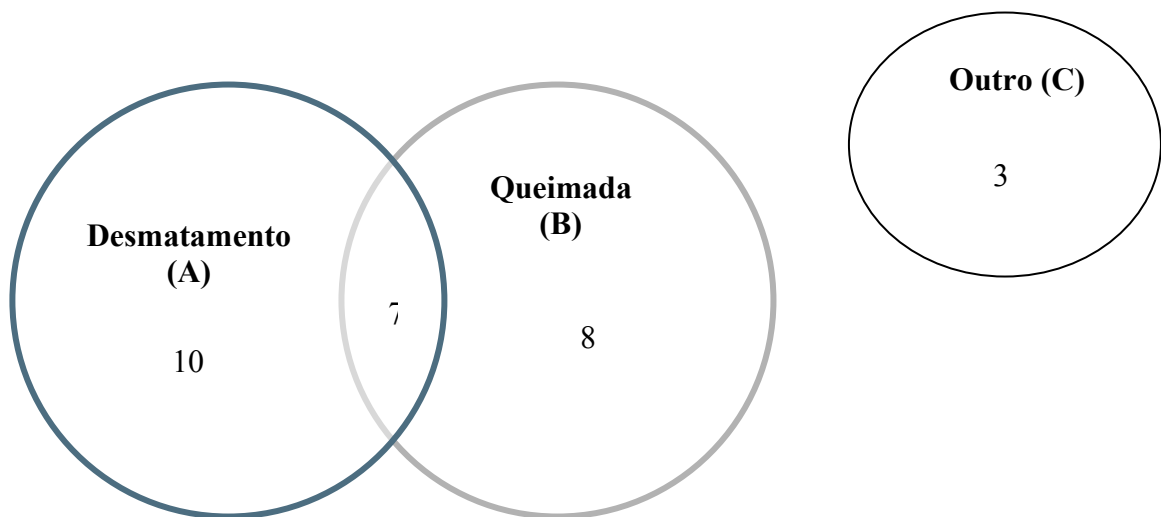
Freqüência relativa referente a outros tipos de áreas: 14.

A) Questão ecológica: analisar os problemas causados pela destruição das APPs (Áreas de Preservação Permanente).

B) Questão matemática: regra de três simples e interpretação de tabela.

9. Assunto: desmatamento e queimada

Foi realizado um levantamento no Sítio Quatiguaba de Baixo, situado em Viçosa do Ceará - CE, para identificar o tipo de preparo (limpeza) do terreno utilizado pelos agricultores da localidade para a realização de plantio. Os resultados estão apresentados abaixo, no diagrama de Venn:



Responda:

- Quantos agricultores foram entrevistados?
- Quantos fazem apenas desmatamento?
- Quantos fazem apenas queimada?

Resp.: a) $n(A \cup B \cup C) = n(A) + n(B) - n(A \cap B) + n(C)$

$$n(A \cup B \cup C) = 10 + 8 - 7 + 3$$

$$n(A \cup B \cup C) = 14$$

$$b) n(A) - n(A \cap B) = 10 - 7 = 3$$

$$c) n(B) - n(A \cap B) = 8 - 7 = 1$$

A) Questão ecológica: analisar as formas utilizadas pelos agricultores para o preparo do terreno para o plantio e sua viabilidade ambiental.

B) Questão matemática: conjuntos (união e interseção).

10. Assunto: espécies de animais ameaçadas de extinção

A Área de Proteção Ambiental – APA da Ibiapaba é uma unidade de conservação que abrange 26 municípios do Ceará e Piauí. Esta APA possui 130 espécies da fauna, sendo 64 espécies de aves, 37 espécies de mamíferos e 29 espécies de répteis. Baseado no quadro a seguir qual o percentual de ameaça de extinção de cada uma das classes (aves, mamíferos e répteis) e qual a classe que tem o maior percentual de ameaça de extinção de espécies?

