



**PRÓ-REITORIA DE POS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**ÁREA DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLÓGICAS**  
Curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática

**LOZICLER MARIA MORO DOS SANTOS**

**APRENDENDO MATEMÁTICA POR MEIO DO TEMA:**  
**POLUIÇÃO DO AR, DO SOLO E DAS ÁGUAS.**

**Santa Maria, RS**

**2006**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**LOZICLER MARIA MORO DOS SANTOS**

**APRENDENDO MATEMÁTICA POR MEIO DO TEMA:  
POLUIÇÃO DO AR, DO SOLO E DAS ÁGUAS.**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática do Centro Universitário Franciscano como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Matemática.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> VANILDE BISOGNIN

Co-orientador: Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> OSWALDO RAYS

Santa Maria, RS

2006

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FRANCISCANO  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE  
FÍSICA E DE MATEMÁTICA**

A COMISSÃO EXAMINADORA, ABAIXO-ASSINADA, APROVA A  
DISSERTAÇÃO:

APRENDENDO MATEMÁTICA POR MEIO DO TEMA:  
POLUIÇÃO DO AR, DO SOLO E DAS ÁGUAS.

Elaborada por:

LOZICLER MARIA MORO DOS SANTOS

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Profª Dr.ª Vanilde Bisognin  
Presidente

---

Prof. Dr. Oswaldo Alonso Rays

---

Profª Drª. Nilce Fátima Scheffer

Santa Maria, 20 de outubro de 2006.

Dedico esta vitória a Carlos Henrique  
Moro dos Santos, meu esposo,  
agradecendo pelo companheirismo,  
dedicação, carinho e incentivo em  
todas as horas.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, a Deus, por ter me dado coragem para enfrentar este desafio, sem ele nada seria possível.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram, mostrando a importância que tem o conhecimento.

Agradeço a Ina, pois além de ser minha irmã do coração, me apoiou em todos os momentos.

Ao meu irmão, Luiz Prestes Moro, por ser uma pessoa da qual sempre me espelhei para progredir.

A minha sobrinha, Cristiane, pelo auxílio em todas as horas que precisei e, a minha cunhada, Lúcia, pelo estímulo.

Agradeço a minha orientadora, professora Vanilde Bisognin, pelo apoio, pela dedicação, paciência e, principalmente, por ter acreditado em mim. Muito obrigado.

Ao professor Oswaldo Rays, meu co-orientador, pela receptividade e sugestões que muito contribuíram com o trabalho.

Aos professores do curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática, pelos ensinamentos que me foi passado.

Aos meus colegas do curso, pelo convívio e por compartilharmos momentos especiais durante o mestrado.

Agradeço a minha colega e amiga, Karla Tatsch, juntamente com toda a sua família, pela terna amizade e pelas emoções que juntas passamos.

A Cristina Chaves pelos anos de convivência e amizade.

A professora Eleni Bisognin, coordenadora do Curso de Mestrado, pelo carinho e amizade.

A Juliane (Juju), secretária do curso, pela atenção e carinho que sempre manifestou.

A diretora da E.M.E.F. João da Maia Braga, Nivia Corrêia, que, ao me apoiar, abriu as portas da escola para que o trabalho pudesse ser realizado.

A coordenadora pedagógica no ano de 2005, professora Adelina de Fátima, pelo apoio e incentivo nas atividades desenvolvidas com os alunos.

As minhas colegas, principalmente, as professoras Adriana Del Fabbro, Anelise Toniolo e Magda Mello, por todas as horas em que pude contar.

Aos alunos da 8ª série/2005 da minha escola, por terem colaborado em minha pesquisa e na concretização deste trabalho.

E, para finalizar, agradeço a toda a minha família e aos meus amigos, que entenderam a minha ausência durante este período.

## RESUMO

Esta dissertação apresenta resultados da pesquisa realizada com os alunos de uma turma de oitava série do Ensino Fundamental de uma escola pública da cidade de Santa Maria, RS. O trabalho de pesquisa propôs investigar, por meio da estratégia da Modelagem Matemática, a possibilidade de levar os alunos a compreenderem conceitos e alguns resultados de Funções e de Estatística a partir do tema: poluição do ar, do solo e das águas. A pesquisa, do tipo pesquisa-ação, tem uma abordagem qualitativa, com o uso de questionários, observações diárias e análise das atividades desenvolvidas pelos alunos da turma. As respostas dos questionários, inicial e final, respondidas pelos alunos, foram comparadas e analisadas, bem como, as observações durante os trabalhos dos alunos e das atividades de Modelagem Matemática. A partir dessas análises, foi possível notar mudanças positivas em relação aos sentimentos e concepções negativas que os alunos tinham com relação à Matemática. Percebeu-se maior motivação pela disciplina e pelos conteúdos de Matemática estudados, além de uma melhora significativa no desempenho dos alunos. Em relação ao tema, os alunos tiveram a oportunidade de discuti-lo, em profundidade, conscientizando-se de sua importância, a partir da compreensão e análise das conseqüências da poluição ambiental.

**Palavras-chave:** Modelagem Matemática. Poluição do ar, do solo e das águas. Funções e Estatística.

## ABSTRACT

This work presents results of a research realized with students from a class of eighth Age of fundamental teaching from a public school of Santa Maria, R. S. The work proposed to investigate, through the strategy of Mathematical Modeling, the possibility of helping the students to understand concepts and some results of Mathematical functions and of Statistics based on the theme: pollution of air, ground and water. The research had a characteristic of "research and action" and had a qualitative approach, using questionnaires, daily observations and analysis of the students activities. The students' answers of the initial and fmal questionnaires were compared and analyzed as well as the observations made during the students' work and during the activities of Mathematical Modeling. Based on this analysis it was possible to observe positive changes in the negative feelings and concepts the students had in relation to the Subject of Math. It was observed a greater motivation through the Math subject studied, besides of a significant improvement on the students' performance. In relation to the theme the students had the opportunity of discuss it in depth, being aware of its importance, leaving from the comprehension and analysis of the consequences of the environrntment pollution.



**Key words:** Mathematical Modeling; Pollution of air, ground and water; Function and Statistics.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	4
RESUMO .....	6
ABSTRACT.....	6
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABELAS .....	12
LISTA DE ANEXOS .....	13
LISTA DE APÊNDICES .....	14
INTRODUÇÃO .....	15
1 HISTÓRIA PESSOAL DA AUTORA, O AMBIENTE DA PESQUISA, A ESCOLA E A SITUAÇÃO ATUAL DO ENSINO DE MATEMÁTICA, O PROBLEMA E OS OBJETIVOS DA PESQUISA.....	16
1.1 HISTÓRIA PESSOAL.....	16
1.2 O AMBIENTE DE PESQUISA.....	18
1.3 A ESCOLA E A SITUAÇÃO ATUAL DO ENSINO DE MATEMÁTICA.....	20
1.4 PROBLEMA DA PESQUISA.....	22
1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	23
1.5.1 Objetivo geral .....	23
1.5.2 Objetivos específicos.....	23
2 METODOLOGIA DA PESQUISA .....	24
2.2 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM .....	26
2.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA .....	28
2.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	29
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	32
3.1 A MODELAGEM MATEMÁTICA.....	33
3.2 O TEMA: POLUIÇÃO DO AR, DO SOLO E DAS ÁGUAS.....	41
3.2.1 Poluição do ar .....	42
3.2.2 Poluição do solo .....	45
3.2.3 Poluição da água .....	47
4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS .....	50

4.1	ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO 1 .....	50
4.2	APRESENTAÇÃO DO TEMA POLUIÇÃO DO AR, DO SOLO E DAS ÁGUAS .....	56
4.2.1	Filme “Ecologia II – Problemas do Meio Ambiente: O Ar” .....	56
4.2.2	Filme “Ilha das Flores” .....	56
4.2.3	Comentários dos filmes .....	58
4.3	ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA .....	59
4.3.1	Crescimento Populacional Mundial e os Impactos Ambientais por Família.....	59
4.3.1.1	Situação-problema 1: .....	64
4.3.2	Situação-problema envolvendo contas de luz .....	70
4.3.2.1	Situação-problema 2: .....	73
4.3.3	A criação de uma nova taxa de iluminação pública em Santa Maria: uma nova situação-problema. ....	87
4.3.3.1	Situação-problema 3: .....	90
4.3.4	O aquecimento global e o efeito estufa.....	94
4.3.4.1	Situação-problema 4.....	104
4.3.5	A Terra está esquentando .....	107
4.3.5.1	Situação-problema 5.....	109
4.3.6	Trabalhos em grupo .....	113
4.3.6.1	Elaboração dos trabalhos .....	115
4.3.6.2	Exposição dos trabalhos.....	115
4.3.6.3	Apresentação dos trabalhos finais .....	116
4.4	ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO 2 .....	142
	CONCLUSÃO .....	149
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	152
	ANEXOS .....	157
	APÊNDICES .....	162

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	–	Esquema do processo da Modelagem Matemática .....	36
<b>Figura 2</b>	–	Esquema para a Modelagem Matemática .....	37
<b>Figura 3</b>	–	O que eu posso fazer?.....	60
<b>Figura 4</b>	–	O que eu posso fazer?.....	60
<b>Figura 5</b>	–	O que eu posso fazer?.....	61
<b>Figura 6</b>	–	O que eu posso fazer?.....	62
<b>Figura 7</b>	–	Atividades por família que causam os impactos ambientais ....	67
<b>Figura 8</b>	–	Atividades que causam o aquecimento global.....	68
<b>Figura 9</b>	–	Crescimento da população em função dos anos .....	70
<b>Figura 10</b>	–	Valor a ser pago em função da Quantidade consumida .....	80
<b>Figura 11</b>	–	Média do Consumo de energia Elétrica do grupo .....	83
<b>Figura 12</b>	–	Média do Consumo de Energia Elétrica do grupo .....	83
<b>Figura 13</b>	–	Média do Consumo de Energia Elétrica da turma.....	84
<b>Figura 14</b>	–	Conta da Energia Elétrica de um cliente da AES Su1 .....	85
<b>Figura 15</b>	–	De R\$ 0,77 até R\$ 6,14 - Isso é o que a maioria terá de pagar como nova taxa de iluminação pública.....	88
<b>Figura 16</b>	–	De R\$ 0,77 até R\$ 6,14 - Isso é o que a maioria terá de pagar como nova taxa de iluminação pública .....	89
<b>Figura 17</b>	–	Valores em reais a serem arrecadados em função do mapa da contribuição .....	92
<b>Figura 18</b>	–	Valor a ser pago em função do consumo das residências com a nova taxa de iluminação pública, em Santa Maria .....	93
<b>Figura 19</b>	–	O calor que ameaça a vida .....	94
<b>Figura 20</b>	–	O calor que ameaça a vida .....	95
<b>Figura 21</b>	–	O calor que ameaça a vida .....	96
<b>Figura 22</b>	–	O calor que ameaça a vida .....	97
<b>Figura 23</b>	–	O calor que ameaça a vida .....	98
<b>Figura 24</b>	–	O calor que ameaça a vida .....	99
<b>Figura 25</b>	–	Emissões de gases no ano de 2000 .....	105
<b>Figura 26</b>	–	Média Anual da Temperatura Global.....	111

<b>Figura 27</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 1: Monóxido de Carbono .....	118
<b>Figura 28</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 1: Dióxido de Nitrogênio .....	119
<b>Figura 29</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 1: Dióxido de Enxofre .....	119
<b>Figura 30</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 1: Padrões e Qualidade do Ar.....	121
<b>Figura 31</b> – Gráfico de colunas e de setores construído pelo Grupo 2: Gases do Efeito Estufa.....	123
<b>Figura 32</b> – Gráfico de colunas e de setores construído pelo Grupo 2: Atividades geradoras de Efeito Estufa.....	125
<b>Figura 33</b> – Variação da concentração de dióxido de carbono.....	126
<b>Figura 34</b> – Gráfico de setores construído pelo Grupo 3: Disponibilidade de água no mundo.....	128
<b>Figura 35</b> – Gráfico de setores construído pelo Grupo 3: Disponibilidade de água no Brasil .....	129
<b>Figura 36</b> – Gráfico de setores construído pelo Grupo 3: Pontos de consumo de uma residência .....	130
<b>Figura 37</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 4: Papel .....	134
<b>Figura 38</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 4: Plástico .....	134
<b>Figura 39</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 5: Peso do lixo, de cada um dos componentes do grupo, referente ao 1º dia .....	137
<b>Figura 40</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 5: Peso do lixo, de cada um dos componentes do grupo, referente ao 2º dia .....	137
<b>Figura 41</b> – Gráfico de colunas construído pelo Grupo 6: Tempo de decomposição do lixo .....	139
<b>Figura 42</b> – Gráfico de barras construído pelo Grupo 6: Volume dos Resíduos Urbanos .....	140
<b>Figura 43</b> – Gráfico de setores construído pelo Grupo 6: Destino do lixo	141
<b>Figura 44</b> – Gráfico de barras construído pelo Grupo 6: Reciclagem no Brasil.....	141

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Atividades que causam os Impactos Ambientais.....	66
<b>Tabela 2</b> – Descrição dos conceitos faturados de uma conta de energia elétrica do mês de julho de 2005 .....	74
<b>Tabela 3</b> – Quantidades de consumo de energia elétrica dos meses de junho e julho de 2005 com o modelo matemático encontrado a partir da conta de luz .....	80
<b>Tabela 4</b> – Conta da Energia Elétrica de um cliente da AES Su1 .....	85
<b>Tabela 5</b> – Crescimento do carbono, ao longo dos anos .....	105
<b>Tabela 6</b> – Média anual da temperatura global.....	109
<b>Tabela 7</b> – Média anual da temperatura global.....	110
<b>Tabela 8</b> – Variação da concentração de dióxido de carbono .....	126
<b>Tabela 9</b> – Composição do lixo em São Paulo.....	133

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO A</b> – As neves desaparecem do Kilimanjaro.....	158
<b>ANEXO B</b> – Veneza sob as águas.....	159
<b>ANEXO C</b> – O Efeito Estufa.....	160
<b>ANEXO D</b> – Gráficos que mostram a concentração de dióxido de carbono, do óxido nitroso e do gás metano .....	161

## **LISTA DE APÊNDICES**

<b>APÊNDICE A</b>	– Questionário 1 .....	163
<b>APÊNDICE B</b>	– Explicações dos trabalhos .....	166
<b>APÊNDICE C</b>	– Questionário 2 .....	167
<b>APÊNDICE D</b>	– Pauta de observações .....	170



## INTRODUÇÃO

Esta dissertação apresenta resultados de experiências de ensino, que foram realizadas com alunos de uma oitava série do Ensino Fundamental, em uma escola pública municipal da cidade de Santa Maria, RS. Por meio da Modelagem Matemática se propôs investigar a possibilidade dos alunos compreenderem conceitos e entenderem alguns conteúdos de Funções e de Estatística a partir do tema: Poluição do ar, do solo e das águas.

O trabalho encontra-se dividido em capítulos, sendo que em um primeiro momento é apresentada a história pessoal da professora-pesquisadora e o ambiente da pesquisa, onde se descreve o contexto em que foi realizada a investigação, seguindo com um breve relato sobre a escola e a situação atual do Ensino de Matemática, e, após, o problema e os objetivos da pesquisa.

No segundo capítulo, são apresentados a abordagem metodológica, os participantes e os instrumentos de coleta dos dados da pesquisa.

O terceiro expõe, de maneira geral, as idéias e os conceitos de autores sobre Modelagem Matemática, bem como, considerações sobre o tema escolhido para a pesquisa: Poluição do ar, do solo e das águas.

No quarto capítulo, são apresentadas as análises dos questionários aplicados aos alunos, as descrições de todas as atividades desenvolvidas a partir do tema, com o objetivo de trabalhar Funções e Estatísticas.

Ao final, são exibidas conclusões sobre a investigação, apontando as dificuldades que foram encontradas durante a realização da pesquisa com Modelagem Matemática, bem como a possibilidade dessa estratégia favorecer os alunos na melhoria do ensino-aprendizagem.

# **1 HISTÓRIA PESSOAL DA AUTORA, O AMBIENTE DA PESQUISA, A ESCOLA E A SITUAÇÃO ATUAL DO ENSINO DE MATEMÁTICA, O PROBLEMA E OS OBJETIVOS DA PESQUISA**

Neste capítulo, inicialmente, é apresentado um histórico pessoal da autora. Em seguida, é narrado o ambiente da pesquisa onde ocorreu a investigação, seu contexto e sua localização.

Posteriormente, descreve-se um relato sobre a escola e a situação atual do Ensino de Matemática, e, em face dessas considerações abordadas pela professora-pesquisadora seguem o problema e os objetivos da pesquisa.

## **1.1 HISTÓRIA PESSOAL**

Exerço o magistério há 13 anos. Iniciei o curso de Matemática no primeiro semestre de 1984, o qual me habilitava, também, para Física, na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras “Imaculada Conceição”, hoje Centro Universitário Franciscano, concluindo-o no segundo semestre de 1988. Neste mesmo ano, no primeiro semestre comecei o curso de engenharia civil, na UFSM – Universidade Federal de Santa Maria, que conclui no segundo semestre de 1992, mais precisamente em janeiro de 1993.

A minha primeira experiência profissional, no magistério, foi a título de colaboração no Colégio Estadual “Manoel Ribas”, onde desempenhei a função de professora de Física, nas segundas séries do noturno no período de abril e maio de 1989.

Atuei na função de professora nas disciplinas de Matemática e Física nos cursos Técnico em Contabilidade e 2º grau sem habilitação, atualmente ensino médio, no período de 25 de fevereiro de 1993 até a data de 21 de fevereiro de 1996, na Escola Técnica Cenecista Élio Salles, em Júlio de Castilhos.

Após ter prestado concurso para a rede municipal de Santa Maria, trabalho desde 27 de março de 1995, com regime de vinte horas semanais, como professora de Matemática no Ensino Fundamental.

No início, dediquei-me com dez horas semanais na Escola Municipal Bernardino Fernandes e dez horas na Escola Municipal João da Maia Braga, onde exerci regência de classe e também tive a função de coordenadora pedagógica.

Desde 28 de fevereiro do ano de 2000, estou trabalhando, somente, na Escola Municipal João da Maia Braga, que está situada em uma zona afastada da cidade, considerada rural, onde sou professora de Matemática de séries finais do Ensino Fundamental, trabalhando com alunos entre 11 e 15 anos.

Neste mesmo ano, um grupo de professores, ao sentir a necessidade de um currículo contextualizado que viesse mudar a falta de interesse demonstrada por parte dos alunos com relação à escola, buscou-se desenvolver um trabalho comprometido em fazer da escola um ambiente sócio-cultural, procurando tornar a Escola Municipal de Ensino Fundamental João da Maia Braga em um espaço democrático e de construção da cidadania, para isso, desenvolveu-se um projeto chamado “Interagir” – Ação interdisciplinar, onde integro a coordenação geral. Este projeto possui vários outros, entre os quais o Projeto “Expressões Artísticas”, onde buscamos fazer com que os alunos percebam na escola um ambiente alegre e prazeroso.

Paralelamente a essa mudança de concepção da escola, comecei a me sentir incomodada e desconfortável quando os alunos perguntavam para que certo conteúdo matemático servia e onde poderia ser usado, pois o que se tem percebido ao longo dos anos é a falta de interesse e entusiasmo com a disciplina de Matemática, pois não conseguem ver aplicabilidade no seu dia-a-dia.

Comecei, então, notar e tomar consciência da necessidade que o professor precisa estar em constante busca da melhoria de sua prática, com isso, fui à procura de aperfeiçoamento que fizessem da minha aula um ambiente contextualizado e crítico.

Nesta busca, ingressei, em 2003, no curso de Especialização em Ensino de Matemática, no Centro Universitário Franciscano (UNIFRA), cuja duração foi de um ano, finalizando em 2004. Nesse curso tive o primeiro contato com a Modelagem Matemática, a qual muito me agradou.