Relação das principais espécies ameaçadas de extinção da APA Ibiapaba

CLASSE	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO
Aves	Gaveão-Carrapateiro	<i>Mivalgo chimachina</i>
	Mãe-da-Lua	<i>Nyctibius leucopterus</i>
	Mergulhão	<i>Pódilymbus podiceps</i>
	Papa-Capim	<i>Scorophila lineolo</i>
	Sabiá	<i>Mimus saturninus</i>
	Socó-Boi	<i>Tigrisoma lineatum</i>
Mamíferos	Gato Maracajá	<i>Felis tigrina</i>
	Guariba	<i>Alouatta belzebul</i>
	Macaco Prego	<i>Cebus apella</i>
	Onça Sussuarana	<i>Felis concolor</i>
	Preguiça	<i>Bradypus tricatylus</i>
	Rato-do-Mato	<i>Bolomys lasiurus</i>
	Veado mateiro	<i>Mazama sp</i>
	Veado Campeiro	<i>Ozotocerus bezeoarticus</i>
Répteis	Cobra Surucucu	<i>Lachesis mula</i>

Fonte: IBAMA. *Plano de gestão e diagnóstico geoambiental e sócio-econômico da APA da Serra da Ibiapaba*. Fortaleza: IESP/ UECE, 1998.

Resp.: aves:

$$\frac{6}{64} \cdot 100 = 9\%$$

mamíferos:

$$\frac{8}{37} \cdot 100 = 22\%$$

répteis:

$$\frac{1}{29} \cdot 100 = 3\%$$

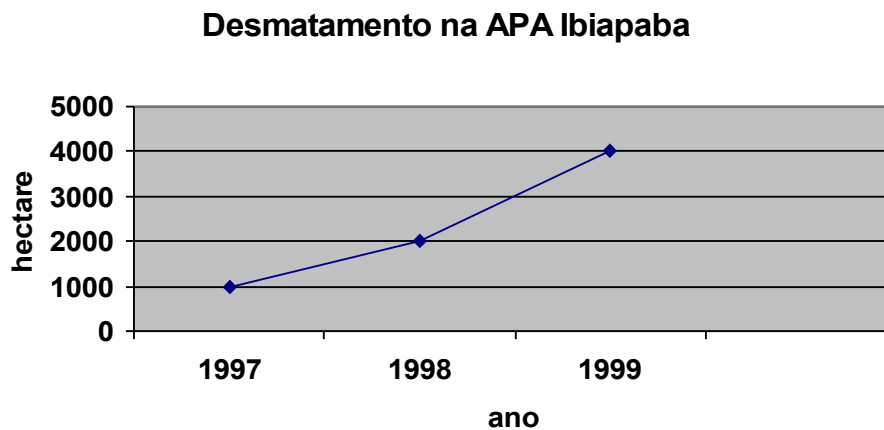
Concluimos que as espécies da classe de mamíferos são as mais ameaçadas de extinção na APA.

A) Questão ecológica: promover uma reflexão nos discentes sobre a extinção de espécies e analisar o que está provocando a extinção de animais nos ecossistemas.

B) Questão matemática: porcentagem.

11. Assunto: desmatamento em Unidade de Conservação

Consideremos o desmatamento anual na APA (Área de Proteção Ambiental) da Ibiapaba, uma Unidade de Conservação (UC) federal criada em 1996. Supondo que o desmatamento nesta área protegida acontece da seguinte forma: com 1 ano de criação desta UC (1997) a área desmatada foi de 1000 hectares, no segundo ano (1998) já havia sido desmatado 2.000 hectares, no terceiro ano 4.000 hectares foram desmatados, e assim sucessivamente. Observe que com esses dados teremos a P.G. = (1000, 2000, 4000,...). Podemos ver no gráfico que ao longo dos anos o desmatamento está aumentando. Com 10 anos de existência desta Unidade de Conservação, ou seja, no ano de 2006, quanto já se desmatou?



Resp.: 512.000 ha.

A) Questão ecológica: conscientizar o aluno sobre os danos causados pelo desmatamento e perceber que ao longo dos anos os contínuos desmatamentos resultam em grandes áreas destruídas.

B) Questão matemática: progressão geométrica.