No mesmo ano de conclusão da especialização, ingressei no curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática no Centro

Universitário Franciscano (UNIFRA), com o objetivo de dar continuidade aos meus estudos, buscando uma melhora na minha prática pedagógica, oportunizando ao aluno novas formas de trabalho que mostrassem a aplicabilidade e a importância da Matemática.

Acreditando na relação que a Matemática tem com as demais disciplinas e com o cotidiano, que devem ser exploradas e potencializadas pela escola para que a aprendizagem ocorra com melhor resultado, é que se procurou desenvolver uma pesquisa concreta com os alunos da 8ª série da escola “João da Maia Braga”.

## **1.2 O AMBIENTE DE PESQUISA**

A presente pesquisa realizou-se na Escola Municipal de Ensino Fundamental “João da Maia Braga”, situada à rua Emiliano Mortari, número 130, no Passo das Tropas – Distrito de Pains, próxima a BR 392, Km 6 da Faixa de São Sepé, localizada na cidade de Santa Maria. O município de Santa Maria tem uma área de 1823,1 Km<sup>2</sup> e possui 243.396 mil habitantes, sendo que 230.468 mil habitantes encontram-se na zona urbana e na zona rural 12.928 mil habitantes, conforme dados do site da Prefeitura Municipal.

Este município localiza-se na Região Central do Rio Grande do Sul a 292 Km de Porto Alegre e cujo acesso rodoviário mais usado é pelas rodovias BR 158, BR 392, BR 287 e BR 509.

O setor terciário, comércio e prestação de serviços, absorve 80% da população ativa do município, o setor primário aparece em segundo lugar e, por último, o setor secundário que engloba indústrias de pequeno e médio porte.

A Escola Municipal de Ensino Fundamental “João da Maia Braga” foi fundada em 24 de abril de 1955. Em 1992, a escola foi ampliada e foi implantado o Ensino Fundamental completo.

Atualmente, a escola possui uma diretora, uma vice-diretora, uma vice-diretora de turno, uma professora para orientação pedagógica e educacional; três funcionários, uma professora de educação infantil, vinte e quatro professores do Ensino Fundamental, sendo dez das séries iniciais e quatorze das séries finais, e seis professores da Educação de Jovens e Adultos (EJA). A escola tem 477 alunos distribuídos no Ensino Fundamental e EJA, nos turnos da manhã, tarde e noite.

No ano de 2005, quando ocorreu a pesquisa, as séries iniciais do Ensino Fundamental eram compostas por 1ª, 2ª, 3ª e 4ª série, e as séries finais do Ensino

Fundamental por 5ª, 6ª, 7ª e 8ª série. Porém, neste ano, de 2006, o Ensino Fundamental passou a ser constituído por 1º, 2º, 3º, 4º e 5º ano para as séries iniciais e 6º, 7º, 8º e 9º ano para as séries finais.

O Ensino Fundamental, na Educação de Jovens e Adultos, é organizado por etapas, sendo distribuído por 1 e 2 com ensino globalizado e 4 e 5, por disciplinas.

A escola, como forma de proporcionar aos educandos possibilidades de planejamento interdisciplinar e a criação e desenvolvimento de projetos, adota a seriação por módulos.

O processo de ensino-aprendizagem é avaliado na forma de parecer descritivo, da Educação Infantil até as séries finais do Ensino Fundamental, no final de cada trimestre. A avaliação, portanto é formativa, e consiste na informação da situação em que se encontra o aluno, quanto ao desenvolvimento da aprendizagem e no alcance dos objetivos programados para o trimestre, é de forma constante, sistemática, cujo, resultado deve ser registrado através de anotações e relatórios do desempenho do aluno. Esta avaliação é um processo permanente de ação-reflexão-ação, entendido como constante diagnóstico, reconhecendo o conhecimento como uma construção histórica singular e coletiva dos sujeitos.

Sendo assim, o professor deve trabalhar de forma conjunta com as diversas áreas do conhecimento para que não avalie o educando apenas em aspectos comportamentais, mas sim como um todo, em seus aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais, exigindo assim a observação diária do professor. Além disso, deverá realizar a recuperação preventiva, na busca do sucesso no processo ensino-aprendizagem, através do acompanhamento constante de seu aproveitamento escolar.

A comunidade escolar abrange várias localidades que compõem o Passo das Tropas: Capivara, Pau-a-Pique e Passo do Verde, por ser a única escola da região com as séries finais do Ensino Fundamental. Sendo assim, a escola recebe os alunos oriundos de outras localidades mais afastadas que buscam concluir o Ensino Fundamental, devido a este fato, muitos alunos necessitam de transporte escolar para deslocar-se de suas residências até a Escola e utilizam as passagens estudantis fornecidas pela Prefeitura Municipal de Santa Maria, através de convênios com as empresas de transportes coletivos da cidade.

O terreno onde está localizada a escola possui 1400 metros quadrados, pertencente à Prefeitura Municipal de Santa Maria, o prédio escolar possui 8 salas de aula,

1 sala dos professores e salas especiais para Direção, Secretaria, Cozinha e Educação Infantil, além de instalações sanitárias. Também dispõe de uma quadra de esportes.

A escola dispõe de alguns recursos tecnológicos, que são insuficientes, um computador, de uso exclusivo da secretaria, uma impressora, uma televisão, um vídeo, um D.V.D., dois rádios e uma caixa de som.

A turma escolhida foi a 8ª série da escola, pois os conteúdos de funções e estatísticas seriam melhores desenvolvidos nesta série do Ensino Fundamental, sendo que era composta por 26 alunos, 15 meninos e 11 meninas, e dois acabaram desistindo, não completando o ano letivo.

A escola tem também como papel tratar de questões sociais e ambientais, desta forma, buscou-se desenvolver a Modelagem Matemática, por meio de uma experiência de ensino concreta, de forma a apresentar o ensino de matemática de uma maneira significativa.

### **1.3 A ESCOLA E A SITUAÇÃO ATUAL DO ENSINO DE MATEMÁTICA**

Até muito recentemente, a escola limitava-se na escolha entre ser tradicional e ser moderna. Embora isso não tenha desaparecido por completo, não responde a todas as questões atuais da escola.

Vive-se na era da globalização, da economia e das comunicações e, é dentro desse cenário, que a escola precisa atuar. Um cenário que coloca novos desafios para os educadores, onde crianças e jovens necessitam de uma educação para a diversidade.

Nesta nova disposição da educação, será necessária uma reconstrução do saber da escola e da formação do educador, refletindo constantemente sobre a sua prática, pois o professor deverá ser mais criativo, aprendendo com o aluno e com o mundo. A respeito dessa prática, Freire afirma: “Por isso é que, na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática” (1996, p.39).

O papel fundamental da educação, no desenvolvimento das pessoas e da sociedade em geral, amplia-se cada vez mais e aponta para a necessidade de se construir uma escola voltada para a formação de cidadãos, pois, segundo Sebastian Ferreira, “a escola hoje não tem somente responsabilidade de

formar seus alunos no saber-fazer, mas também no saber-ser. Formar o cidadão é um atributo da escola” (2001, p. 5), buscando, desta forma, proporcionar uma formação diferenciada que possa resgatar valores essenciais, oportunizando, com isso, uma educação voltada para o pleno exercício da cidadania.

Vive-se um período marcado por progressos científicos e tecnológicos, os quais definem exigências novas para os jovens que ingressarão no mundo do trabalho. Tal demanda impõe uma revisão dos currículos que orientam o trabalho cotidiano dos professores.

Como a Matemática faz parte desse currículo, é necessário desenvolver, nos alunos, novas habilidades e competências para empregar os instrumentos de seu meio e da sua cultura, de maneira que o educando seja capaz de pensar, avaliar processos, criticar, criar e agir.

O Ensino de Matemática, entre os obstáculos que se tem enfrentado, em todos os níveis, é um ensino centrado na figura do professor, que expõe e explica o conteúdo, prosseguindo com exemplos e exercícios de fixação, apoiando-se, em muitas vezes, exclusivamente, nos livros didáticos.

Essa prática não tem apresentado resultados satisfatórios com relação à aprendizagem dos conteúdos, pois são formas de resolução memorizadas pelos alunos, fazendo com que o educando perca totalmente o interesse pela Matemática, pois não consegue ver ligação entre o que aprendeu e a realidade.

Devido a isso, Torres afirma que: “Ao mesmo tempo, o problema no ‘ensino de Matemática’ é generalizado, sendo um problema manifestado tanto no rendimento acadêmico quanto na atitude negativa perante a matéria por parte de muitos estudantes”. (1994, p. 82)

No entanto, alguns esforços têm se apresentado para mudar essa situação, entre eles, a busca de novos conhecimentos, individualmente ou em grupos, por parte dos professores, que assumem atitude reflexiva, desenvolvendo práticas pedagógicas mais eficientes para ensinar Matemática, vivenciando uma educação mais crítica.

Para Skovsmove (2001), existem questões relacionadas com o currículo crítico e estão ligadas a aplicabilidade, as funções e as limitações do assunto, aos interesses e os pressupostos que se encontram por detrás do assunto.

Percebe-se, com isso, a importância da Matemática tratar de temas referentes à cidadania, como as questões sociais e ambientais que envolvem a sociedade atual, buscando com isso a sua aplicabilidade.

No que se refere à construção de uma prática diferenciada, para a área de Matemática, os Parâmetros Curriculares Nacionais constituem como um referencial que:

favoreça o acesso ao conhecimento matemático que possibilite de fato a inserção dos alunos como cidadãos, no mundo do trabalho, das relações sociais e da cultura. Os parâmetros destacam que a Matemática está presente na vida de todas as pessoas, em situações em que é preciso, por exemplo, quantificar, calcular, localizar um objeto no espaço, ler gráficos e mapas, fazer previsões. (BRASIL, MEC/ SEF, 1998, p. 59)

Com isso, entende-se que os Parâmetros Curriculares Nacionais, por meio do Ministério da Educação, começam a se preocupar com diretrizes próprias para o Ensino Fundamental, onde se faz a descoberta de um conhecimento matemático por processos do conhecimento da realidade, onde o aluno tem participação privilegiada, bem como a preocupação para com o objetivo principal, que é o da formação do cidadão.

Sendo assim, para que possa vivenciar uma educação crítica, formadora de cidadania e de opinião, a escola, juntamente, com a Matemática não pode dissociar os currículos da realidade, para isso, cabe ao educador, através da formação continuada, buscar uma metodologia apropriada ao desenvolvimento destas competências, superando as práticas fundamentadas na exposição, cópia e reprodução de conhecimentos. Em contraposição ao domínio de conteúdos, o estímulo à pesquisa, o espírito crítico e questionador, a busca da informação e da solução aos problemas do cotidiano. O professor necessita teorizar sobre a sua prática docente, pesquisar e elaborar conhecimentos, orientando os alunos para uma aprendizagem significativa.

Em face dessas considerações, seguem o problema e os objetivos da pesquisa do presente trabalho.

#### **1.4 PROBLEMA DA PESQUISA**

Buscou-se delimitar o tema da pesquisa, de forma a apresentar o ensino de matemática de uma maneira significativa, uma vez que é também papel da escola tratar de questões que interferem na vida dos alunos e contribuir para a compreensão das questões sociais e ambientais relacionadas com os riscos da poluição, em especial, do ar, do solo e das águas. Assim,



esta pesquisa foi guiada pelo seguinte problema: *É possível, por meio da estratégia da Modelagem Matemática, levar os alunos a compreender e analisar as conseqüências da poluição ambiental e, ao mesmo tempo, aprender conceitos significativos de Matemática sobre Funções e Estatística?*

## **1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Buscando coerência com o problema a ser investigado, foram estabelecidos os seguintes objetivos de pesquisa:

### **1.5.1 Objetivo geral**

Verificar em uma experiência de ensino concreta, envolvendo, concomitantemente, funções e estatística com o tema poluição do ar, do solo e das águas, as possibilidades da Modelagem Matemática contribuir para o aprendizado da Matemática.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

Diagnosticar a concepção que alunos da 8<sup>a</sup> série do Ensino Fundamental têm sobre o ensino de Matemática;

Selecionar e organizar dados sobre a poluição do ar, do solo e da água, com a intenção de interpretá-los e produzir informações relevantes sobre conteúdos específicos de matemática como funções e estatística;

Propor situações-problema a partir dos dados obtidos, que permitam a assimilação crítica do tema em estudo;

Construir modelos matemáticos a partir dos dados obtidos sobre poluição e analisá-los do ponto de vista matemático e social;

Analisar criticamente a validação das soluções das situações-problema propostas, com vistas a uma compreensão concreta da realidade social e do conteúdo matemático em estudo.

## **2 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Para a realização de uma pesquisa, segundo Lüdke e André (1986), é necessário se promover o confronto dos dados, das evidências e das informações que foram coletadas sobre um determinado assunto. Isso ocorre, segundo essas pesquisadoras, a partir de um problema, que desperta interesse e inquietação do pesquisador.

Neste capítulo são apresentados a abordagem metodológica, os sujeitos participantes da pesquisa e os instrumentos de coleta de dados.

### **2.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA**

O presente trabalho, do tipo pesquisa-ação, foi desenvolvido por meio de uma abordagem qualitativa de pesquisa, uma vez que se pretendia trabalhar com o pensamento do sujeito-aluno, analisando os pormenores das respostas na sua complexidade. De acordo com D'Ambrósio:

A pesquisa qualitativa é muitas vezes chamada etnográfica, ou participante, ou inquisitiva, ou naturalística. Em todas essas nomenclaturas, o essencial é o mesmo: a pesquisa é focalizada no indivíduo, com toda a sua complexidade, e na sua inserção e interação com o ambiente sociocultural e natural. O referencial teórico, que resulta de uma filosofia do pesquisador, é intrínseco ao processo. Naturalmente a interação pesquisador-pesquisado é fundamental e por isso essa modalidade é muitas vezes chamada pesquisa-ação. (1996, p.102)

Percebe-se que para D'Ambrósio (1996), a pesquisa qualitativa focaliza-se, totalmente, no indivíduo e no ambiente em que está inserido, desta forma, a interação entre o pesquisador e seus pesquisados é essencial, pois buscam, conjuntamente, a resolução de um problema ou uma ação coletiva, por isso, para ele esta pesquisa muitas vezes é chamada pesquisa-ação.

Bogdan e Biklen apud Lüdke e André (1986) apresentam algumas características básicas para conceituar a abordagem qualitativa, entre elas a que possui o ambiente natural como sua fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento. Com relação aos dados coletados são

predominantes descritivos e todos considerados importantes como as descrições de pessoas, situações e acontecimentos. Existindo uma maior preocupação com o processo do que com o resultado final. Outra característica é com relação ao significado que as pessoas dão as coisas e à sua vida. E para finalizar, a pesquisa tende a adotar um processo indutivo na análise dos dados.

Observando as características citadas, percebe-se que o pesquisador deve ter calma na coleta dos dados, pois o método qualitativo se diferencia por um completo envolvimento com a realidade do grupo estudado.

Para que ocorra um melhor entendimento do problema, os dados devem ser coletados por instrumentos como: questionários, observação e análise das atividades do grupo.

Pode-se dizer que a abordagem qualitativa apresenta-se com um amplo potencial para se conhecer e entender os problemas que envolvem a Educação e todo o contexto escolar.

Os procedimentos da pesquisa foram propostos por meio da pesquisa-ação, pois se caracteriza pelo total envolvimento do pesquisador e dos pesquisados. De acordo com o que se pode verificar em uma de suas definições, a pesquisa-ação, segundo Thiollent apud Gil:

[...] é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos do modo cooperativo ou participativo. (1994, p. 48)

Segundo Gil (1994), no que se refere à pesquisa-ação, que é um tipo de pesquisa social, todo o processo envolve: planejamento, formulação do problema, coleta, análise e a interpretação dos dados. Percebe-se que as dimensões propostas para a pesquisa-ação podem ser diluídas, concomitantemente, por estarem muito próximas, nas etapas da Modelagem Matemática.

Portanto, este trabalho, desenvolvido em uma turma de 8ª série, apresentou uma abordagem metodológica de pesquisa do tipo qualitativo, pois a pesquisadora teve total familiaridade com o grupo pesquisado, não numerando ou medindo estatisticamente a análise do problema.

## 2.2 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Neste trabalho, desenvolveu-se o estudo de unidades de ensino sobre funções e estatística, com os alunos da 8ª série da Escola Municipal de Ensino Fundamental João da Maia Braga, em Santa Maria, concomitante ao tema: poluição do ar, do solo e da água, tendo a Modelagem Matemática como estratégia de ensino-aprendizagem e a pesquisa-ação como abordagem metodológica da investigação.

Para poder encaminhar o trabalho em sala de aula, se propuseram alguns passos descritos por Burak (2004). O autor coloca que a Modelagem Matemática é desenvolvida em cinco etapas: escolha do tema; pesquisa exploratória; levantamento dos problemas; resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema; e análise crítica da(s) solução (es).

Na experiência realizada, com base nas etapas citadas, neste trabalho, a 1ª etapa do encaminhamento com Modelagem Matemática, ou seja, a escolha do tema, foi previamente definida, e se refere à poluição do ar, do solo e da água, bem como, os conteúdos específicos a serem trabalhados: funções e estatística.

Nesse sentido, D'ambrósio afirma que:

A questão ambiental se apresenta com urgência como tema central nos programas escolares. Dificilmente, essas questões poderão ser abordadas sem matemática. Isso implica a apresentação de novos conteúdos e metodologias que permitam capacitar o aluno para o fazer matemático, como aquilo que a modelagem possibilita. (2001, p.17)

Para D'ambrósio (2001), a matemática não pode excluir questões e problemas que afetam o mundo, como a questão ambiental, com isso, precisa-se lançar mão de novas maneiras para um trabalho interdisciplinar, desta forma, o trabalho com Modelagem Matemática buscou, por meio do tema: poluição do ar, do solo e das águas, relacionar um problema mundial com a disciplina de matemática.

Segundo Burak (2004), na fase da pesquisa exploratória da modelagem, o conteúdo matemático a ser explorado é determinado pelos problemas desenvolvidos em decorrência da pesquisa. Nessa etapa, buscou-se conhecer as dimensões sociais e ambientais da realidade do tema. A coleta de dados e a obtenção de informações ofereceram elementos para a análise qualitativa e quantitativa, e foi feita pelos alunos e pelo professor.

Esses dados, que servem para compreensão e discussão do problema, foram coletados por meio de questionários, pesquisas bibliográficas em livros, jornais, revistas e Internet. No levantamento dos problemas, que é a 3ª etapa, os alunos fizeram a investigação desses dados coletados, onde, ao traduzir algumas observações em dados quantitativos, conferiram uma nova conotação e organização dos dados numéricos obtidos, oferecendo possibilidades ao grupo de discutir, buscando um pensamento mais coerente e lógico para o levantamento dos problemas e a compreensão da situação em estudo.

A próxima fase, que é a 4ª etapa, se constituiu na resolução do(s) problema(s) que, de acordo com Burak (2004), é a fase pela qual se determinam os conteúdos a serem trabalhados para a solução(es) do problema(s). Na Modelagem Matemática, esse momento é muito rico, pois ocorre a aplicação dos conteúdos matemáticos que ganham significados.

Mesmo se deparando com situações que possuem origem em outros campos, como o do tema em questão, os alunos são estimulados a usar idéias, conceitos e algoritmos matemáticos para abordá-las. A construção de modelos matemáticos que ocorre nessa etapa, embora simples como uma tabela, por exemplo, se constitui em momento especial para a formação do pensar matemático, pois permite a tomada de decisão.

Finalmente, a última etapa se refere à análise crítica das soluções, ou seja, fazer a verificação da solução retornando à situação-problema investigada, avaliando sua validação.