12. Assunto: desmatamento na Região Amazônica

(ENEM 2003) Dados divulgados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais mostraram o processo de devastação sofrido pela Região Amazônica entre agosto de 1999 e agosto de 2000. Analisando fotos de satélites, os especialistas concluíram que, nesse período, sumiu do mapa um total de 20.000 km² de floresta. Um órgão de imprensa noticiou o fato com o seguinte texto: “*O assustador ritmo de destruição é de um campo de futebol a cada oito segundos*”. Considerando que um ano tem aproximadamente 32×10^6 s (trinta e dois milhões de segundos) e que a medida da área oficial de um campo de futebol é aproximadamente 10^{-2} km² (um centésimo de quilômetro quadrado), as informações apresentadas nessa notícia permitem concluir que tal ritmo de desmatamento, em um ano, implica a destruição de uma área de

- a) 10.000 km², e a comparação dá a idéia de que a devastação não é tão grave quanto o dado numérico nos indica.
- b) 10.000 km², e a comparação dá a idéia de que a devastação é mais grave do que o dado numérico nos indica.
- c) 20.000 km², e a comparação retrata exatamente o ritmo da destruição.
- d) 40.000 km², e o autor da notícia exagerou na comparação, dando a falsa impressão de gravidade a um fenômeno natural.
- e) 40.000 km² e, chamar a atenção para um fato realmente grave, o autor da notícia exagerou na comparação.

Resp.: item e

A) Questão ecológica: conscientizar o cidadão para o resultado da acumulação de pequenas grandezas, que embora pequenas, quando se somam por milhões (a quantidade desmatada, quantidade de árvores, etc...) produzem uma grande massa.

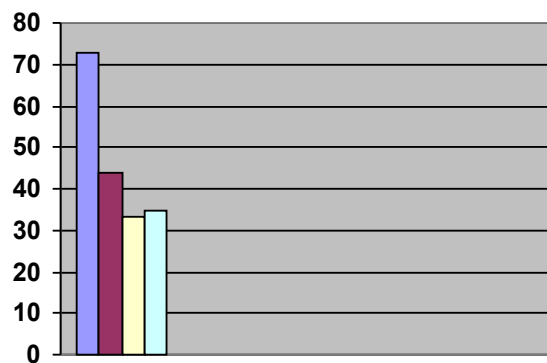
B) Questão matemática: regra de três simples.

13. Assunto: recuperação de ecossistema

(ENEM 2005) Em um estudo feito pelo Instituto Florestal, foi possível acompanhar a evolução de ecossistemas paulistas desde 1962. Desse estudo publicou-se o Inventário Florestal de São Paulo, que mostrou resultados de décadas de transformações da Mata Atlântica. Examinando o gráfico da área de vegetação natural remanescente (em mil km²) pode-se inferir que

- a) a Mata Atlântica teve sua área devastada em 50% entre 1963 e 1973.
- b) a vegetação natural da Mata Atlântica aumentou antes da década de 60, mas reduziu nas décadas posteriores.
- c) a devastação da Mata Atlântica remanescente vem sendo contida desde a década de 60.
- d) em 2000-2001, a área de Mata Atlântica preservada em relação ao período de 1990-1992 foi de 34,6%.
- e) a área preservada da Mata Atlântica nos anos 2000 e 2001 é maior do que a registrada no período de 1990-1992.

Área de vegetação natural (em mil km²)



■ 1962-1963	72,6			
■ 1971-1973	43,9			
■ 1990-1992	33,3			
■ 2000-2001	34,6			

(Fonte: *Pesquisa*. 91, São Paulo: FAPESP, set/2003, p. 48.)

Resp.: item e

A) Questão ecológica: a importância da recuperação da vegetação natural/ seus resultados em números.