Desta foram, a ação pedagógica, durante o desenvolvimento deste projeto, tentou se aproximar das recomendações de Ferruzzi:

Durante as atividades de Modelagem matemática, o professor deve comportar-se como um orientador, como um coordenador das atividades, tentando solucionar as dúvidas dos alunos, intervir

quando solicitado e recomendar bibliografias que possam auxiliar os alunos, comportando-se assim como um norteador de idéias. É importante que os alunos reflitam sobre o seu trabalho. Assim, o professor não deve responder diretamente as questões, mas sim, usar questões que os incentivem a refletir sobre o seu desenvolvimento.

É importante também que os alunos sejam incentivados a justificar seus procedimentos e que explicitem matematicamente suas conclusões, para que assim, reflitam sobre o seu próprio trabalho. Assim, a atitude do professor visa à orientação dos trabalhos, oferecendo apoio, provocando discussões, realizando ligações entre o conhecimento do aluno e os conteúdos a serem apresentados. (2004, p.11)

Ferruzzi (2004), ao colocar que o professor, durante o trabalho com Modelagem Matemática, deve comportar-se como um orientador, coordenando e intervindo quando necessário ou solicitado, percebe-se que suas recomendações vêm ao encontro da pesquisa desenvolvida com o tema em questão, pois a professora estimulou o diálogo entre ela e os alunos, para que os mesmos pudessem participar, discutindo e refletindo sobre as atividades que estavam sendo desenvolvidas.

Ao se experienciar, através deste trabalho, a Modelagem como estratégia de ensino-aprendizagem, verificou-se a sua contribuição para a investigação, por meio da Matemática, de situações-problema do cotidiano dos alunos e, em que sentido essa abordagem leva a uma aprendizagem concreta da Matemática.

### **2.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA**

Os participantes desta pesquisa são alunos da 8ª série do Ensino Fundamental da Escola Municipal “João da Maia Braga”, da cidade de Santa Maria, no Rio Grande do Sul. Esses alunos foram escolhidos por serem da última série do Ensino Fundamental, acreditando-se assim, terem mais condições e conhecimentos matemáticos, o que facilitaria a estratégia de Modelagem Matemática, pois os conteúdos de funções e estatísticas seriam melhores desenvolvidos na série em questão.

O grupo de participantes da turma, inicialmente, foi composto por 26 alunos, 15 meninos e 11 meninas, provenientes de duas turmas da 7ª série que se uniram em uma única turma de 8ª série. São alunos que se encontravam em

uma faixa etária de 14 a 15 anos de idade. No decorrer do trabalho, dois integrantes acabaram desistindo, não completando o ano letivo.

## 2.4 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Lüdke e André (1986) colocam que quando se analisa dado qualitativo, se trabalha todo o material, como os relatos de observações, as transcrições e informações que se tenha obtido durante o processo de pesquisa.

Na presente pesquisa, para verificar o desempenho dos alunos frente à estratégia de Modelagem Matemática foram utilizados dois questionários, como técnicas para a obtenção de dados.

Pode-se definir questionário, de acordo com Gil:

Como a técnica de investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões apresentadas por escrito às pessoas, tendo por objetivo o conhecimento de opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc. (1994, p. 124)

Na fase inicial da pesquisa foi aplicado o primeiro questionário (Apêndice A), para identificar as percepções dos alunos sobre o ensino de matemática. Neste questionário foram apresentadas dez questões abertas, cujo objetivo foi analisar como o aluno vê a disciplina de Matemática em relação às aplicações práticas no seu cotidiano, constatando o tipo de sentimento que ela desperta no aluno, averiguando suas dificuldades em relação à maneira como o professor ensina matemática e o que mais dificulta a aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

A professora, antes de aplicar o questionário, explicou que ele fazia parte da pesquisa sobre a aprendizagem da Matemática por meio do tema: “Poluição do ar, do solo e das águas”, onde se iria, conforme já havia falado para eles, aplicar Modelagem Matemática.

Ao receberem o questionário, esse foi lido para que não houvesse dúvidas quanto às perguntas e foi pedido que respondessem sem se identificar, para que não ocorresse nenhum constrangimento.

A professora solicitou a contribuição dos alunos para responderem o questionário, que foi respondido por 26 alunos, os quais apresentaram uma certa dificuldade para responder as perguntas.

Após concluir o trabalho com Modelagem Matemática, foi aplicado o segundo questionário (Apêndice C) aos alunos, cuja finalidade foi analisar se houve mudança no sentimento e no modo de aprender Matemática, bem como se o aluno achou interessante trabalhar os conteúdos matemáticos, conjuntamente, com o tema proposto e se essa estratégia facilitou a sua compreensão nos conceitos trabalhados.

Neste questionário apresentou-se oito questões abertas, as quais foram lidas para que não houvesse nenhum tipo de dúvida, e foi colocado que ficaria a critério do aluno a sua identificação ou não no questionário.

O segundo questionário foi respondido na última aula do ano letivo, por 23 alunos, sendo que um aluno não havia comparecido neste dia e dois alunos haviam evadido.

Outro instrumento utilizado na pesquisa, como técnica de coleta de dados, foi a observação, que segundo Gil: “constitui elemento fundamental para a pesquisa”. (1994, p. 104)

As observações realizadas em sala de aula, por meio de pautas de observações (Apêndice D), foram planejadas, cuidadosamente, para que fossem extremamente autênticas e verdadeiras.

Outra característica importante, da qual se fez uso, para que ocorresse a fidelidade das observações, foi que as transcrições realizaram-se com uma frequência diária pela professora.

Para que ocorra maior acuidade e seriedade, Lüdke e André (1986) colocam que as frequências das anotações feitas pelo observador devem ser feitas o mais próximo possível do momento da observação.

Nesta pesquisa, a observação foi ativa e participante, pois a professora, no papel de observar o grupo revelou os objetivos do estudo desde o primeiro momento, e sempre que necessário solicitou esclarecimentos ao grupo sobre as atividades em desenvolvimento.

Nessa posição, de observador participante, segundo Lüdke e André “o pesquisador pode ter acesso a uma gama variada de informações, até mesmo confidenciais, pedindo cooperação ao grupo.” (1986, p. 29)



O conteúdo das observações nas abordagens qualitativas, segundo Bogdan e Biklen apud Lüdke e André (1986) devem envolver uma parte descritiva e outra reflexiva.

A parte descritiva compreende o registro das anotações que ocorrem *in loco*, ou seja, a descrição dos sujeitos, a reconstrução de diálogos, a descrição do local, do ambiente onde se realiza a pesquisa, bem como a descrição das atividades e o comportamento das pessoas. Já na parte reflexiva das anotações, inclui as observações pessoais feitas pelo observador, como problemas, sentimentos, idéias e impressões.

Neste capítulo, portanto, foram apresentados, em forma de síntese, os pressupostos metodológicos, os passos e os instrumentos utilizados na pesquisa.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a esperança de melhorar o Ensino de Matemática, cada vez mais, há discussões crescentes no que tange as mudanças com relação à escola, à sala de aula e à prática do professor, procurando desvincular-se de um ensino abstrato, centrado na figura do professor, ligado a uma aula de matemática sem relação com a vida cotidiana, onde o professor fala, o aluno escuta e repete, não participando da construção de seu conhecimento.

O contexto atual é de um mundo globalizado, onde os meios de comunicação apresentam informação abundante e variada de modo muito atrativo, fazendo com que os alunos entrem em contato com diferentes assuntos, que expressam pontos de vista e valores diversos, despertando o interesse, não só porque dizem respeito a sua vida ou ao mundo, como também por serem exibidos de maneira atraente, em tabelas, diagramas, fluxogramas, gráficos. Tanto é importante considerar e utilizar esses conhecimentos adquiridos fora da escola, como é fundamental dar condições a fim de que os alunos se relacionem com essa diversidade de informações. Sendo assim, para que possa vivenciar uma educação crítica, formadora de cidadania e de opinião, a escola não pode dissociar os currículos da realidade.

Da mesma forma que a matemática faz parte deste currículo e também do mundo, para que seja possível cumprir a sua função de contribuir na formação de indivíduos capazes de opinar, construindo uma sociedade mais democrática, necessita participar dos processos de transformação e construção da realidade, devendo estar aberta a novos comportamentos e percepções. Segundo Barbosa, “Mais do que informar matematicamente, é preciso educar criticamente através da matemática” (2003a, s.n.p.).

Com isso, teremos indivíduos capazes de atuar, analisar, criticar e opinar em assuntos e debates baseados em matemática.

No que diz respeito a esse aspecto, os Parâmetros Curriculares Nacionais colocam:

[...], a matemática pode dar sua contribuição à formação do cidadão ao desenvolver metodologias que enfatizem a construção de estratégias, a comprovação e justificativa de resultados, a criatividade, a iniciativa pessoal, o trabalho coletivo e a autonomia

advinda da confiança na própria capacidade para enfrentar desafios.  
(BRASIL, MEC/ SEF, 1998, p. 27)

Como ativos participantes do trabalho, os professores de matemática necessitam, também, refletir sobre ausências de situações de interesse, curiosidade, criatividade, motivação, pesquisa em suas aulas e encontrar possibilidades de criar, em sala de aula, um ambiente que venha propiciar momentos de construção de conhecimento, de descoberta, de troca de idéias, de produção de significados e de crítica, visando, para isso, tratar de questões e assuntos do dia-a-dia, partindo da realidade do aluno.

Para que se possa mudar essa prática, o professor de matemática precisa buscar transformar o espaço escolar do aprendiz, tornando-o mais significativo e participativo, aproximando a teoria da prática e a prática da teoria, com uma postura interdisciplinar, permitindo assim, o desenvolvimento de habilidades a partir de experiências vivenciadas.

É nas experiências e necessidades cotidianas, que os alunos irão desenvolver capacidades que lhes permitam lidar com a atividade matemática, reconhecendo os problemas, buscando e selecionando informações para a tomada de decisões. Cabe à escola potencializar essa capacidade, para que a aprendizagem ocorra com melhores resultados.

Um modo, entre muitos outros, de tratar a matemática de forma que a mesma esteja próxima da vida do aluno, permitindo que esse possa compreender e atuar no mundo atual é por meio da Modelagem Matemática, com a obtenção de modelos matemáticos ou a resolução de situações – problema a serem propostos.

### **3.1 A MODELAGEM MATEMÁTICA**

A Modelagem Matemática se apresenta como uma proposta alternativa de mudança de um ensino tradicional para um ensino que enfatiza a educação pela pesquisa, com atividades de exploração e investigação.

Para auxílio no entendimento e no desenvolvimento da Modelagem Matemática, buscou-se apoio em autores como Carlos Rodney Bassanezi (2002), Maria Sallet Biembengut (1999, 2002), Jonei Cerqueira Barbosa (2001, 2003, 2004), Ademir Donizeti Caldeira (2004), Dionísio Burak (2004),

Lourdes Maria Werle de Almeida (2003) e Nilce Fátima Scheffer (1999), entre outros.

Apesar de não ter uma única definição de Modelagem Matemática e cada autor ter construído uma visão a partir de suas experiências, pode-se dizer que existem pontos em comum entre eles, ao relacionar a Matemática com a realidade, fazendo uma ligação com o cotidiano.

Segundo Machado (2006), ao se resolver um problema da realidade por meio da Modelagem Matemática, costuma-se dizer que se está aplicando a Matemática. As expressões “aplicações e Modelagem” são muito usadas para relacionar a Matemática com a realidade, porém se faz necessário diferenciar esses termos.

As aplicações focalizam, de acordo com Machado (2006), partes do mundo real que são acessíveis a um tratamento matemático, para os quais já existe um modelo matemático correspondente.

A Modelagem faz o caminho inverso, parte da realidade de outras áreas do conhecimento como a Biologia, a Geografia, a Economia e outros, transformando-a em problemas matemáticos.

Para se ter uma visão mais abrangente da Modelagem Matemática, apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o assunto apontando os autores mais citados.

Segundo Bassanezi, “a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los, interpretando suas soluções na linguagem do mundo real” (2002, p.16).

Nesse sentido, Bassanezi (2002) acredita que os professores, ao ensinarem, passam o conhecimento de uma maneira interessante, por ser útil, e estimulante, por ser fonte de prazer.

A Modelagem Matemática no ensino, de acordo com Biembengut, “pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ainda desconhece [...] Isso porque é dada ao aluno a oportunidade de estudar situações-problema por meio de pesquisa, desenvolvendo seu interesse e aguçando seu senso crítico” (2002, p.18).

Ao se referir à nova postura de trabalho, baseada na Modelagem Matemática, Caldeira (2004) coloca que o instrumento motivador é a própria

visão que o aluno possui, enquanto cidadão e em relação a suas necessidades emergentes do cotidiano.

A Modelagem matemática, para Scheffer:

envolve **problematização** porque busca uma situação do interesse dos alunos, dando origem à comunicação, diálogo, perguntas, curiosidades e partindo para a formulação e resolução do problema em questão. Envolve o **cognitivo**, porque leva o aluno a pensar para formular, buscar modelo e resolver a situação-problema de origem em questão; e o **afetivo**, já que, nesse movimento, o gosto e prazer pelo trabalho com matemática ocorre através de uma atividade que envolve o aluno integralmente. (1999, p. 14) [grifo do autor].

Para Barbosa, “a Modelagem é um ambiente de aprendizagem, no qual, os alunos são convidados a problematizar e investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade” (2004, p.4).

Araújo apud Machado (2006), entende que a Modelagem é uma abordagem matemática, de um problema não-matemático da realidade, escolhido pelos alunos, de tal maneira que as questões da Educação Matemática Crítica fazem o embasamento do desenvolvimento do trabalho.

Percebe-se que um dos fatores que vem sendo dado destaque a essa abordagem metodológica no ensino de Matemática é com relação a escolha do problema, que deve ser feita pelos alunos.

Dando continuidade a revisão, D’Ámbrósio apud Scheffer (1999) coloca que a Modelagem Matemática ocorre por meio da dinâmica da realidade - reflexão sobre a realidade, resultando em uma ação planejada e consciente, que ocorre por meio da construção de modelos. O modelo seria o ponto de ligação entre as informações captadas pelo indivíduo e sua ação sobre a realidade, dando condições de análise dessa realidade.

A construção de modelos matemáticos, embora simples como uma tabela, por exemplo, constitui-se em momento especial para a formação do pensar matemático, pois permite a tomada de decisão sobre um problema real.

Segundo Biembengut (2002), modelo matemático seria um conjunto de símbolos ou de relações matemáticas que traduz um fenômeno ou um problema da realidade, conforme apresentado na figura 1.

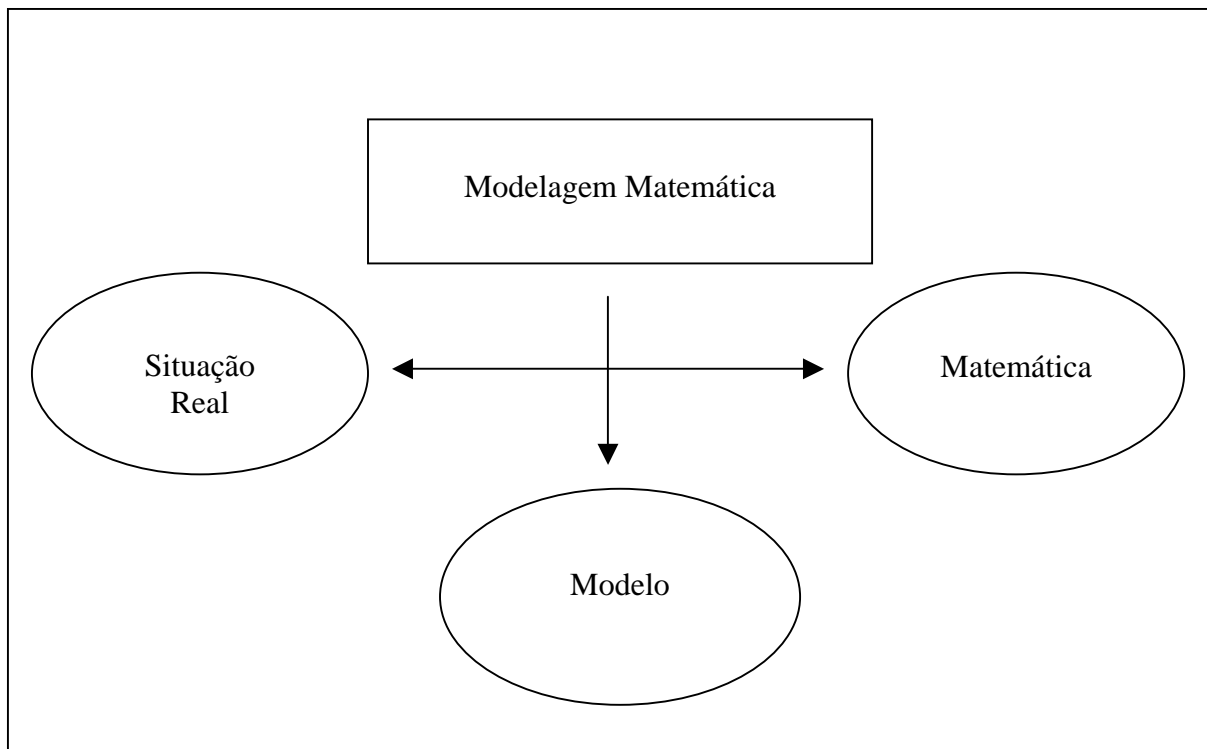


Figura 1: Esquema do processo da Modelagem Matemática  
 Fonte: BIEMBENGUT, 2002, p. 13

Para Biembengut, conforme mostrado no esquema anterior, pode-se dizer que “matemática e realidade são dois conjuntos disjuntos e a modelagem é um meio de fazê-las interagir” (1999, p. 20).

Essa interação, para a autora, permite a representação de uma situação “real” por meio do “ferramental” matemático – modelo matemático.

Ao se referir ao modelo matemático, a partir de um tema proposto, Barbosa enuncia:

Modelagem na Educação matemática, por vezes, não conduz à construção de modelos propriamente ditos, [...]. À medida que não compreendo atividades de Modelagem contendo encaminhamentos e fins a priori, sustento que os alunos podem investigar matematicamente uma dada situação, sem necessariamente construir um modelo matemático. O importante - assim julgo - não é a construção do modelo em si, mas o processo de indagação e investigação, que pode, ou não, envolver a formulação de um modelo matemático propriamente dito. (2001, p. 36)

No que diz respeito ao modelo matemático, Bassanezi apud Machado (2006) enfatiza que é uma representação que se aproxima da realidade e que não deve ser considerada definitiva, acreditando que o mais importante não é encontrar de imediato um modelo, mas caminhar, acompanhando as etapas em que o conteúdo matemático vai sendo aplicado.

Scheffer (1999) propõe a partir de esquemas já estabelecidos, o seguinte esquema para a Modelagem Matemática:

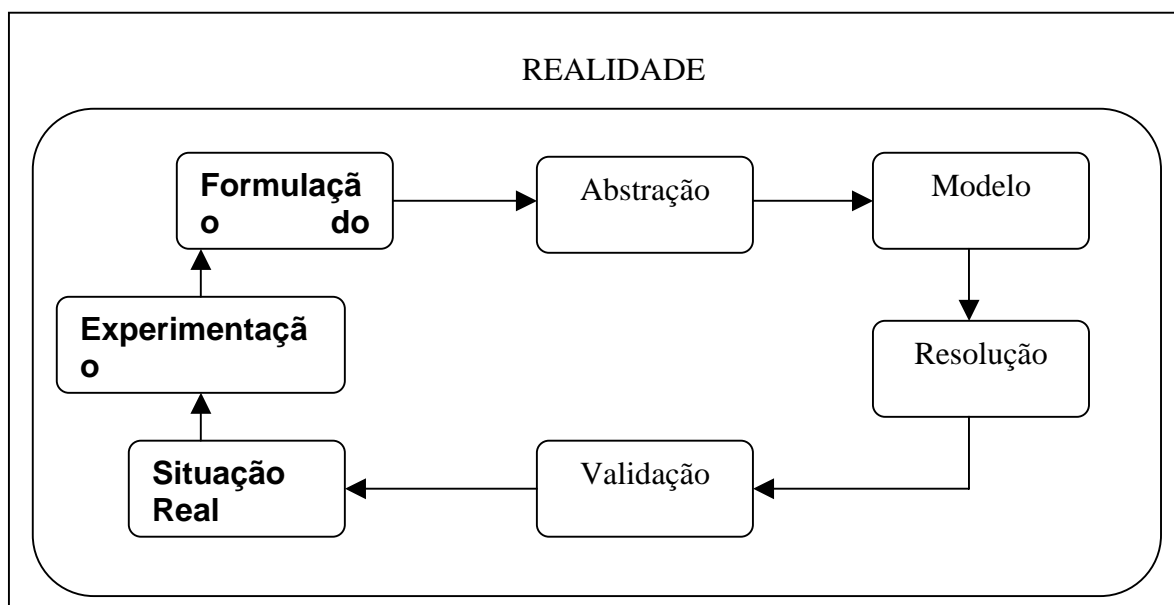


Figura 2: Esquema para a Modelagem Matemática  
Fonte: SCHEFFER, 1999, p. 14

Para a autora, todo o meio sensível com os dados, a Matemática, o ser humano, suas curiosidades e anseios, é denominado Realidade.

Quando Scheffer (1999) se refere à Situação Real, está se referindo ao problema do cotidiano com o qual o aluno se depara, podendo estar relacionado a um tema em estudo ou a uma situação vivida pelo aluno.

Ao se decidir a situação-problema que se quer estudar, o aluno deve se familiarizar com o tema ou assunto a ser pesquisado, por meio de livros e revistas.

A Experimentação, para a autora, é o momento da obtenção de dados que, experimentais ou empírico, possam vir a colaborar para a compreensão do problema, a busca do modelo, sua modificação, se necessário, e sua validação.

Este é o momento da coleta de dados, onde se deve classificar as informações e selecionar variáveis relevantes.

A Formulação do Problema, para Scheffer, é um momento de criatividade, onde se dá a elaboração e representação do problema, que deve ser cheio de significado, relacionado-o com a realidade e com os questionamentos, anseios e curiosidades na forma matemática.

Ao empregar o termo de Abstração, para o próximo passo do esquema, a autora explica que usou este termo, para um tipo de conhecimento que se retira das relações, que se fazem em nível de pensamento. A Abstração é a compreensão e interpretação do problema, processo que leva a construção do modelo. Momento de transferência da linguagem para a representação matemática.

De acordo com Scheffer, o Modelo substitui a linguagem natural por uma linguagem matemática. Para determinada situação ou fenômeno, o Modelo Matemático é criado como meio de auxílio à compreensão e interpretação da realidade.

Na Resolução, ocorre a tentativa de resolver o modelo matemático que resultou da formulação do problema. Nesse processo, ocorre a interpretação do modelo.

A Validação, segundo a autora, se dá por meio da relação entre a solução matemática com a situação inicial. É o momento em que pode-se verificar a implicação social do modelo e sua generalização para situações semelhantes.

Nesta fase, ocorre, também, o processo de decisão de aceitação ou não do modelo, verificando a sua adequabilidade, retornando a situação investigada, analisando a sua validação, por meio da verificação dos resultados obtidos.

Este processo não é linear, conforme coloca Scheffer, pois as várias fases ocorrem de forma combinada e globalizada em torno de um tema em estudo.

Diferentemente do tradicional, ao se aplicar a Modelagem Matemática em sala de aula, redefine-se o papel do aluno, do professor e de sua avaliação.

O papel do aluno com a Modelagem Matemática não é mais de mero ouvinte, ele passa a ter uma participação atuante na construção do seu



conhecimento, sendo capaz de pensar, criar e estabelecer relações com a realidade.

O papel do professor muda de comunicador do conhecimento, conforme Onuchic, para o de “observador, organizador, consultor, mediador, interventor, controlador e incentivador da aprendizagem” (1999, p.216).

Em relação à avaliação, esta adquire um caráter contínuo e acompanha todo o decorrer das atividades de Modelagem Matemática.

O movimento de Modelagem tem tomado como base sua argumentação em cinco pilares, que destacam as conseqüências e a importância do uso de Modelagem Matemática no currículo. Muito se tem discutido sobre as razões para incluir a Modelagem no currículo, de acordo com Blum, citado por Barbosa (2003b, p.67):

- Motivação: os alunos sentir-se-iam mais estimulados para o estudo de matemática, já que vislumbrariam a aplicabilidade do que estudam na escola;
- Facilitação da aprendizagem: os alunos teriam mais facilidade em compreender as idéias matemáticas, já que poderiam conectá-las a outros assuntos;
- Preparação para utilizar a matemática em diferentes áreas: os alunos teriam a oportunidade de desenvolver a capacidade de aplicar matemática em diversas situações, o que é desejável para moverem-se no dia-a-dia e no mundo do trabalho;
- Desenvolvimento de habilidades gerais de exploração: os alunos desenvolveriam habilidades gerais de investigação;
- Compreensão do papel sócio-cultural da matemática: os alunos analisariam como a matemática é usada nas práticas sociais.

Refletindo sobre essas assertivas, percebe-se as contribuições que a Modelagem Matemática oferece para o ensino-aprendizagem, onde o professor tem a possibilidade de transformar sua prática em algo que estejam presentes a motivação e o interesse, a vontade de aprender, a participação e a colaboração, a aplicabilidade e a utilidade, a investigação e a pesquisa, a reflexão e a crítica.

A Modelagem Matemática vem ao encontro de todas essas perspectivas, pois busca, de acordo com Almeida e Brito, “o desenvolvimento de um pensamento mais crítico e reflexivo no estudante” (2003, p.1).

Desta forma, a modelagem matemática é um processo que acaba envolvendo a realidade e a matemática, mediante a qual se definem estratégias de ação, que oferecem ao aluno condições para a análise global da

realidade, reforçada pelos significados da cultura em que está inserido, construindo um saber contextualizado entre a realidade e a matemática.

A Modelagem Matemática tem sido utilizada em diferentes contextos e níveis de ensino, como cursos de aperfeiçoamento, em cursos regulares, em cursos de pós-graduação, em nível de especialização e mestrado.

Segundo Burak (2004), o trabalho de Modelagem Matemática, no Brasil, começou na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, na década de 80, com um grupo de professores coordenados pelo Prof. Dr. Rodney Carlos Bassanezi, em Biomatemática.

Em uma turma do curso regular de Engenharia de Alimentos, na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral, o professor Rodney realizou uma experiência com Modelagem que ocorreu de forma satisfatória, mesmo tendo um programa definido da disciplina.

Nos cursos de especialização para professores, de acordo com Burak, a Modelagem Matemática na Educação Brasileira teve início em 1983, na UNICENTRO, antiga Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Guarapuava – FAFIG, no Paraná.

Ao iniciar o programa de Mestrado em Ensino de Matemática, na UNESP – Rio Claro, segundo Burak (2004), muitos foram os adeptos, pois a grande procura dos professores era em encontrar formas de ensinar Matemática para o Ensino Fundamental e Médio.

A partir daí, os trabalhos enfocando a Modelagem começaram a aparecer sob formas de artigos e de dissertações.

Em Modelagem Matemática busca-se relacionar os conteúdos e conceitos matemáticos com situações-problema do dia-a-dia, para que se possa educar matematicamente.

Para Almeida e Brito:

A relevância da Matemática em diversas atividades sociais e profissões, hoje fortemente estabelecida, e a sua contribuição para uma cidadania informada e consciente, fazem com que a Modelagem Matemática seja percebida como uma perspectiva importante em busca de melhorias no processo de ensino e aprendizagem da matemática (2003, p. 1)

Além de relacionar os tópicos matemáticos com situações-problema do cotidiano, no caso do tema desta dissertação, que é a poluição, se faz necessário, também, alertar e mostrar os riscos que hoje corremos, pois a humanidade enfrenta um crescente desafio, que é o de manter o Planeta Terra em condições de sobrevivência e de desenvolvimento para as gerações futuras.

### **3.2 O TEMA: POLUIÇÃO DO AR, DO SOLO E DAS ÁGUAS**

Baseado nos pressupostos de que a Modelagem Matemática é um processo que envolve a Matemática com a realidade, construindo um saber contextualizado, que possibilita ao aluno condições de realizar uma análise global dessa realidade, o tema a ser trabalhado com a Modelagem Matemática foi previamente determinado: poluição do ar, do solo e da água.

A poluição tem se apresentado, nos dias de hoje, como uma das principais preocupações no que diz respeito à preservação do Planeta.

Os problemas apresentados pela poluição do ar, do solo e das águas, têm exigido o desenvolvimento de pesquisas e de novas tecnologias, o aprimoramento das políticas ambientais, assim como a realização de congressos e seminários em busca de meios para conter o processo de degradação ambiental.

A poluição, como se sabe, interfere no equilíbrio ambiental, na vida dos seres humanos, animais e vegetais, pois ao se lançar vastas quantidades de poluentes na atmosfera, resultantes de atividades humanas, não só se está elevando o nível de contaminação do ar, provocando impactos ambientais, mas também, provocando sérios danos à saúde. A contaminação do solo é outra preocupação ambiental, visto que acaba interferindo no ambiente global da área afetada, contaminando, além do solo, as águas subterrâneas e superficiais.

Ao relatar as preocupações com a poluição do Planeta, justifica-se a escolha do tema, bem como esta dissertação uma vez que se pretende, com a mesma, contribuir, de forma significativa, no entendimento de questões - problema da matemática fortemente vinculadas ao contexto de problemas sociais atuais.

### 3.2.1 Poluição do ar

O ar puro constituído, exclusivamente, por oxigênio e azoto não existe na natureza, segundo Mouvier, “Na realidade, o ar sofre sempre a contaminação de outros gases, sem falar na possível existência de partículas, quer líquidas, tal como as que compõem as nuvens e os nevoeiros, quer sólidas, tal como as poeiras” (1995, p. 9)

No entanto, segundo o autor, além dos dois gases citados, o ar contém vários outros componentes gasosos, como o vapor de água e o gás carbônico, que são indispensáveis à vida, enquanto outros se constituem em poluentes, que são considerados mais ou menos nocivos.

Os poluentes podem ter diversas origens, chamadas fontes. Essas fontes resultam da emissão de gases lançados na atmosfera, como, por exemplo, no escape dos automóveis.

Ao falar de poluição atmosférica, coloca-se que são consideradas poluentes, as substâncias que apresentam uma concentração suficiente, segundo o autor, para provocar efeitos mensuráveis, tanto no homem, como nos animais e nas plantas, isto vale, também, para um dos componentes gasosos do ar: o gás carbônico, que aumentando a sua concentração, passa a ser um poluente.

Os problemas de poluição do ar (atmosfera) não são recentes. No passado, no entanto, a poluição do ar se restringia ao meio ambiente local, em uma pequena área urbana ou sobre uma cidade.

Existem, porém, segundo Branco e Murgel (1995), algumas substâncias que produzem alterações na atmosfera. Essas alterações podem se estender sobre o Planeta como um todo, produzindo resultados nocivos como o efeito estufa, as chuvas ácidas e a destruição da camada de ozônio.

Atualmente, a poluição causada pela humanidade vem aumentando a concentração de gás carbônico, metano e de outros gases poluentes na atmosfera, provocando o aquecimento gradual da Terra. É o chamado efeito estufa.

Segundo reportagem da Revista Veja, realizada por Coutinho (2004), alguns cientistas prevêem que a temperatura no planeta aumentará 5,8 graus

nos próximos cem anos. Uma das conseqüências dessa situação é o derretimento de áreas das calotas polares e dos picos mais altos, conforme se apresenta o pico Kilimanjaro no anexo A, e o conseqüente aumento do nível dos oceanos, como mostra no anexo B, a Praça de São Marcos inundada em Veneza, na Itália.

Essa água despejada nos oceanos está reduzindo o grau de salinidade do mar. Isso muda seu peso e acaba alterando a formação das correntes marítimas. Essas, por sua vez, modificam o regime de ventos e chuvas.

Coutinho (2004) coloca que, para alguns cientistas, se está passando por novas etapas do degelo mais recente, iniciado há 20.000 anos atrás. Para outros, o fenômeno é resultante da ação do homem ao realizar cortes e queimadas de matas, quando desvia rios, constrói represas, e, até mesmo, quando pastoreia ovelhas, pois caprinos, bovinos e suínos são emissores de gás metano.

Um grupo de cientistas do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, IPCC, vinculado à ONU, afirma que o homem tem grande responsabilidade sobre essas mudanças no clima, pois desde que foi erguida a primeira chaminé na Revolução Industrial, no século XVIII, o nível de dióxido de carbono aumentou 30% e do metano, 150%. Esses gases funcionam como um escudo que impede que parte dos raios infravermelhos emitidos pelo Sol e rebatidos pela Terra, voltem para o espaço, agindo como uma estufa natural, aumentando a retenção do calor, conforme anexo C.

Baseadas em fontes como a do IPCC, Ipam e de Cláudio Freitas Neves, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, a reportagem da Revista Veja apresenta gráficos da concentração, em partes por milhão, do dióxido de carbono, que tem origem na queima de combustíveis como óleo e carvão; do gás metano, cuja origem principal é a decomposição das fezes dos animais de corte; do óxido nitroso, cuja principal origem é a decomposição de fertilizantes.

A concentração de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso no ano de 1600 eram de 280; 0,69 e 0,27 partes por milhão, respectivamente. Os gráficos demonstram um crescimento da quantidade desses gases na atmosfera, chegando no ano de 2000, a uma concentração de 394; 1,45 e 0,389

partes por milhão de dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, respectivamente, conforme é apresentado no anexo D.

Pode-se observar, com os dados mostrados, grande aumento da concentração desses gases na atmosfera e, conseqüentemente, da elevação da temperatura.

Segundo reportagem do Jornal Zero Hora:

Os efeitos das mudanças climáticas no mundo poderão representar uma ameaça em 20 anos.  
Um estudo realizado por cientistas da Universidade de Oxford e pela organização World Wild Fund aponta que, se nada for feito para frear as atividades que estão causando danos ao clima, o mundo chegará a 2026 com um aquecimento de 2°C a mais que na era pré-industrial (século 18). (2005, p.47)

A reportagem relata que os cientistas estão preocupados com esse aumento de temperatura, pois poderá ter conseqüências desastrosas. A mais grave seria sentida no Ártico, onde poderia ter um derretimento de suas geleiras, porque a temperatura aumentaria até 6,6°C, comparada com o século 18.

Segundo o cientista Marck New, citado na reportagem, o gelo da Antártica está se reduzindo 9,2% a cada 10 anos. O gelo ártico possui papel fundamental para refletir de volta a radiação solar ao espaço. Se continuar assim, o gelo irá desaparecer até o final da atual década.

Essas questões em estudo serão levadas para serem debatidas no G-8, grupo de nações mais ricas. Durante o Fórum Econômico Mundial em Davos, que ocorreu no mês de janeiro de 2005, o primeiro-ministro britânico, Tony Blair, afirmou que quer o Brasil nas reuniões do grupo. Por ser um dos países que apresenta expressiva liderança política na América Latina, é de grande importância a participação do Brasil como convidado nas reuniões do G-8, pois se quer com isso a conscientização de outros países latinos, para garantir que ecossistemas únicos não sejam perdidos.

De acordo com a chefe do programa de energia sustentável da organização World Wild Fund, Catarina Cardoso, o G-8 deve tomar medidas, para que ecossistemas como o do Ártico não desapareçam. Isso inclui iniciativas de manter essa elevação da temperatura em níveis abaixo de 2°C, comparando com o ano de 1750. Para ela, isso seria possível se novas formas

de energia fossem substituídas pelas atuais, que geram, por exemplo, o gás carbônico.

Segundo Andreoli, Ihlenfeld, Pegorini, Ferreira e Torres (2003), na leitura feita dos temas transversais do ensino fundamental, alguns desses gases também reagem com o vapor de água na atmosfera formando as chuvas ácidas, que podem contaminar lençóis de água e oceanos, e destruir a vegetação. Por sua vez, o CFC (clorofluorcarbono), usado na refrigeração, destrói a camada de ozônio, protetora contra os raios ultravioletas do sol, que causam câncer de pele, catarata e afeta o fitoplâncton, a fina camada vegetal sobre o oceano, responsável pela vida no mar.

A poluição atmosférica prejudica a saúde, a segurança e o bem-estar da população, além de causar problemas climáticos, pois para o cientista Vernon Kousky apud Coutinho (2004), do National Oceanic and Atmospheric Administration, instituto de meteorologia dos EUA, se não houver uma redução da quantidade de gases emitidos na atmosfera, irá se viver em um mundo mais quente e com grandes tragédias associadas ao clima.

Outras preocupações ambientais se referem à poluição do solo e da água, pois o uso da terra para centros urbanos, atividades agrícola e industrial tem tido, como consequência, elevados níveis de contaminação, que interferem no ambiente da área afetada, tanto no solo como na água.

### **3.2.2 Poluição do solo**

A poluição do solo se dá pela contaminação de resíduos domésticos, industriais ou agrícolas transportados pelo ar, pela chuva e pelo homem.

Segundo a leitura feita dos temas transversais do Ensino Fundamental por Andreoli, Ihlenfeld, Pegorini, Ferreira e Torres (2003), o solo possui diversos ciclos que estão em constante atividade e transformação, como microorganismos, plantas e passagem de água. Os poluentes químicos como fertilizantes, agrotóxicos e dejetos se depositam nas águas e no solo, provocando neste último a quebra e alteração dos ciclos naturais, causando, então, a chamada poluição do solo.

De acordo com os autores, se a poluição for causada por agrotóxicos podem haver algumas consequências. A primeira seria a degradação pela luz,

pelo calor, pelos produtos químicos ou pelos organismos naturais do solo; a segunda, o acúmulo no solo pela absorção de partículas; e a última, a infiltração e o escoamento com as águas que passam pelo solo. Esta poluição será tanto maior, quanto maior for a dose aplicada e o poder químico do produto.

Com relação aos fertilizantes, que são produtos químicos sintéticos, o uso em excesso também causa desequilíbrio no solo e poluição. O excesso de nutrientes aplicados ao solo causa competição entre os organismos.

Faz-se necessário saber que os fertilizantes, em sua grande maioria, são sais, o que pode levar, segundo a autora, os solos à salinização, em especial, quando ocorre falta de chuva e a evaporação é maior que a infiltração de água, como no caso do Nordeste. O aumento da salinização é prejudicial para a maioria das plantas.

O que também ocorre na agricultura, são técnicas utilizadas como a queima da vegetação para depois começar o plantio. O terreno fica exposto ao sol e ao vento ocasionando a perda de nutrientes e a erosão do solo.

Outro efeito nocivo da degradação do solo é a perda da capacidade de retenção e armazenamento de água, indispensável à produção agropecuária.

O lixo também tem o seu papel importante na degradação do solo. Devido a sua grande quantidade e composição, ele contamina o terreno chegando até a contaminar os lençóis de água subterrânea.

O lixo acumulado, além de destruir a vegetação, contribui para a poluição do ar com o mau cheiro e com a fumaça produzida pela incineração, chegando a contaminar os lençóis de água subterrânea com a infiltração de lixo tóxico.

Segundo a leitura dos temas transversais, pode-se ainda citar outras formas de poluição do solo que podem ocorrer, como dejetos contaminados com organismos patogênicos, que causam doenças, ou com óleos e gorduras, que podem trazer sérios problemas.

Da mesma forma que a poluição do ar, deve-se tomar algumas decisões e medidas para que se possa solucionar os problemas com relação à poluição do solo. Entre elas, pode-se mencionar o saneamento básico para todos, a instalação de estações de tratamento e reciclagem do lixo, incentivando empresas privadas a investirem na coleta do lixo reciclável. Entre outras,



adotar campanhas de conscientização para a população reciclar o seu lixo ou pelo menos cooperar com o trabalho de coleta e também campanhas que sejam educativas para alertar sobre o perigo do uso dos agrotóxicos.