B) Questão matemática: porcentagem/ interpretação de gráfico

6.3 TEMA TRANSVERSAL - RESÍDUOS SÓLIDOS

*“Na natureza nada se perde,
nada se cria, tudo se transforma”*

(Lavoisier)

14. Assunto: resíduo sólido (alumínio)/energia elétrica

(ENEM 1999) O alumínio se funde a 666°C e é obtido à custa de energia elétrica, por eletrólise – transformação realizada a partir do óxido de alumínio a cerca de 1000°C . A produção brasileira de alumínio, no ano de 1985, foi da ordem de 550.000 toneladas tendo sido consumidos cerca de 20kwh de energia elétrica por quilograma do metal. Nesse mesmo ano, estimou-se a produção de resíduos sólidos urbanos brasileiros formados por metais ferrosos e não-ferrosos em 3.700 t/dia das quais 1,5% estima-se corresponder ao alumínio.

(Dados adaptados de FIGUEIREDO, P.J.M.

A sociedade do lixo: resíduos, a questão energética e a crise ambiental. Piracicaba: UNIMEO, 1994)

Suponha que uma residência tenha objetos de alumínio em uso cuja massa total seja de 10kg (painéis, janelas, latas, etc.). O consumo de energia elétrica mensal dessa residência é de 100kwh. Sendo assim, na produção desses objetos utilizou-se uma quantidade de energia elétrica que poderia abastecer essa residência por um período de:

- a) 1 mês b) 2 meses c) 3 meses d) 4 meses e) 5 meses

Resp.: 2 meses de consumo (os 10Kg de alumínio da casa equivalem ao uso de eletricidade por 2 meses).

A) Questão ecológica: um limite físico para qualquer que seja a utilização de recursos naturais; a importância dos 3Rs (reciclagem, reutilização e redução) para a economia e preservação dos recursos naturais.

B) Questão matemática: regra de três simples; função f_1 que descreve um certo potencial e as diversas funções que utilizam este potencial cuja soma não pode ultrapassar em nenhum momento o valor máximo da função f_1 .

15. Assunto: coleta seletiva

(ENEM 2004) No verão de 2000 foram realizadas, para análise, duas coletas do lixo deixado pelos frequentadores em uma praia no litoral brasileiro. O lixo foi pesado, separado e classificado. Os resultados das coletas feitas estão no quadro a seguir.

DADOS OBTIDOS		
(em área de cerca de 1900 m ²)		
COLETA DE LIXO	1ª coleta	2ª coleta
PESO TOTAL	8,3 kg	3,2 kg
Itens de Plástico	399 (86,4%)	174 (88,8%)
Itens de Vidro	10 (2,1%)	03 (1,6%)
Itens de Metal	14 (3,0%)	07 (3,6%)
Itens de Papel	17 (3,7%)	06 (3,0%)
Nº DE PESSOAS NA PRAIA	270	80

Adaptado de *Ciência Hoje*

Embora fosse grande a venda de bebidas em latas nessa praia, não se encontrou a quantidade esperada dessas embalagens no lixo coletado, o que foi atribuído à existência de um bom mercado para a reciclagem de alumínio. Considerada essa hipótese, para reduzir o lixo nessa praia, a iniciativa que mais diretamente atende à variedade de interesses envolvidos, respeitando a preservação ambiental, seria

- a) proibir o consumo de bebidas e de outros alimentos nas praias.
- b) realizar a coleta de lixo somente no período noturno.
- c) proibir a comercialização apenas de produtos com embalagem.
- d) substituir a reciclagem de plástico por embalagens de vidro.
- e) incentivar a reciclagem de plástico, estimulando seu recolhimento.

Resp.: item e

A) Questão ecológica: conscientizar os cidadãos sobre a importância da reciclagem para extrair da natureza menos matéria-prima.

B) Questão matemática: porcentagem/ interpretação de tabela.

16. Assunto: reciclagem

(DANTE, 2004, p.34) No Brasil, a reciclagem de lixo ainda está longe do ideal, mas aos poucos está melhorando. Por exemplo: 35% das embalagens de vidro já estão sendo recicladas.

a) De acordo com o exemplo dado, para cada 800 t de embalagens de vidro, quantas toneladas são recicladas?

b) Determine as porcentagens com base nas informações dadas, em média:

- Papelão: em 250 t são recicladas 175 t.
- Latas de alumínio: para cada 420 t são recicladas 252 t.

c) 15% dos plásticos rígidos são reciclados. Isso significa, em média, que 300 t são reciclados em um total de quantas toneladas?