### **3.2.3 Poluição da água**

Andreoli, Ihlenfeld, Pegorini, Ferreira e Torres (2003), ao fazer uma leitura dos temas transversais, colocam que a água é o principal constituinte dos seres vivos. As funções orgânicas precisam da água para que ocorra um bom funcionamento.

Os vegetais, da mesma forma, utilizam a água como principal via de absorção dos sais necessários para seu desenvolvimento. A transpiração das plantas e a evaporação direta da água da superfície terrestre constituem um dos mais importantes fluxos da água para a atmosfera e são elementos reguladores do clima.

A quantidade existente, na Terra, de água é de 1,4 milhão de metros cúbicos, distribuídos em três fases: sólida (nas calotas polares), líquida (rios, lagos, oceanos e água subterrânea) e gasosa (em forma de vapor).

De acordo com os autores, nos oceanos, a quantidade de água salgada é de, aproximadamente, um milhão de vezes a quantidade de água nos rios, que por sua vez, é mais facilmente utilizável para as necessidades humanas. Com relação ao Brasil, pode-se dizer que é um país privilegiado quanto à quantidade de água, porém, sua distribuição não é uniforme em todo o território nacional. A maior parte disponível para uso se encontra na Região Amazônica (80%), que detém a bacia fluvial com o maior volume de água do globo. O restante dos 20 % se distribui desigualmente pelo resto do País, para atender a 95% da população.

A disponibilidade de água é limitada e está relacionada com a qualidade. Para a água ser saudável, ela não pode conter poluentes, substâncias tóxicas, vírus, bactérias e parasitas. Quando não tratada, ela se torna um importante agente de transmissão de doenças como a cólera, a amebíase e esquistossomose. Segundo estudos e estimativas da Organização Mundial de Saúde, cerca de cinco milhões de crianças morrem todos os anos devido à diarreia.

Além disso, a população mundial cresce rapidamente, com isso a manutenção da qualidade dos recursos hídricos é extremamente importante para que se possa garantir água suficiente para o atendimento da demanda doméstica, industrial e para a irrigação.

A água possui importância biológica e também social. No Brasil, segundo os estudos, 30 milhões de habitantes não possuem sistemas de água potável e 120 milhões não dispõem de serviços de coleta e tratamento de esgotos domésticos.

A palavra poluição vem do latim *poluere*, que tem como significado sujar, e definida como qualquer alteração da composição e perturbação nos ecossistemas. A poluição da água para Andreoli, Ihlenfeld, Pegorini, Ferreira e Torres (2003) pode ser causada por ações diretas, como lavar um pulverizador no rio, lançando, desta forma, agrotóxicos, e também, atividades que possam alterar as condições do meio que interferem as características da água, como por exemplo, a retirada da mata ciliar. Ainda, essas alterações podem ser provocadas por compostos orgânicos, como dejetos de animais, ou inorgânicos, como fertilizantes e agrotóxicos.

Com a leitura feita dos temas transversais, é colocado, ainda, que quando qualquer material é lançado na água, de origem orgânica, os microorganismos responsáveis pela oxidação destes compostos consomem grande quantidade de oxigênio. Logo, a água fica com uma escassez desse elemento, que por sua vez, por falta de ar, os peixes podem morrer.

Em relação à poluição por compostos inorgânicos, esta está relacionada com o grau de toxicidade do produto. Outros produtos sintéticos, como agrotóxicos e fertilizantes, devem ser evitados, pois estimulam processos biológicos aquáticos ocasionando um aumento descontrolado de algas, denominado eutrofização.

Outros danos seriam a erosão, que além de provocar degradação ao solo, são responsáveis pelos impactos causados na qualidade da água. A matéria orgânica devido à aplicação de dejetos de animais como adubação, assim como esgoto doméstico, também é poluente importante na água.

Como foi visto, a contaminação da água pode se dar através da falta de saneamento básico, lixo, agrotóxicos, inseticidas usados nas lavouras, poluentes não-degradáveis, as indústrias que lançam, nos rios, vários

resíduos de produtos e outros materiais. Esse tipo de dano ambiental provoca graves doenças nas pessoas e animais, manifestando-se com mais gravidade em crianças e idosos, assim como a agonia de animais e do próprio rio, lago ou mar com o recebimento de resíduos orgânicos que por sua vez se multiplicam. Além disso, essas contaminações podem causar graves danos ao solo e, por vez, ao lençol subterrâneo.

Para concluir, pode-se dizer que a água, que era sempre vista, como um dos recursos naturais renováveis e disponíveis a todas as nossas necessidades, já há algum tempo, ambientalistas alertam para o seu desperdício, a sua contaminação devido ao lixo, esgoto, invasões ao redor das reservas, desmatamentos e poluentes industriais e agrícolas.

Os PCN(s) colocam, em relação ao tema tratado, que “A perspectiva ambiental deve remeter os alunos à reflexão sobre os problemas que afetam a sua vida, a de sua comunidade, a de seu país e a do planeta” (BRASIL, 1998, p.189).

Pode-se dizer que, adotando a Modelagem Matemática e usando o tema da poluição atmosférica, do solo e da água, este trabalho pretende ser uma contribuição para se discutir a busca de possibilidades de mudanças para a contextualização do ensino de Matemática.

## **4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Neste capítulo são apresentadas as análises das respostas dos questionários que foram aplicados aos alunos e a maneira como foi proposto o tema: “Poluição do Ar, do Solo e das Águas”, bem como as descrições das atividades desenvolvidas com os alunos da 8ª série do Ensino Fundamental de uma escola municipal de Santa Maria, com o objetivo de trabalhar Funções e Estatística por meio da Modelagem Matemática.

O trabalho foi orientado baseando-se nos passos apresentados por Burak (2004). O autor coloca que a Modelagem Matemática é desenvolvida em cinco etapas: A primeira já foi realizada pela professora, que é a escolha do tema; as demais foram realizadas pelos alunos com auxílio da professora, que são a pesquisa exploratória, levantamento dos problemas, resolução do(s) problema(s) e o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema e análise crítica(s) da(s) solução(es).

### **4.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO 1**

O primeiro questionário (Apêndice A) foi aplicado na fase inicial da pesquisa, para identificar as percepções dos alunos sobre o ensino de matemática. Neste questionário, conforme foi explicado no capítulo 2, que fala sobre os instrumentos de coleta de dados, apresentou-se dez questões abertas, onde o objetivo foi analisar como o aluno vê a disciplina de matemática em relação às aplicações práticas no seu dia-a-dia, verificando o tipo de sentimento que ela desperta no aluno, averiguando as dificuldades em relação à maneira como o professor ensina matemática e o que mais dificulta a aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

Antes de aplicar o questionário, a professora explicou que ele fazia parte da pesquisa sobre a aprendizagem da matemática por meio de uma prática de Modelagem Matemática, tendo como tema: “Poluição do ar, do solo e das águas”, conforme já havia falado para eles.

No momento que os alunos receberam o questionário, foi lido para que não houvesse dúvidas quanto às perguntas e foi pedido que respondessem sem se identificar, para que não ocorresse nenhum constrangimento.

A professora solicitou a contribuição dos alunos ao questionário, que foi respondido por 26 alunos, os quais apresentaram uma certa dificuldade em responder as perguntas.

A primeira pergunta realizada foi a seguinte: “Você considera a matemática uma disciplina que possui aplicações práticas? Explique”.

De maneira geral, os alunos ao responderem a questão enfatizaram a importância da aplicação das quatro operações e, principalmente, para realização de compras.

Evidenciaram, também, que em algumas profissões ou em alguns locais de trabalho precisa-se de muita matemática como, por exemplo, em banco, postos de gasolina, lojas e supermercados, no comércio, em geral, afirmando que “o mundo financeiro e econômico precisa da matemática”.

Alguns alunos evidenciaram o uso da matemática na televisão e nos jornais, em reportagens sobre o aumento do aquecimento global e nas variações climáticas, e também, quando o governo quer saber o número que representa a população do país, conforme comentário feito por aluno, “a matemática é essencial para a nossa vida”.

Outros, ainda falaram que existe matemática até mesmo em casa, ao fazer um bolo, por exemplo, na tarifa do ônibus, quando se quer medir uma área ou quanto custa determinado imóvel.

Pode-se perceber que os alunos verificaram a aplicabilidade prática da matemática, o que mostra para os professores a importância de trabalhar essa disciplina de maneira contextualizada com o mundo real.

Ao responderem a segunda pergunta “A matemática é útil em nosso dia-a-dia? Por quê?”.

Os alunos enfatizaram respostas semelhantes às dadas na primeira questão.

Alguns alunos colocaram que precisa-se da matemática, até mesmo para orientação nas horas e datas. Outros escreveram “para não sermos enganados ao receber um troco” ou “quando necessita-se pesar o alimento” ou “fazer os cálculos das despesas do mês”.

Outro colocou o seguinte exemplo, “Vou ao supermercado comprar 5 Kg de erva solta, custando R\$ 1,50 o quilo, irei pagar R\$ 7,50 pelos 5Kg”.

Um outro aluno colocou que a matemática é muito útil na engenharia, quando se constroem casas e edifícios.

A matemática é tão presente e útil no nosso dia-a-dia, colocou um aluno que: “a utilizamos até no momento que se está lavando roupa, no cálculo do gasto da água”.

Em algumas respostas percebe-se que os alunos identificam a utilidade da matemática em situações muito presente em seu dia-a-dia, mostrando a possibilidade de explorar outras áreas de conhecimento, criando situações muito ricas e criativas.

Em relação a terceira questão, “A maioria dos conteúdos de matemática estão relacionados com a vida fora da escola? Explique”.

Para a maioria dos alunos, os conteúdos que estão relacionados com a vida fora da escola são a adição, subtração, multiplicação e divisão. Para esses alunos os conteúdos citados são fundamentais, pois são necessários para fazer compras, pagar dívidas, dividir prestações, como mostra o exemplo dado por um dos alunos “ao trabalhar horas extras, precisamos saber fazer a adição para podermos calcular a soma das horas trabalhadas”.

Para outros alunos, os conteúdos de área e volume, no momento de se construir uma casa, ou mesmo fazer um muro, estão relacionados com a vida fora da escola, pois necessita-se calcular a quantidade de tijolos que se vai precisar.

Um aluno citou como exemplo, reportagens que aparecem na televisão mostrando o cálculo da quantidade de acidentes que ocorre em determinada rodovia, a estimativa de quantas pessoas ficaram feridas e quantas acabaram entrando em óbito, para ele isto é matemática.

Para alguns alunos, nem sempre a matemática está relacionada com a vida fora da escola, como mostra a seguinte afirmação “às vezes os conteúdos matemáticos estão relacionados com a vida fora da escola, pois não é sempre que eu consigo encaixar a matemática na minha vida”.

Para a maioria dos alunos, os conteúdos matemáticos que se relacionam com a vida fora da escola são apresentados de maneira muito simples.

Com relação à questão quatro “Que tipo de sentimento a matemática te desperta? Justifique tua resposta”.

Muitas foram as respostas negativas em relação a esse questionamento.

Os sentimentos mais presentes nas respostas foram, para alguns alunos, de incerteza, pois existem conteúdos que praticamente decoram a maneira de fazer; para outros, de preocupação, pois às vezes “não consigo entender um conteúdo, não consigo resolver uma questão ou a prova”.

Alguns alunos colocaram que desperta um sentimento ruim, de pânico, de desânimo e de angústia, pois não conseguem realizar os exercícios ou não entendem a matéria. Um outro sentimento muito falado, pelos alunos foi o medo de errar, chegando ao desespero de não conseguir resolver.

Outros colocaram que não gostam da disciplina, mas pensam que pelo fato de ser importante, acabam se esforçando para tentar compreendê-la.

Para alguns alunos, a matemática se apresenta como algo básico para a vida, uma obrigação, porque “hoje em dia sem matemática em nossas vidas, muitas vezes dificulta muito em algumas coisas ou em alguns setores”.

Os demais foram sentimentos bons, de alegria, de carinho, de vontade de aprender, de emoção como mostram as seguintes colocações, “ela passa a fazer parte de nossa vida” ou “adoro calcular e pensar, é uma das matérias que eu melhor me relaciono”.

Neste questionamento percebe-se o conflito de sentimentos que os alunos enfrentam frente à matemática, isto faz com que os professores se dêem conta de que há necessidade urgente de mudança para que a matemática passe a ser uma disciplina menos traumática.

A questão cinco representada pela pergunta “Os conteúdos de matemática são interessantes? Por quê?”.

Para essa questão se teve respostas como “a matemática se torna interessante a partir do ponto em que passa a fazer parte da minha vida” ou “Sim, porque a gente vê o mundo de outra forma”, ou ainda, “Os conteúdos são interessantes, porque estão envolvidos no nosso dia-a-dia”.

Outros colocaram que acham os conteúdos interessantes, pois ficam tentando resolver, até conseguir, e acaba virando um grande desafio.

Percebe-se o interesse dos alunos para que os conteúdos matemáticos estudados na escola aproximem-se ao máximo de fatos reais, para que possam ser entendidos pelos alunos.

A sexta pergunta “Quais os conteúdos que mais lembra de matemática? Por quê?”.

Para a maioria dos alunos, os conteúdos que mais lembram são as operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, pois são os conteúdos mais utilizados no dia-a-dia.

A estatística e os gráficos foram citados, pelo motivo que aparecem muito em televisão e jornais, onde se referem a temas como inflação. As equações, por sua vez, foram citadas porque alguns alunos colocaram que conseguiram entendê-las melhor.

Conteúdos como porcentagens e regra de três foram lembrados, pois, para alguns alunos, na maioria das vezes, precisa-se para resolver problemas financeiros.

Percebe-se, novamente, que os conteúdos matemáticos lembrados estão relacionados com fatos da realidade.

Em relação a sétima questão “Você apresenta dificuldades em relação à maneira como os professores ensinam a matemática? Por quê?”.

As respostas a essa pergunta foram diversificadas.

A maior parte dos alunos colocou que não apresentam dificuldades, por vários motivos, como pode-se ver nas respostas, “o aprendizado se torna mais fácil, a matemática menos apavorante, à medida que vamos conhecendo o professor”, “Não, os professores explicam bem o conteúdo e ainda fazem bastantes exercícios”, “os professores que tive até hoje foram excelentes, mas não compreendo a matemática”, ou ainda, “a maneira que eles explicam está boa, só depende de prestarmos atenção”.

Outros colocaram que não apresentam dificuldades com relação à maneira que os professores ensinam matemática, porque entenderam que os motivos que os levavam a ter dificuldades não estavam na pessoa do professor, como mostra a seguinte citação de aluno “o problema não é o professor, quase sempre é o aluno”.



Um outro aluno colocou que não apresenta dificuldades, pois os professores expõem os conteúdos de forma prática.

Os demais alunos apresentaram resposta positiva a pergunta sete, dizendo que apresentam dificuldades por não entenderem, e também, por não prestarem atenção e não terem concentração no momento da explicação.

Respondendo a questão oito “Durante as aulas de matemática, o material didático utilizado pelos professores tem facilitado a sua aprendizagem? Explique”.

Alguns alunos entendem que não, pois não se têm livros para todos os alunos, a escola não possui um laboratório de matemática nem de informática, como mostra as seguintes respostas, “os computadores fazem muita falta para as aulas de matemática” ou ainda, “Não, porque tinha que ter mais livros para fazer trabalhos em grupo”.

Outros colocaram que sim, pois os professores utilizam muito bem o material que possuem, explicando que os professores trazem material em xerox para complementar e trazer coisas novas para os alunos.

Com relação à pergunta nove “Quais são as suas dificuldades mais frequentes na aprendizagem dos conteúdos matemáticos?”.

Ocorreram respostas como “Eu não consigo, às vezes, guardar as fórmulas matemáticas”; outros apresentam dificuldades pela falta de livros como mostra a seguinte resposta, “Nós precisamos de uma biblioteca com diversos livros de matemática, onde se pudesse estudar melhor e pesquisar mais sobre o conteúdo matemático”.

Outros colocaram que o barulho da turma e sua falta de interesse pela matemática são os responsáveis pelas dificuldades na aprendizagem dos conteúdos matemáticos.

A última questão correspondia a um espaço reservado para colocações dos alunos: “Utilize o espaço abaixo para observações e comentários que desejar fazer em relação ao tema do presente questionário”.

Colocaram que gostaram muito que a professora se preocupou em pesquisar as opiniões e anseios que eles, alunos, possuem em relação à matemática.

Complementaram a resposta colocando que o tema escolhido para estudo, que é a Poluição, é de grande interesse da turma e muito falado nos meios de comunicação. Conforme mostra a opinião dos alunos, “Acho que na matemática deveria ter mais trabalhos práticos” ou “O tema deve ser abordado, com mais frequência, para conscientização da sociedade”.

## **4.2 APRESENTAÇÃO DO TEMA POLUIÇÃO DO AR, DO SOLO E DAS ÁGUAS**

Para apresentar o tema Poluição do ar, do solo e das águas, aos alunos, foram proporcionados dois filmes. O primeiro, “Ecologia II – Problemas do Meio Ambiente: O Ar”, e o segundo, o documentário “Ilha das Flores”.

### **4.2.1 Filme “Ecologia II – Problemas do Meio Ambiente: O Ar”**

Esse filme relaciona-se à queima de carvão, gasolina e outros derivados de petróleo como combustível para automóveis, usinas de força, fundições e outras aplicações industriais. É um alerta para a conscientização do fato de que a queima dos combustíveis provoca várias formas de poluição do ar, entre elas a chuva ácida e o excesso de dióxido de carbono, e este está causando o chamado “efeito estufa”, ou o aquecimento geral de nosso planeta.

Por meio do filme é feita a explicação sobre as origens de graves problemas ambientais, mostrando o que pode acontecer caso não se modificar essas tendências de poluição.

### **4.2.2 Filme “Ilha das Flores”**

O documentário, cuja direção é de Jorge Furtado, se passa em Belém Novo, município de Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul, no extremo sul do Brasil.

Inicia com uma plantação de tomates de propriedade de um japonês, chamado Suzuki, que não planta os tomates com a intenção de comê-los, pois

são comercializados. Os tomates produzidos pelo senhor Suzuki são entregues a um supermercado em troca de dinheiro, como aborda o filme.

Outro personagem é a senhora Anete, que com o dinheiro, que ganha com o seu trabalho, vai até o supermercado para comprar um quilo de tomates e dois quilos de carne de porco.

Segundo o documentário, alguns dos tomates que o senhor Suzuki trocou por dinheiro com o supermercado e que foram novamente trocados pelo dinheiro que dona Anete obteve com o lucro na troca dos perfumes extraídos das flores foram transformados em molho para a carne de porco.

Porém, um destes tomates, que segundo o julgamento de dona Anete, não tinha condições de virar molho, foi colocado no lixo. Lixo é tudo aquilo que é produzido pelos seres humanos, e que, segundo o julgamento de um determinado ser humano, não tem condições de virar molho.

Uma cidade como Porto Alegre, habitada por mais de um milhão de seres humanos, produz cerca de quinhentas toneladas de lixo por dia.

O lixo atrai todos os tipos de germes e bactérias que, por sua vez, causam doenças. As doenças prejudicam seriamente o bom funcionamento dos seres humanos. Mesmo quando não provoca doenças, o aspecto e o aroma do lixo são extremamente desagradáveis. Por isso, o lixo é levado para determinados lugares, bem longe, onde possa, livremente, sujar, cheirar mal e atrair doenças.

Em Porto Alegre, um dos lugares escolhidos para que o lixo cheire mal e atraia doenças chama-se Ilha das Flores.

Há poucas flores na Ilha das Flores. Há, no entanto, muito lixo e, no meio dele, o tomate que dona Anete julgou inadequado para o molho da carne de porco.

Há também muitos porcos na ilha. O tomate que dona Anete julgou inadequado para o molho da carne de porco que iria servir de alimento para sua família pode vir a ser um excelente alimento para o porco e para outros seres humanos.

Aquilo que foi considerado impróprio para a alimentação dos porcos será utilizado na alimentação de mulheres e crianças, que esperam em grupos de dez, a permissão de passar para o lado de dentro da cerca do terreno que se encontra o lixo.

Do lado de dentro da cerca elas podem pegar para si todos os alimentos que os empregados do dono do porco julgaram inadequados para o porco. Os empregados do dono do porco estipularam que cada grupo de dez seres humanos tem cinco minutos para permanecer do lado de dentro da cerca recolhendo materiais de origem orgânica, como tomates.

O tomate, plantado pelo senhor Suzuki, trocado por dinheiro com o supermercado, trocado pelo dinheiro que dona Anete trocou por perfumes extraídos das flores, recusado para o molho do porco, jogado no lixo e recusado pelos porcos como alimento, está agora disponível para os seres humanos da Ilha das Flores.

#### **4.2.3 Comentários dos filmes**

Os filmes despertaram grande entusiasmo por parte dos alunos. Ao serem interrogados sobre os assuntos tratados, responderam que haviam gostado por ser filmes muito interessantes.

Ao serem questionados sobre os poluentes lançados e os prejuízos causados na Natureza, os alunos mostraram-se sabedores do assunto. Referiram-se aos problemas relacionados com o meio ambiente, dizendo que no momento que o ser humano maltrata a natureza, maltrata e prejudica a si mesmo.

Em relação ao vídeo Ilha das Flores, os alunos colocaram que era um filme bom, que tratava sobre o lixo e que, “no decorrer da nossa vida, o dia-a-dia é tudo isso que acontece, a gente não sabe aproveitar as coisas, então a nossa vida acaba virando um lixo também”, referindo-se a falta de cuidado com a Natureza.

Os alunos se posicionaram dizendo que a trajetória de um simples tomate, desde a plantação até ser jogado fora, descrita no filme, deixa claro o processo de geração de riqueza e as desigualdades sociais que existem, pois esse tomate que é plantado, colhido, transportado e vendido num supermercado, acaba apodrecendo e jogado no lixo, entre animais, mulheres e crianças.

A professora foi questionada se continuava igual a Ilha das Flores, pois o nome era bonito, mas o espaço não era adequado.


Foi esclarecido que o filme foi realizado no ano de 1989 e que na atualidade o lixo da capital do estado é depositado em dois diferentes locais, não havendo mudanças significativas das condições expostas no vídeo-documentário “Ilha das Flores”.

### **4.3 ATIVIDADES DE MODELAGEM MATEMÁTICA**

A partir do conhecimento inicial do tema foram elaboradas diversas situações-problemas e realizadas atividades, envolvendo o tema poluição do ar, do solo e das águas, que encontram-se descritas a seguir.

#### **4.3.1 Crescimento Populacional Mundial e os Impactos Ambientais por Família**

Para dar início a primeira atividade de Modelagem Matemática a professora apresentou aos alunos um texto sobre a população mundial e os seus impactos para o meio ambiente, do livro Guia para o Planeta Terra do Dr Art.



# o que eu posso fazer?

*Imagine que hoje seja seu dia de sorte. Uma pessoa muito rica diz que lhe dará um milhão de reais por dia durante trinta dias OU 25 centavos hoje, 50 centavos amanhã, um real no terceiro dia, e assim por diante, duplicando a quantia durante 30 dias. Que alternativa você escolheria?*

**QUANTO VOCÊ GANHA POR DIA?**

- 1 0,25
- 2 0,50
- 3 1,00
- 4 2,00
- 5 4,00
- 6 8,00
- 7 16,00
- 8 32,00
- 9 64,00
- 10 128,00
- 11 256,00
- 12 512,00
- 13 1.024,00
- 14 2.048,00
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20 131.072,00
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25 4.194.304,00
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30

Na primeira escolha, você receberia 30 milhões de reais. Na segunda, apesar de começar com apenas 25 centavos no primeiro dia, você receberia 134 milhões no trigésimo dia! Faça a conta você mesmo para ver como isso funciona.

Usamos a expressão "crescimento exponencial" para esse tipo de aumento explosivo de quantidade. Podemos alterar hoje o funcionamento do nosso planeta porque o crescimento exponencial vem aumentando exageradamente tanto nossa população quanto a quantidade de materiais que usamos. Os seres humanos modernos tiveram origem há aproximadamente 200.000 anos. Foi necessária toda a nossa pré-história e até o ano de 1800 para que a população alcançasse 1 bilhão de pessoas. Daí, bastaram 130 anos para que outro bilhão se somasse ao primeiro. Atualmente, a população humana aumenta 1 bilhão de pessoas a cada 12 anos, aproximadamente.

CRESCIMENTO EXPONENCIAL DA POPULAÇÃO	
População Total (Ano)	Número de Anos
1 bilhão (1800)	200.000 anos
2 bilhões (1930)	130 anos
3 bilhões (1960)	30 anos
4 bilhões (1975)	15 anos
5 bilhões (1987)	12 anos
6 bilhões (1999)	12 anos

Figura 3: O que eu posso fazer?

A maior parte dessa população vive em países em desenvolvimento, como a China, América do Sul, Índia, África e Indonésia. Em torno de 15% da população mundial vive em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão. Embora sejam minoria, os cidadãos desses países tendem a causar um impacto maior sobre o meio ambiente devido aos seus altos níveis de consumo e à sua tecnologia avançada. Um americano comum gasta 106 vezes mais energia comercial que um cidadão de Bangladesh.

Se todos vivessem segundo o modo de vida americano, os impactos ambientais seriam imensamente maiores. Muitos de nós que vivemos no mundo desenvolvido compreendemos essa situação e nos preocupamos com o ambiente. Nove entre dez americanos concordam que a proteção ao ambiente exigirá que todos façamos mudanças importantes em nosso modo de vida.

Mas o que podemos fazer? Ouvimos falar em reciclagem, seleção de papel ou plástico no supermercado, luzes apagadas, rodízio de carros e uso de fraldas reutilizáveis ou descartáveis. Dentre as muitas coisas que poderíamos fazer, quais as que realmente fazem maior diferença?

Um livro da Union of Concerned Scientists nos ajuda a decidir. O *The Consumer's Guide to Effective Environmental Choices* analisa a sociedade americana e explica como as diferentes coisas que fazemos diariamente afetam o ambiente. Incluo as conclusões neste *Guia para o Planeta Terra do dr. Art* porque os autores, dr. Michael Brower e dr. Warren Leon, usam o pensamento por sistemas de base científica. Eles adotam a abordagem dos sistemas que descrevemos no Capítulo 1. Brower e Leon analisam as diferentes partes do nosso sistema de consumo, estudam o inter-relacionamento dessas partes e mostram como elas integram o ambiente maior.




Figura 4: O que eu posso fazer?

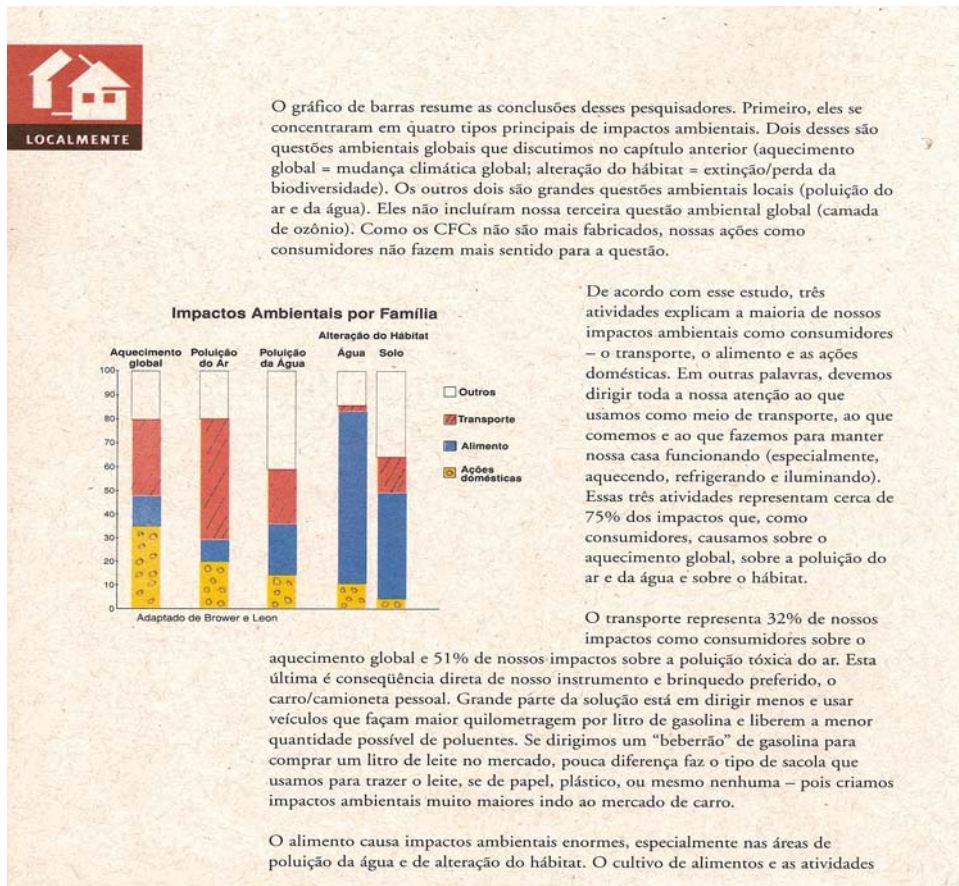



Figura 5: O que eu posso fazer?


*Aja Localmente*



pastoris ocupam 60% da área de terra dos Estados Unidos. Fertilizantes, pesticidas, estrume animal e erosão, tudo isso afeta a qualidade da água. Brower e Leon recomendam que reduzamos o consumo de carne vermelha. A carne vermelha tem impactos ambientais muito maiores do que as carnes brancas e os cereais. Comparada ao macarrão, a carne vermelha polui 18 vezes mais a água e afeta 20 vezes mais o solo. Eles também recomendam que comamos grãos, vegetais e frutas orgânicos. A agricultura orgânica causa menos poluição da água porque não usa fertilizantes sintéticos e pesticidas.

As ações domésticas são a terceira grande categoria de impactos do consumidor sobre o ambiente. Em muitas de nossas casas, queimamos combustíveis fósseis para aquecer o espaço e a água. Usamos eletricidade para esses mesmos fins e também para iluminar, refrigerar e acionar aparelhos, como TV, computador e som. Na maioria dos países, inclusive nos Estados Unidos, mais da metade da eletricidade provém da queima de combustíveis fósseis, especialmente carvão. E quase todas as nossas casas usam essas fontes de energia de maneira muito ineficiente.

Brower e Leon resumem Onze Ações Prioritárias para os Consumidores Americanos:

11 AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA CONSUMIDORES		
Transporte	Alimento	Ações Domésticas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procure morar num lugar que reduza a necessidade de usar carro.</li> <li>2. Pense duas vezes antes de comprar um segundo carro.</li> <li>3. Escolha um carro econômico e que polua o menos possível.</li> <li>4. Estabeleça metas concretas para reduzir sua locomoção.</li> <li>5. Sempre que for prático, caminhe, ande de bicicleta ou use transporte coletivo.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Coma menos carne.</li> <li>7. Compre produtos orgânicos certificados.</li> </ol> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Escolha sua casa com cuidado.</li> <li>9. Reduza os custos ambientais de aquecimento de ar e água.</li> <li>10. Instale iluminação e aparelhos eficientes.</li> <li>11. Escolha um fornecedor de eletricidade que ofereça energia renovável.</li> </ol>

Todos precisamos pensar e ver quanto essas questões ambientais globais e locais são importantes para nós, e o que estamos dispostos a fazer com relação a elas. Incluí o estudo e as conclusões da Union of Concerned Scientists para ajudar as pessoas a optarem por ações que produzam os efeitos mais benéficos. A próxima seção apresenta dois grupos que adotam o pensamento por sistemas para fazer uma diferença ambiental em suas comunidades.

Figura 6: O que eu posso fazer?

Depois de realizada a leitura pelos alunos, foram interrogados sobre o que tratava o texto, surgindo várias respostas e questionamentos. Falaram que o texto tratava da poluição do meio ambiente e sobre o crescimento exponencial da população, como fatores que estão relacionados.

Os alunos problematizaram, dizendo que quanto maior for a população, maior será a poluição e, conseqüentemente, mais lixo terá, salientando que quem polui são os seres humanos.

A professora fez uma intervenção e explicou que o crescimento exponencial é um aumento acelerado de quantidade. Com relação ao



crescimento exponencial da população, citado por eles, a professora explicou, que de acordo com o texto, se fez necessária toda a pré-história até o ano de 1800 para que a população chegasse a um bilhão de pessoas e bastou apenas 130 anos para que houvesse outro bilhão para se somar ao primeiro. Ou seja, é possível perceber que, num intervalo de tempo bem menor do que o primeiro, o crescimento da população foi o mesmo, mostrando, com isso, que o crescimento exponencial da população vem aumentando exageradamente, ocasionando alteração no funcionamento do planeta.

Os alunos retomaram a primeira página do texto, onde havia referência sobre o crescimento da população mundial e, com isso, o aumento da quantidade de itens necessários para a vida diária, resultando em elevada retirada de bens materiais da Natureza e, conseqüentemente, maior retorno de lixo para o meio ambiente.

Colocaram que ficaram impressionados com o fato de que a carne vermelha tem impacto ambiental maior do que as carnes brancas e os cereais, e, ainda, que a carne vermelha comparada ao macarrão, polui 18 vezes mais a água e afeta 20 vezes mais o solo.

Outra questão levantada por eles foi sobre o consumo de energia elétrica, observando que um americano consome mais energia que um cidadão de Bangladesh.

Consideraram que o americano polui mais devido a sua avançada tecnologia e a professora orientou que existem países que utilizam materiais fósseis para aquecer os ambientes e a água, explicando que nos Estados Unidos uma parte da eletricidade provém de combustíveis fósseis, como o carvão.

Os alunos disseram que já leram uma reportagem sobre a queima de carvão, a professora, então, pediu que trouxessem para a sala de aula para colaborar com a qualidade das aulas.

A professora questionou sobre qual bem natural do Brasil era utilizado para a produção de energia elétrica e todos tinham conhecimento de que se tratava da água. Alguns dos alunos colocaram que também poderia ser utilizado o carvão, o vento ou a luz solar.

Houve relatos de visita, na fase de construção, à Usina de Itaipu, que se localiza no Rio Paraná, no trecho de fronteira entre o Brasil e o Paraguai, e

que era tudo muito grande. A área do projeto se estende desde Foz do Iguaçu, no Brasil, e Ciudad del Este, no Paraguai, ao sul, até Guaíra (Brasil) e Salto del Guaíra (Paraguai), ao norte. Os alunos lembraram que se usava ferro de passar roupa a carvão, que não se gastava tanta energia elétrica, quanto se gasta hoje em dia.

A professora disse que como haviam levantado a questão de energia elétrica, que é produzida pela água, gostaria que trouxessem contas de luz de suas casas para a aula de Matemática.

Ao serem indagados sobre o que se poderia fazer para melhorar os impactos ambientais, os alunos responderam que se deveria reciclar o lixo, apagar as luzes, quando desnecessárias, preferir andar a pé ou usar transporte auxiliar como ônibus, ao invés de utilizar carro; ou optar por um carro econômico em consumo de combustível, ou seja, um carro que faça mais quilometragem com um litro de gasolina.

Depois de realizada a leitura e as discussões sobre o texto “O que eu posso fazer?”, a professora propôs a situação-problema descrita a seguir.

#### **4.3.1.1 Situação-problema 1:**

O crescimento exponencial da população tende a causar maior impacto no meio ambiente?

##### **ATIVIDADE 1:**

Ao observar o gráfico sobre os Impactos Ambientais por Família, responder as atividades propostas nas alíneas abaixo:

a) De acordo com o texto, qual a atividade que mais polui? Explique:

Em um primeiro momento a professora explicou o gráfico, colocando que no eixo vertical estava representada a porcentagem e que no eixo horizontal estavam representadas as atividades das referidas categorias dos impactos ambientais. Foi oportunizada uma explicação sobre os tipos de gráficos que se pode encontrar no programa Microsoft Excel.

Os alunos responderam com segurança, ao olharem o gráfico, que a atividade que mais polui é a alimentação, principalmente na alteração do hábitat da água, seguida do transporte, com mais ênfase na poluição do ar.

b) Segundo os dados da pesquisa, é possível determinar o percentual do impacto ambiental por família na poluição da água referente ao alimento e as ações domésticas?

Os alunos apresentaram maior dificuldade para perceber que deveriam adicionar o percentual do impacto ambiental por família da poluição da água referente ao alimento com o percentual da poluição da água referente às ações domésticas, sendo, portanto 35%.

c) Dentre os quatro tipos principais de impactos ambientais, em qual deles se encontra a atividade com menor percentual? E qual é essa atividade?

Foi observado que os alunos não tiveram maiores problema para perceber que dentre os quatro tipos de impactos ambientais, a atividade que apresenta menor percentual, segundo o texto, é o transporte, que interfere na alteração do hábitat da água, seguida das ações domésticas, relacionadas à alteração do hábitat do solo.

#### ATIVIDADE 2:

De acordo com o gráfico “Impactos Ambientais por Família”, página 110, qual a sua expectativa sobre a poluição do ar, se os impactos ambientais continuarem dessa forma?

Sendo o Transporte a atividade que causa o maior impacto ambiental quanto à poluição do ar, os alunos ressaltaram que o óleo diesel polui mais que a gasolina, e que o monóxido de carbono é um dos poluentes lançados no ar.

Os alunos falaram se caso a poluição do ar continuar da forma como retrata o gráfico, futuramente teremos uma natureza morta, ressaltando os problemas de saúde que existem, tais como bronquite, asma, renite e sinusite, que têm relação direta com a qualidade do ar atmosférico.

Colocaram, ainda, sobre a necessidade de uma conscientização mundial, e que as pessoas devem ter atitudes de preservação do meio ambiente, como o simples ato de jogar o lixo em locais apropriados para não poluir as águas e o solo.

Alguns alunos comentaram que a maior reserva de água está no Brasil e outros completaram dizendo que o Planeta é formado por grande parte de água, aproximadamente  $\frac{2}{3}$ , porém grande parte dessa água é salgada. Outros acrescentaram que para usá-la é preciso fazer a dessalinização, o que a tornaria muito cara. Com isso, percebem que se deve evitar a poluição do solo, da água ou do ar, para impedir grandes problemas futuros.

Para concluir, os alunos falaram que, se nada for feito, a humanidade morrerá queimada pelo aquecimento global, afogada pelo derretimento das geleiras ou asfixiada pela poluição do ar.

### ATIVIDADE 3:

A partir do gráfico de colunas (100% empilhadas) “Impactos Ambientais por Família”, apresentado no texto, página 110, que compara a porcentagem de contribuição de cada atividade, explicando a maioria dos impactos ambientais, construa a tabela que representa este gráfico.

Primeiramente foi orientada a construção da tabela e observou-se que os alunos realizaram essa tarefa com entusiasmo, participando, discutindo e trocando idéias.

**Tabela 1** – Atividades que causam os Impactos Ambientais.

	Transporte	Alimento	Ações domésticas	Outros
Aquecimento global	32%	13%	35%	20%
Poluição do ar	51%	9%	20%	20%
Poluição da água	25%	20%	15%	40%
Alteração do hábitat da água	3,4%	71,6%	10%	15%
Alteração do hábitat do solo	15%	45%	5%	35%

Fonte: Guia para o Planeta Terra, Dr. Art.

#### ATIVIDADE 4:

A tabela construída, a partir do gráfico, é uma tabela de frequências absolutas ou relativas? Por quê?

A professora explicou que tabela de frequências absolutas é quando os números são apresentados com valores absolutos, ou seja, resultado de um processo de contagem, enquanto tabela de frequências relativas são quando os números são apresentados em percentuais. A partir daí, entenderam e responderam muito bem essa atividade, colocando que a tabela construída era de frequências relativas.