Resp.: a) 280 t b) Papelão: 70% e latas de alumínio: 60% c) 2.000 t

A) Questão ecológica: sensibilizar o estudante para a importância da reciclagem.

B) Questão matemática: uso da porcentagem para calcular a quantidade de material que é reciclado no Brasil.

17. Assunto: destinação final de lixo no Brasil

No Brasil, a produção de lixo é de 126 mil toneladas por dia. Complete a tabela abaixo e verifique para onde está indo o lixo gerado pela população brasileira.

DESTINAÇÃO FINAL DO LIXO NO BRASIL		
DESTINO	%	TONELADAS
a) Lixão	72	90.720
b) Não coletado	13	16.380
c) Aterro sanitário	9	11.340
d) Reciclagem	6	7.560
e) TOTAL	100	126.000

Resp.:

$$a) \frac{72}{100} \cdot 126000 = 90.720 \text{ t}$$

$$b) \frac{13}{100} \cdot 126000 = 16.380 \text{ t}$$

$$c) \frac{9}{100} \cdot 126000 = 11.340 \text{ t}$$

$$d) \frac{6}{100} \cdot 126000 = 7.560 \text{ t}$$

$$e) 126.000 \text{ t}$$

A) Questão ecológica: conscientizar o aluno sobre os problemas causados pela má destinação final do lixo e incentivar a prática da reciclagem.

B) Questão matemática: estudo de porcentagem.

18. Assunto: produção de lixo (I)

Os habitantes dos EUA são os maiores produtores de lixo do mundo, cada habitante norte-americano produz em média 2 Kg de lixo por dia. No Brasil, cada habitante produz em média 0,7 Kg (700 gramas) de resíduos sólidos por dia. Calcule o total de lixo produzido por dia no Brasil ao longo dos anos. (Considere que ao longo dos anos cada brasileiro manteve a produção de 0,7 Kg de lixo/dia).

ANO	POPULAÇÃO (aproximada)	QUANT. DE LIXO PRODUZIDO POR DIA
a) 1970	93 milhões	65,1 mil t
b) 2004	180 milhões	126 mil t
c) 2050	259,8 milhões (estimativa do IBGE)	181,86 mil t

Resp.: a) $0,7 \text{ (Kg)} \times 93.000.000 = 65,1 \text{ milhões Kg} = 65,1 \text{ mil toneladas}$

b) $0,7 \text{ (Kg)} \times 180.000.000 = 126.000.000 \text{ Kg} = 126.000 \text{ t}$

c) $0,7 \text{ (Kg)} \times 259.800.000 = 181.860.000 \text{ Kg} = 181,86 \text{ mil t}$

A) Questão ecológica: analisar que quanto mais habitantes houver, maior será a geração de resíduos; a população brasileira duplicou em apenas 34 anos (entre 1970 e 2004), conseqüentemente houve mais resíduos gerados; cada ano que passa está aumentando o consumo de produtos descartáveis – o que faz com que o lixo leve mais tempo no ambiente até ser decomposto.

B) Questão matemática: multiplicação.

19. Assunto: produção de lixo (II)

Segundo o IBGE, em 2050 a população brasileira será de aproximadamente 259,8 milhões de habitantes, e a estimativa de vida será de 81 anos. Sabendo-se que cada brasileiro produz em média 0,7 Kg (700 gramas) de lixo por dia, durante toda uma vida qual a quantidade total de lixo gerado por uma pessoa (prevalendo a geração de lixo equivalente a 0,7 Kg/dia)?