#### ATIVIDADE 5:

A partir das informações, construa um gráfico de colunas agrupadas, para comparar os valores por categoria:

Os alunos construíram os gráficos em seus cadernos, pois a escola não dispõe de computadores para serem utilizados.

Abaixo, o gráfico construído pela professora, usando o Microsoft Excel.

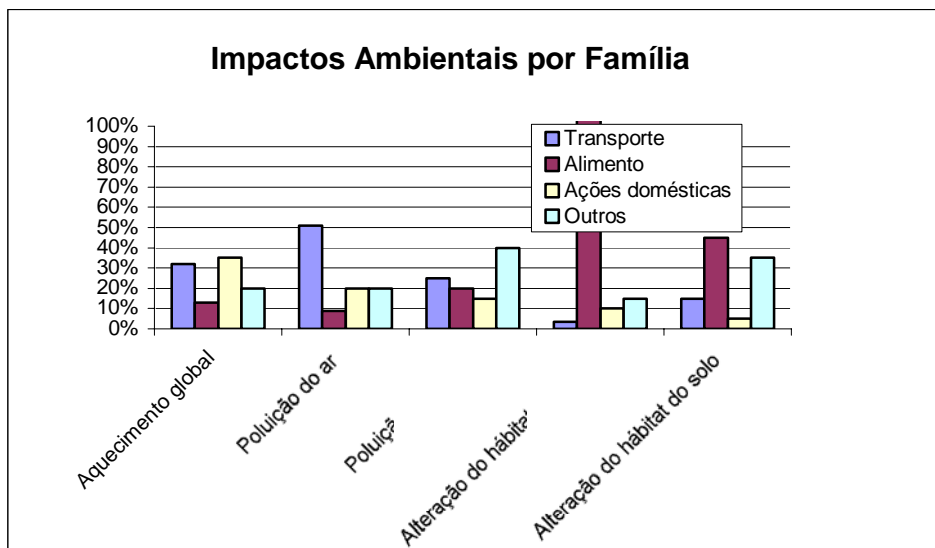


Figura 7: Atividades por família que causam os impactos ambientais

#### ATIVIDADE 6:

Construa um gráfico de setores que represente as atividades que explicam o aquecimento global, que é um dos impactos ambientais por família.

Ao se falar da atividade seis, os alunos relacionaram o gráfico de setores ao termo pizza, sendo mostrado, pela professora, como representar esse tipo de gráfico.

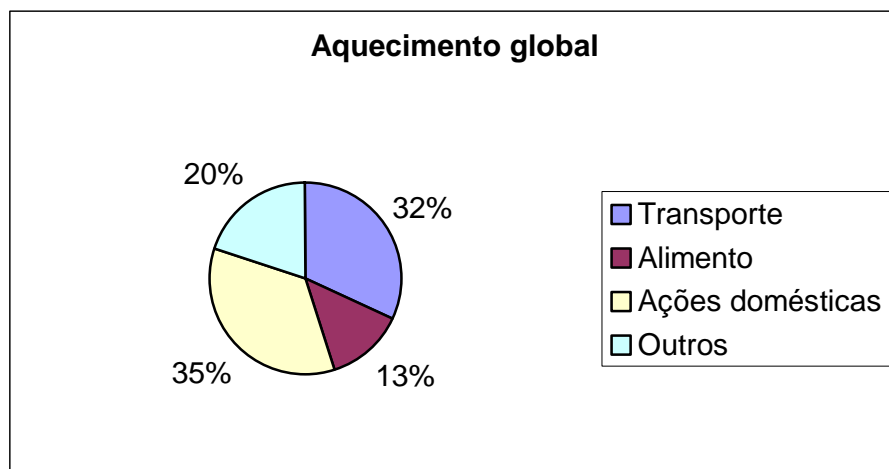


Figura 8: Atividades que causam o aquecimento global

Foi verificado o gráfico, da atividade cinco, individualmente. A grande maioria o fez, e, para surpresa da professora, um aluno o qual não gostava de fazer os temas e atividades propostas, trouxe o gráfico construído. Ele mesmo mostrou-se surpreso, dado seu interesse pela realização da atividade.

#### ATIVIDADE 7:

Observando o gráfico de colunas “Impactos Ambientais por Família”, classifique as variáveis pesquisadas como quantitativas ou qualitativas, explicando sua resposta.

Os alunos classificando as variáveis como quantitativas, demonstraram conhecimento sobre os termos abordados. A professora reforçou que variáveis quantitativas são as que indicam contagem ou medição e para as variáveis serem qualitativas devem indicar qualidade, um atributo, como por exemplo, local de nascimento, preferência de esportes, etc.

**ATIVIDADE 8:**

Diga a ordem crescente das atividades em relação a alteração do hábitat da água e a ordem decrescente em relação a alteração do hábitat do solo.

Os alunos não apresentaram dificuldade para resolver essa atividade. Observaram que para a ordem crescente se tem em primeiro o transporte, ações domésticas, outros e o alimento, já para a ordem decrescente em relação ao impacto ambiental, na alteração do hábitat do solo se têm o alimento, transporte, outros e ações domésticas.

**ATIVIDADE 9:**

O que você mais destacaria no texto?

No momento que se fez referência a esta atividade, os alunos responderam que acreditavam ser importante a questão da relação entre energia, crescimento da população e o meio ambiente.

Os alunos consideraram que o texto apresentava-se muito rico e a professora colocou outras duas atividades para finalizar a resolução da primeira situação-problema.

**ATIVIDADE 10:**

Em relação à tabela do Crescimento Exponencial da População, que se encontra na página 108, do texto, construa um gráfico que melhor represente o crescimento exponencial da população total em função do tempo, em anos.

Os alunos construíram, em seus cadernos, gráficos de linhas, como o exemplo abaixo, realizado no Microsoft Excel, pela professora.

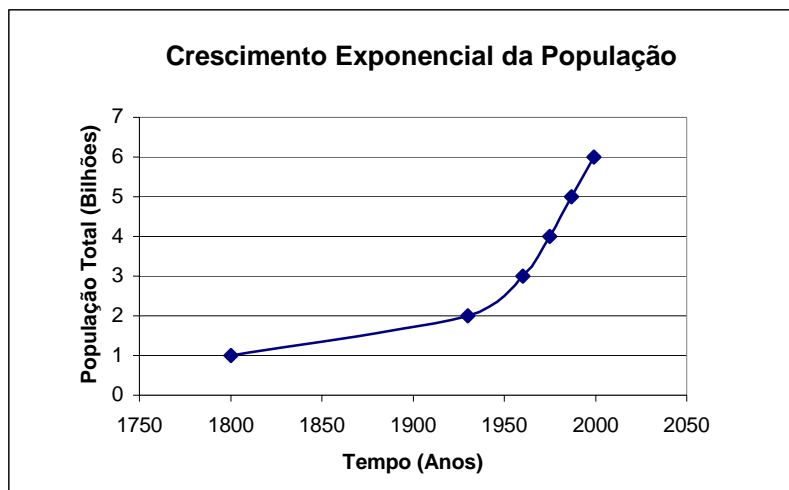


Figura 9: Crescimento da população em função dos anos

#### ATIVIDADE 11:

Em relação à tabela apresentada na página 108, do texto, sobre o crescimento exponencial da população, a tabela representava frequências absolutas ou relativas? Por quê?

Os alunos não tiveram dificuldades em responder a essa última questão.

Por meio dessas atividades foi possível realizar leituras, interpretações, construções e análise de gráficos e de tabelas.

As atividades desenvolvidas de 1 a 11 tiveram como objetivo responder a situação-problema criada, em que quanto maior for o crescimento da população mundial, maior será o impacto sobre o meio ambiente, pois quanto maior o número de pessoas, maior será o consumo de energia elétrica, de transporte e de alimentos. Com isso, maior a poluição sobre o ar, o solo e a água, produzindo diversas mudanças climáticas como o aquecimento global.

#### 4.3.2 Situação-problema envolvendo contas de luz

Os alunos foram organizados em grupos para que tivessem a oportunidade de realizar as próximas atividades em conjunto com os colegas, trocando opiniões referente às diferenças das contas de luz do grupo.



Formaram-se seis grupos, sendo quatro grupos com quatro alunos e dois grupos com cinco alunos. Os alunos criaram um nome para seus grupos, ficando definidos da seguinte forma:

- a) Grupo 1: Caça à Poluição
- b) Grupo 2: Despoluentes em Ação
- c) Grupo 3: Anônimos da Poluição
- d) Grupo 4: 100% Oxigênio
- e) Grupo 5: Defensores da Natureza
- f) Grupo 6: Poluição Zero

Alguns alunos trouxeram as contas de luz de suas residências para trabalhar na próxima situação-problema.

A idéia de analisar suas contas de luz despertou bastante interesse nos alunos.

Os integrantes de cada grupo reuniram-se e foi entregue, pela professora, uma composição dos textos “O que dizer da energia?” e “Como ela faz parte das questões ambientais locais?”, do qual o primeiro é parte integrante do livro Guia para o Planeta Terra, autoria do Dr. Art, e o segundo foi retirado do texto “Água e Energia Elétrica”. Essa composição foi realizada pela professora e encontra-se a seguir.

O que dizer da energia?

Como ela faz parte das questões ambientais locais?

Obviamente, a energia desempenha um papel muito importante em nossa vida diária. Usamos quando vamos de um lugar a outro; quando aquecemos, refrigeramos e iluminamos nossas casas e empresas; quando cultivamos, distribuimos, preservamos e cozinhamos nossos alimentos; e quando lavamos a nós mesmos e nossas roupas. Em tudo o que fazemos, usamos uma fonte de energia, como gasolina para o carro, gás natural para o fogão, eletricidade para a geladeira, luz do Sol para o aquecimento da água.

Atualmente, a maior parte dessa energia provém de combustíveis fósseis. Carvão, petróleo e gás natural representam em torno de 80% da energia comercial consumida nos Estados Unidos e no resto do mundo. Sempre que queimamos um combustível fóssil, liberamos dióxido de carbono e assim aumentamos o efeito estufa. O uso de combustíveis fósseis também causa poluição

devido aos processos de combustão, mineração, transporte e refino.

Já no Brasil, que é o quinto país do mundo em superfície, e possui 8% do total de água doce existente no mundo, verifica-se que a fonte de energia mais abundante e de menor custo de geração tem sido de origem hidráulica.

O Brasil, desta forma, naturalmente é responsável pela manutenção e formação de uma consciência do uso racional deste recurso. O setor elétrico, o maior usuário da água sem caráter degradativo, mas como modificador do meio ambiente, possui um importante papel no gerenciamento dos recursos hídricos do país.

A água é um recurso de valor inestimável para a humanidade, participando de praticamente todas as suas atividades, desde a alimentação até a geração de energia. A conscientização da escassez deste recurso e de sua limitada capacidade de renovação transforma, a cada década que passa, a procura por este bem mineral, tornando-se mais acirrada a competitividade entre setores. O crescimento populacional aliado à intensificação das atividades de caráter poluidor tem, em todo mundo, mostrado a ocorrência de problemas relacionados à falta desse recurso, em condições adequadas de quantidade ou de qualidade, para o atendimento das necessidades mais elementares das populações.

A natureza finita da fonte renovável "recurso hídrico" contém um aspecto crítico, que deve ser analisado sob a ótica do crescimento populacional. São poucos os outros recursos essenciais à vida, que estão restritos por limites de disponibilidade tão definidos quanto os recursos hídricos. Com a concentração populacional, a disponibilidade média de água renovável por habitante tende a diminuir o que repercute sobre a saúde e os padrões de qualidade de vida. A garantia de acesso à água em quantidade suficiente e com qualidade adequada vem adquirindo, cada vez mais, contornos estratégicos para a sobrevivência das nações.

Entre 1940 e 1990 a população mundial duplicou, passando de 2,3 para 5,3 bilhões de habitantes, com o respectivo consumo de água aumentando de 1.000km<sup>3</sup> para 4.000km<sup>3</sup>. Portanto, neste período, ocorreu a quadruplicação do consumo per capita de água por ano. A constatação prática destas duas tendências, neste fim de século, devido às características finitas do recurso, pressupõe uma remota probabilidade de que nova quadruplicação ocorra no consumo. Segundo as estimativas, o limite superior de água utilizável no globo para consumo situa-se entre 9.000km<sup>3</sup> e 14.000km<sup>3</sup> (Freitas, 1998). Dentro desta perspectiva, o aumento da

população implicará no uso desta reserva, para o consumo e para a melhoria da qualidade de vida proveniente do uso de energia elétrica.

Após a leitura dos textos, os alunos relacionaram a água com a energia elétrica, pedindo que se partisse para o estudo da conta de luz e elaboraram a situação-problema abaixo.

#### **4.3.2.1 Situação-problema 2:**

É possível compreender como são realizados os cálculos da conta de luz de nossa casa?

##### **ATIVIDADE 1:**

Foram estudados, no primeiro momento, os campos das contas de luz, para definir o que cada um representava: o código do cliente, o total a pagar, data de vencimento, o faturamento, a emissão, as leituras anterior e atual, o histórico de consumo, que proporcionou comentários, sobre gráficos de barras.

Ainda, sobre a conta de luz, foi falado e explicado sobre os conceitos faturados: consumo – quantidade e tarifa, encargos de capacidade emergencial, ICMS, base de cálculo e a alíquota de 30%.

Os alunos foram questionados sobre o que era ICMS e responderam tratar-se de um imposto. Ao serem indagados sobre o que representava esse imposto, sentiram a necessidade de um tempo para conversarem e responderam ser um Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), uma lei estadual.

Ao serem indagados sobre a maneira como é realizada a leitura mensal do consumo de energia, responderam que era a leitura do mês atual menos a leitura do mês anterior. Neste momento foi falado da unidade do consumo que era kWh.

Ao serem questionados sobre qual era a base de cálculo para se calcular o ICMS, eles pensaram, estudaram as contas e responderam que era o total da conta de luz.

A professora, ao examinar as contas de luz dos alunos, observou que alguns trouxeram contas de luz antigas, cuja alíquota era de 25%, então foi esclarecido que não poderiam utilizá-las, pois a alíquota havia mudado em 1º de abril de 2005 para 30%.

Verificou-se, também, que em alguns casos, algumas contas não apresentavam alíquota e nem encargo emergencial. E, na maioria das contas de luz dos alunos, apresentava-se mora por falta de pagamento, planos da AES sul e valores para religações.

Foi solicitado, então, que encontrassem a base de cálculo nas suas contas, verificando o valor utilizado para essa base de cálculo.

Com isso, os alunos chegaram à conclusão de que para a base de cálculo eram usados, somente, o consumo, ICMS e encargos emergenciais.

Antes de estudar mais profundamente suas contas de luz, foi lançado um exemplo de uma conta de luz no quadro e proposta uma atividade referente a ela.

#### ATIVIDADE 2:

De acordo com os conceitos faturados de uma determinada conta de luz, a professora apresenta uma conta-exemplo, conforme Tabela 2, para exemplificar.

**Tabela 2** – Descrição dos conceitos faturados de uma conta de energia elétrica do mês de julho de 2005.

Descrição	Quantidade	Tarifa(sem ICMS)	Valor(R\$)
Consumo	247	0,310434	76,6772
ICMS			33,4560
Encargo da Capacidade emergencial			1,40
<b>Total</b>			<b>111,52</b>

Fonte: AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.

A partir dessa conta, responda:

Como é o cálculo da conta de luz de sua casa?

Os alunos indagaram sobre a existência de uma fórmula para calcular a conta de luz e procuravam uma expressão que servisse para calcular o valor a ser pago por um determinado período de tempo de consumo de energia elétrica.

Observaram, pensaram e estudaram a conta-exemplo dada, e, comparando as diferentes contas, verificaram que o valor que varia é a quantidade do consumo, podendo-se, assim, gastar mais ou menos.

Com relação à tarifa do consumidor, buscaram informações junto à agência de energia elétrica da cidade, pois observaram que era um valor muito semelhante entre as contas do grupo. A agência informou, então, que desde de julho de 2005, a tarifa era calculada de acordo com o Programa de Integração Social (PIS) e com a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS), conforme resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) nº 93/2005. E que essa tarifa mudava de acordo com a quantidade de energia que a empresa comprava, distribuindo esse valor com os consumidores.

“Como se faz esse cálculo?”; “Como se faz a base de cálculo?” eram indagações que surgiam entre os alunos.

Observando a conta-exemplo, perceberam que o total da conta está relacionado ao consumo, que varia. Esse total representa a quantidade, de Kwh consumidos, multiplicado pela tarifa e adicionados os encargos e o imposto ICMS, sendo representado, pelos alunos, da seguinte forma:

Total da conta (T) = Valor que varia (Quantidade) . Tarifa + encargos + ICMS

Fazendo-se a relação Valor que varia = x, tem-se:

$$T = x \cdot \text{Tarifa} + \text{encargos} + \text{ICMS}$$

Finalizando, dessa forma, a atividade 2.

### ATIVIDADE 3:

Precisava-se saber, para entender a relação da atividade 2, como é calculado o ICMS na conta de luz?

Um dos alunos respondeu que calculava-se fazendo 30% do valor total e o que não entra para o cálculo do ICMS são as multas e ligações.

- Mas quanto é 30%? – perguntou a professora.

Responderam, sem problemas, que 30% é igual a  $\frac{30}{100}$ , que corresponde a um valor de 0,30.

- Então, como se calcula o total? – indagou a professora.

Os alunos realizaram a seguinte relação:

Total (T) = Tarifa . x + encargos emergenciais + 30% do valor total(T)

Total (T) = Tarifa . x + encargos + 30% T

De acordo com a descrição dos conceitos faturados da tabela da conta de energia elétrica do mês de julho de 2005, o cálculo apresentou-se da seguinte forma:

$$\text{Total (T)} = 0,31043 \cdot x + 1,40 + 0,30 T$$

$$T - 0,30T = 0,31043 \cdot x + 1,40$$

$$0,70 T = 0,31043 \cdot x + 1,40$$

$$T = \frac{0,31043}{0,7} + \frac{1,40}{0,7}$$

$$\mathbf{T = 0,4435 \cdot x + 2}$$

Neste momento, foi observado pelos alunos que caso sejam utilizadas duas casas depois da vírgula, o valor resultante da conta de luz é alterado, concluindo que devem usar quatro casas após a vírgula.

A professora concluiu dizendo que o modelo matemático encontrado descreve o valor da conta de luz em função da quantidade de consumo e dos encargos.

#### ATIVIDADE 4:

Se o consumo for de 247 kWh, qual será o valor total da conta de luz?

Para os alunos, atribuindo o valor de 247 kwh para x, chegariam ao valor total da conta que seria de R\$ 111,54 (cento e onze reais e cinquenta e quatro centavos).

A professora, então, perguntou:

- Se fosse gastar 300 kWh, teria como saber quanto iria pagar?

Responderam, em primeiro lugar que 300 kwh seria o valor de x do modelo matemático, ou seja, a quantidade de consumo gasta no mês, e

acrescentaram que ao substituir x por 300 kWh, encontrariam o valor gasto, que seria de R\$ 135,05 (cento e trinta e cinco reais e cinco centavos).

A professora pediu que fizessem esses cálculos utilizando as suas contas de luz. Em um dos grupos, alguns alunos apresentaram interesse em fazer o cálculo, outros ficaram mais apáticos em relação ao trabalho. Os alunos apresentaram dificuldades para perceber que alguns valores como de multa, religação e planos da AES Sul não fazem parte da base de cálculo e, ao serem questionados, não responderam corretamente sobre o cálculo do ICMS.

Os integrantes de outro grupo responderam corretamente quando perguntados sobre quais valores participavam da base de cálculo (o consumo, os encargos e o ICMS).

Os alunos manifestaram interesse em prever quanto iriam pagar pela suas contas de luz e a professora perguntou como poderia ser feito isso. Eles responderam colocando o seguinte:

$T$  (base de cálculo) = quantidade consumida . Tarifa + encargo emergencial + ICMS

A professora, então, disse para os alunos colocarem essa expressão no papel. Com isso, eles disseram que a tarifa, deste grupo, não variava, percebendo que o que variava era a quantidade consumida, em kWh.