Resp.: 1 dia = 0,7 Kg

1 mês = 0,7.30 = 21 Kg

1 ano = 21.12 = 242 Kg

81 anos = 242. 81 = 19.602 Kg ≈ 20 toneladas

A) Questão ecológica: conscientizar o aluno para evitar o consumo excessivo de produtos descartáveis e priorizar o consumo de produtos biodegradáveis para diminuir a produção de resíduos sólidos (ex.: substituir o refrigerante por suco natural, pois em vez de produzir como lixo uma lata que levará 200 anos para ser decomposta, produzirá apenas o material orgânico resultante da fruta, que levará 3 meses para tornar-se adubo).

B) Questão matemática: operação de multiplicação.

20. Assunto: custo do lixo num município

A Prefeitura de Viçosa do Ceará gasta mensalmente R\$ 80.000,00 com a destinação final de lixo gerado na área urbana do Município, onde reside uma população de 24.000 habitantes (aproximadamente). Quanto a Prefeitura gasta por cada 1Kg de lixo gerado na área urbana, sabendo-se que cada pessoa produz diariamente 0,7 Kg de lixo?

Resp.: quantidade de lixo em 1 dia = 0,7x 24.000 = 16.800 Kg

quantidade de lixo em 1 mês = 30 x 16.800 = 504.000 Kg

custo por cada 1Kg de lixo: 80.000(R\$)/ 504.000 = 0,15 (R\$)

A) Questão ecológica: despertar no discente uma visão mais ampla sobre o dinheiro público que está sendo gasto com a destinação final do lixo e que poderia ser investido em outros setores (como saúde e educação) se não fosse pelo excesso de resíduos gerados.

B) Questão matemática: operação de multiplicação e divisão.

Os assuntos aqui estudados, e questões que ficaram em aberto, podem ser melhor explorados em outros trabalhos.

8. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A forma de trabalhar questões ecológicas no ensino de Matemática é adaptando a redação dos exercícios aos temas relacionados ao meio ambiente. Esta adaptação de questões pode ser feita tanto pelos autores de livros didáticos, envolvendo questões globais, quanto pelos professores, que podem envolver questões locais. Estes exercícios irão conduzir os estudantes a uma reflexão sobre os problemas ambientais.

Observou-se que o uso de tabelas e gráficos podem ser utilizados como um recurso para uma melhor compreensão dos discentes sobre as conseqüências das agressões ao ambiente, acontecendo assim, o despertar ecológico através da educação matemática.

A ecologia sendo trabalhada no ensino de Matemática, executada de forma objetiva, dinâmica e participativa, poderá trazer aos alunos uma visão mais ampla da situação ambiental.

A conseqüência desta sensibilização que irá surgir nos alunos será a melhoria da qualidade ambiental a partir da mudança de hábitos destes discentes, pois dados matemáticos permitirão uma clara conscientização para conservação da natureza.

Como sugestão para efetivamente implantar a educação ambiental na escola deve-se: capacitar os educadores, os livros didáticos devem estar contextualizados aos princípios propostos pelas conferências internacionais sobre meio ambiente e sobre as legislações ambientais. Essa é uma forma de fazer construir a cidadania partindo do ambiente escolar.

Sobre a perda da biodiversidade com a ocupação de habitats, a forma de evitar a destruição de ecossistemas é por meio do *desenvolvimento sustentável* – modelo desenvolvimento em que os recursos naturais são utilizados de forma racional.

A forma de evitar a destruição (causada por desmatamentos, queimadas, poluição, etc) também é por meio da intensificação da fiscalização e realização de campanhas educativas (educação ambiental) nas escolas e com a população local.

A maneira mais simples de salvar uma espécie da extinção é protegendo o ambiente em que a espécie vive.

Algumas medidas que podem ser utilizadas para restaurar o equilíbrio ecológico são: permitir a regeneração do ecossistema, reflorestar a área degradada, lutar para cumprimento da legislação ambiental (cidadania) e cada um fazer o possível para conviver harmonicamente com a natureza.

9. BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

- AGUIAR, Roberto Armando Ramos de. **Direito do meio ambiente e participação popular**. 2ª ed. Brasília: IBAMA, 1998.
- ALBERNAZ, Bia; FELIPPE, Carlos Artur. **Meio Ambiente de Todos Nós: Caderno do Agente**. Coletânea Formando Gentes e Agentes, SEAS.
- BOYER, Carl B. **História da Matemática**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1974.
- BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: MEC, 1989.
- CEARÁ, Constituição (1989). **Constituição do Estado do Ceará**. Fortaleza: INESP, 2004.
- DANTE, Luiz Roberto. **Matemática: 1ª série**. 1ª edição. São Paulo: Ática, 2004.
- GRALLA, Preston. **Como funciona o meio ambiente**. São Paulo: Quark Books, 1998.
- GUIMARÃES, Mauro. **A Dimensão Ambiental na Educação**. 2ª ed. Campinas, SP: Papirus, 1995. (Coleção Magistério: Formação e trabalho pedagógico).
- HOLANDA, Maria José de Sousa. **Educação Ambiental: Manual de Apoio ao Professor**. Caucaia, 1997.
- IBAMA. **Plano de gestão e diagnóstico geoambiental e sócio-econômico da APA da Serra da Ibiapaba**. Fortaleza: IESP/ UECE, 1998.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Almanaque Brasil Socioambiental**. São Paulo, 2005.
- LARSON, Ron; EDWARDS, Bruce H. **Cálculo com Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.
- MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais⁺: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/seb/ensmed/pcn.shtm>> Acesso em: 29 nov. 2005.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1998.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Consumo sustentável**: manual de educação. Brasília: Consumers International/MMA/IDEC, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Lei da Vida**: A Lei dos Crimes Ambientais. Brasília, 1999.

OLIVEIRA, Elísio Márcio de. **Educação Ambiental**: Uma possível abordagem. Brasília: IBAMA, 1998 (Coleção meio ambiente. Série Estudos: educação ambiental, nº 1).

PRACIANO-PEREIRA, T. **Cálculo Numérico Computacional**. Dep. de Matemática, Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2005.

PRACIANO-PEREIRA, T. **Equações Diferenciais Ordinárias**. Dep. de Matemática, Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2005.

SERVIÇO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **A questão ambiental e as empresas**. Brasília, 1998.

SERVIÇO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Perfil Sócio-Econômico - Viçosa do Ceará**. Fortaleza: SEBRAE, 1997.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL. **Meio Ambiente**: Manual do Professor. Fortaleza, 2003.

SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Educação Ambiental**: Lei nº 9.795 de 27.04.99. Fortaleza, 1999.

WALTER H. Corson. **Manual Global de Ecologia**: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. Tradução de Alexandre Gomes Camaru. 4ª ed. São Paulo: AUGUSTUS, 2002.

ÍNDICE REMISSIVO

- água, tema transversal, 28
 - abastecimento, 30
 - acumulação, 28
 - desperdício, 29
 - distribuição no planeta, 29
 - produção de alimentos, 31
- bibliografias consultadas, 47
- biodiversidade, fundamentos teóricos, 14
- biodiversidade, tema transversal, 32
 - áreas protegidas (I), 35
 - áreas protegidas (II), 35
 - desmatamento e queimada, 36
 - desmatamento em unidade de conservação, 38
 - desmatamento na Amazônia, 39
 - espécies de animais ameaçadas de extinção, 37
 - perda da biodiversidade com a destruição de ecossistema, 32
 - recuperação de ecossistema, 40
- conclusões e sugestões, 46
- educação ambiental, fundamentos teóricos, 13
- equação diferencial, 17
- foto, 27
- gráfico 1, 20
- gráfico 2, 22
- gráfico 3, 25
- introdução, 10
- mapa, 26
- metodologia, 12
- nomenclatura, 9

objetivos

específicos, 11

geral, 11

perda da biodiversidade pela ocupação de habitats, 16

questões matemáticas tendo como tema transversal o meio ambiente, 28

resíduos sólidos, tema transversal, 41

coleta seletiva, 42

custo de lixo num município, 45

destinação final de lixo no Brasil, 43

produção de lixo (I), 44

produção de lixo (II), 45

reciclagem, 43

resíduo sólido (alumínio)/ energia elétrica, 41

tabela, 24