A professora perguntou:

- E o ICMS, como se calcula?

Responderam:

- 30% da base de cálculo (T).

- Então, como fica? – disse a professora.

Os alunos escreveram:

$T = \text{quantidade (x)} . \text{Tarifa} + \text{encargo emergencial} + 30\% T$

E chegaram ao modelo facilmente.

Os alunos foram questionados sobre o valor de x e responderam que esse era variável.

Observando suas contas de luz, foram perguntados se a base de cálculo era o total que estava na conta e eles responderam que não, verificando que era preciso considerar a religação, pois essa não contava para fazer a base de cálculo, mas contava para o valor final da conta de luz.

Os alunos classificaram como “legal” o modelo matemático, pois com o valor de  $x$  (quantidade consumida) mais os valores adicionais como religação, o valor total da conta ficava claro.

O diálogo em outro grupo iniciou quando foram questionados pela professora sobre o que era preciso para fazer a base de cálculo da conta de luz. Os alunos responderam que era necessário ter o consumo da conta de luz, os encargos e mais o ICMS.

Foi pedido que escrevessem o que estavam falando.

De acordo com as suas contas de luz, escreveram o seguinte:

$T = 0,313328 \cdot \text{Quantidade consumida} + \text{encargos emergenciais} + \text{ICMS}$

Quando questionados se a quantidade consumida é sempre a mesma, colocaram que não.

- Então, como poderia representá-la? – perguntou a professora.

- Por  $x$ , ficando assim:  $T = 0,313328 \cdot x + 0,37 + \text{ICMS}$  – respondeu um aluno.

Quando questionados sobre como se calculava o valor do ICMS, os integrantes do grupo apresentaram dificuldades e tiveram de ser orientados.

Os componentes de outro grupo, responderam que a quantidade consumida era de 121 kWh.

- E a tarifa? – perguntou a professora.

- Era de 0,306326. – segundo os alunos.

A professora indagou:

- Então, como fica a base de cálculo?

Os alunos escreveram:  $T = 0,306326 \cdot x + \text{encargos} + \text{ICMS}$ .

Outro grupo apresentou menor dificuldade, pois quando a professora chegou no grupo estavam trabalhando, fazendo os cálculos de suas contas de luz, sem necessidade de orientação prévia.

Os alunos desse grupo disseram que não deveriam colocar multas, religações e o plano fácil AES Sul, que estava em uma das contas. Ao serem questionados responderam com mais certeza do que os integrantes dos outros grupos.

Modelo matemático determinado por esse grupo:

$T = 0,3170 \cdot x + 1,01 + 0,30 T$



Foi observado que os integrantes desse grupo apresentavam contas de luz sem religações e multas, o que talvez isso tenha colaborado positivamente nos cálculos em comparação com os outros grupos.

Em outro grupo a professora perguntou:

- Qual é a quantidade consumida?

-  $T = 0,306326 \cdot x + 0,72 + 30\%$  de T, onde x correspondia a quantidade consumida, 0,72 os encargos e 30% de T correspondia à alíquota do ICMS.

- Tem algum valor a mais na conta? – indagou a professora.

- Plano Fácil.

- Entra na base de cálculo?

- Não. - disseram os alunos.

A professora questionou:

- Então, como fica o modelo de vocês?

Os alunos escreveram:

$$T = \text{quantidade consumida} + \text{ICMS} + \text{encargos}$$

$$T = 0,306326 \cdot x + 0,30T + 0,72$$

$$0,7 T = 0,306326 \cdot x + 0,72$$

$$T = \frac{0,306326}{0,7}x + \frac{0,72}{0,7}$$

Os integrantes desse grupo perguntaram sobre a inexistência dos encargos emergenciais e a relação disso com o valor total da conta de luz. A professora respondeu que o cálculo seria feito sem os encargos.

Observaram, também, que se tivessem outros valores como multas e religações, esses valores não entrariam para a base de cálculo.

Os alunos substituíram o valor do consumo, que estava na conta do grupo, realizaram os cálculos e encontraram a base de cálculo e, ao acrescentar os outros valores da conta, obtiveram o valor total da conta.

Os integrantes de um dos grupos apresentaram-se bastante interessados e empenhados no trabalho e chegaram à conclusão de que esse estudo é uma maneira de conscientizá-los quanto ao pagamento e a verificação da conta de luz.

A professora, após percorrer todos os grupos, retomou a conversa com todos, colocando que o modelo matemático que havia sido determinado correspondia a uma função do tipo  $y = a x + b$ , uma função polinomial do 1º grau, que recebe, também, o nome de função linear.

#### ATIVIDADE 5:

A partir do modelo matemático encontrado da conta-exemplo, monte uma tabela e o gráfico da função que representa o valor a ser pago em função da quantidade consumida, para os dois últimos meses da conta de luz, junho e julho de 2005:

Montaram a tabela e o gráfico em seus cadernos com a ajuda e intervenção da professora.

**Tabela 3** – Quantidades de consumo de energia elétrica dos meses de junho e julho de 2005 com o modelo matemático encontrado a partir da conta de luz.

Meses		x(kWh)	T(R\$) = 0,4435 x + 2
Junho 05	1	242	109,33
Julho 05	2	247	111,54

Fonte: AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.

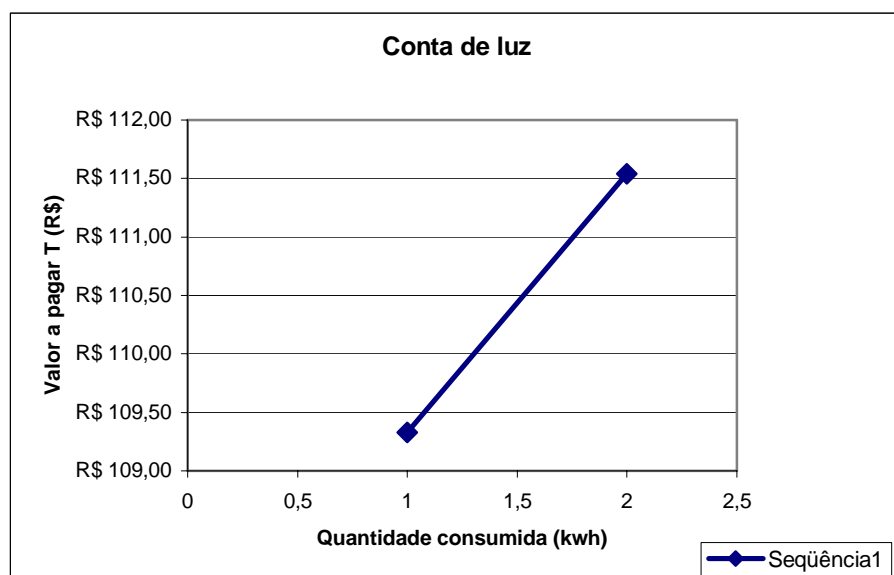


Figura 10: Valor a ser pago em função da Quantidade consumida

A professora perguntou:

- Neste intervalo de tempo, a função é crescente ou decrescente?
- Crescente. – responderam os alunos.

A professora falou sobre a declividade da reta e perguntou de quem dependeria o valor a ser pago. Responderam que dependia da quantidade a ser consumida, em kWh.

Foram questionados, em relação ao exemplo, sobre a intersecção da reta com o eixo horizontal e os alunos responderam que não haveria a intersecção, se o eixo vertical iniciasse em zero, pois se isso acontecesse, teriam zero para o valor a pagar, o que não seria possível.

- E em relação ao eixo vertical? - indagou a professora.

- Sim, conforme o modelo matemático  $T(\text{R}\$) = 0,4435 x + 2$ , teriam zero para o consumo e R\$ 2,00 para o valor a ser pago. Assim, o ponto de intersecção seria de coordenadas (0, 2).

Os alunos completaram, dizendo que equivale ao valor a ser pago por uma casa que estivesse fechada, por exemplo.

A professora continuou os questionamentos e perguntou:

- É possível obter um modelo matemático que nos dê o valor a pagar sem os encargos da capacidade emergencial?

- Sim. – responderam os alunos.

Foi pedido, então, que mostrassem de que forma poderia se obter o modelo sem os encargos.

Os alunos disseram que o modelo poderia ser obtido retirando o valor de R\$ 1,40, conforme a Tabela 2, que corresponde aos encargos da capacidade emergencial e ficaria da seguinte forma:

$$0,31043 x = T (1 - 0,3)$$

$$0,310434 x = T - 0,3 T$$

$$0,31043 x = 0,7 T$$

$$0,31043 x / 0,7 = T$$

$$\mathbf{T = 0,4435 x} \quad \text{sem os encargos que, neste caso, é de R\$ 1,40.}$$

A partir daí, foram feitas algumas perguntas pela professora:

- A cada quantidade de kWh corresponde um único custo em reais?

- Sim. – responderam os alunos.
- O custo é dado em função de quê?
- Em função da quantidade consumida, em kWh. – segundo os alunos.
- Quais são as variáveis? – indagou a professora.
- Quantidade de kWh, que é a variável independente e o valor em reais, que é variável dependente.
- O custo em reais da conta de luz varia de forma diretamente proporcional a quantidade de kWh?
- Sim, porque duplicando a quantidade de consumo de kWh o valor também duplica, triplicando a quantidade de kWh gastas o valor também triplica. – a resposta dada pelos alunos.

#### ATIVIDADE 6:

A partir de suas contas de luz:

- a) Determinem a média do consumo de energia elétrica dos últimos 12 meses, de cada componente do grupo, e após determinem a média do consumo anual das residências dos componentes do grupo;
- b) Construam o gráfico de segmentos e o de barras das médias dos componentes do grupo.

A professora, antes de passar nos grupos, explicou que a média aritmética, ou simplesmente média, é usada para, por meio de um único número, se obter uma idéia das características de um grupo de números.

Os grupos determinaram as médias e montaram os gráficos com certa facilidade.

Para exemplificar, um dos grupos tinha três componentes, cada um com uma conta de luz, ao realizarem a média de suas contas, obtiveram os seguintes resultados:

1ª média: 191 kwh

2ª média: 227 kwh

3ª média: 236 kwh

Ao serem perguntados como fariam para fazer a média do grupo, os alunos responderam que para fazer a média dos últimos 12 meses da conta de luz, eles somaram os consumos e dividiram por 12, para fazer a média dos grupos, eles iriam somar as três médias e dividir por 3:

$$191 + 227 + 236 = 654$$

$654 \div 3 = 218$ , sendo este o valor correspondente à média do grupo.

Montaram o gráfico que corresponde à média dos 12 meses de consumo de energia elétrica de cada componente do grupo, em seus cadernos.

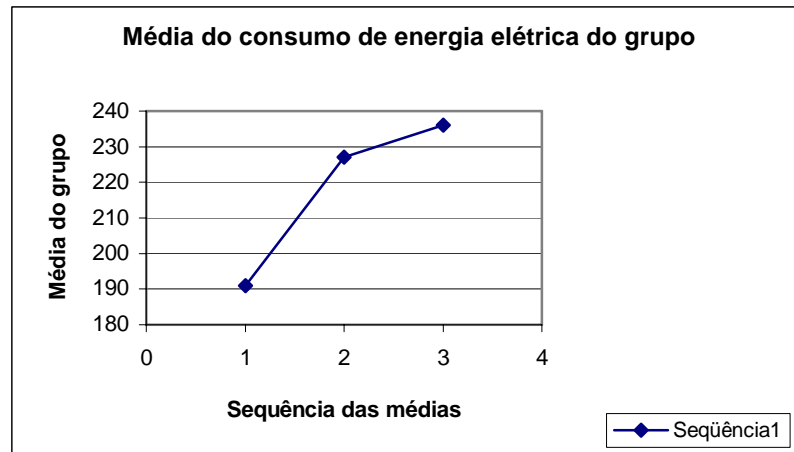


Figura 11: Média do Consumo de energia Elétrica do grupo

Neste grupo, a professora questionou sobre o porquê da declividade ser menor no 2º intervalo, os alunos responderam que a declividade era menor porque a diferença entre o 2º e o 3º ponto era menor do que a diferença entre o 1º e o 2º ponto, que é onde ocorreu uma diferença maior de consumo.

Para complementar a atividade, os alunos deste grupo montaram o gráfico de barras, que corresponde à média dos 12 meses de consumo de energia elétrica do grupo.

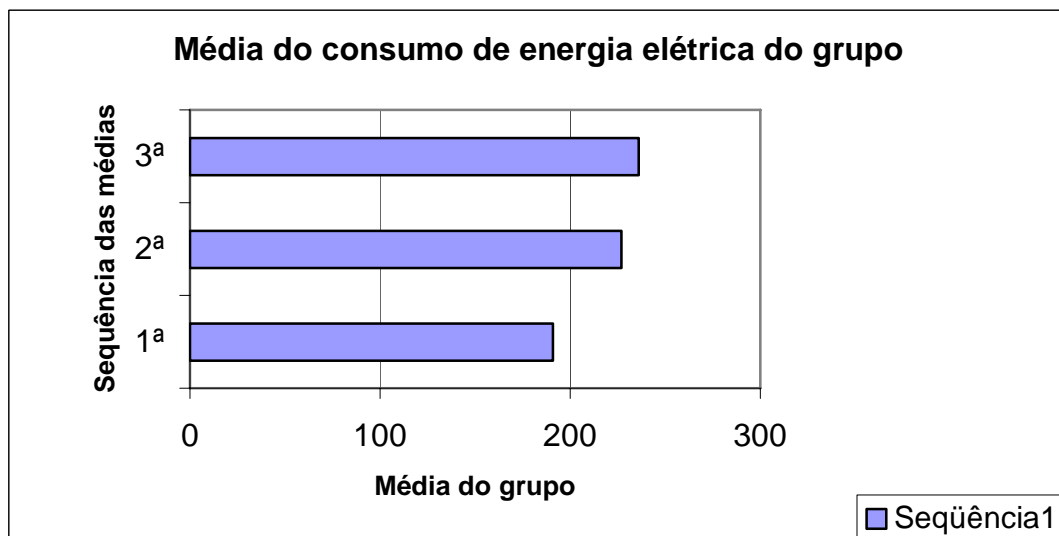


Figura 12: Média do Consumo de Energia Elétrica do grupo

### ATIVIDADE 7:

De acordo com o trabalho feito em aula sobre a média do consumo (kWh) das contas de luz, foram encontradas as seguintes médias dos grupos:

Grupo 1: **218 kWh**

Grupo 2: **88,3 kWh**

Grupo 3: **210 kWh**

Grupo 4: **131 kWh**

Grupo 5: **125 kWh**

Grupo 6: **131,5 kWh**

A partir dos dados, construa o gráfico de colunas da média de consumo, em kwh, da turma.

Os alunos realizaram essa atividade com facilidade.

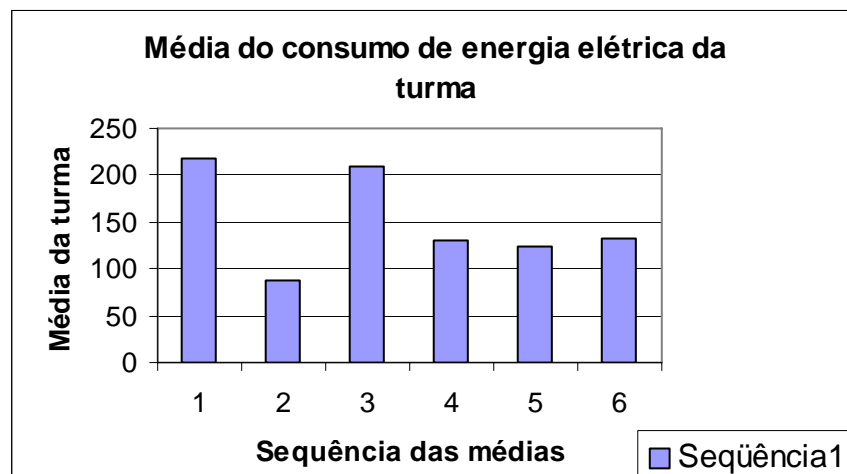


Figura 13: Média do Consumo de Energia Elétrica da turma

### ATIVIDADE 8:

Esta atividade foi desenvolvida como primeiro trabalho avaliativo da turma, em função da necessidade da professora obter um parecer para a avaliação do trimestre.

A tabela e o gráfico de segmentos abaixo representam o valor pago por um cliente da AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A., por sua conta de energia elétrica:

**Tabela 4 – Conta da Energia Elétrica de um cliente da AES Su1**

	Meses	Quantidade consumida(kwh)	Valor(R\$)
1	jul/04	560	250,36
2	ago/04	612	273,42
3	set/04	426	190,93
4	out/04	339	152,34
5	nov/04	459	205,56
6	dez/04	560	250,36
7	jan/05	16	9,1
8	fev/05	22	11,75
9	mar/05	221	100,01
10	abr/05	274	123,51
11	mai/05	252	113,76
12	jun/05	242	109,32
13	jul/05	247	111,52

**Fonte: AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.**

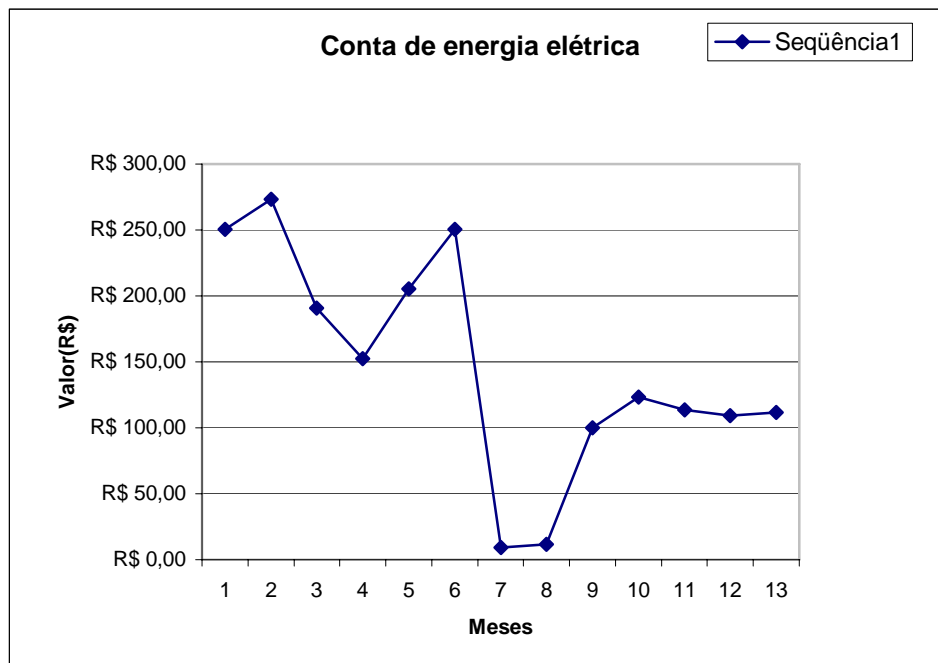


Figura 14: Conta da Energia Elétrica de um cliente da AES Su1

Responda:

a) A tabela dada é de frequências absolutas ou relativas? Por quê?

Dos 23 alunos que realizaram o trabalho, 17 deles responderam corretamente a questão, que a tabela dada é de frequências absolutas, porque os números são apresentados com valores absolutos, ou seja, resultado de um processo de contagem.

b) De acordo com a tabela, quais os meses em que houve o menor consumo de energia elétrica? E os de maior consumo de energia?

Todos os alunos colocaram corretamente a resposta, pois, de acordo com a tabela, os meses em que houve menor consumo de energia elétrica foi janeiro e fevereiro de 2005, e os meses de maior consumo foi de julho, agosto e dezembro de 2004.

c) Observando o gráfico, em que período a função é crescente? E decrescente?

Responderam que os períodos em que a função era crescente foram: julho-agosto de 2004, outubro-novembro-dezembro de 2004, janeiro-fevereiro-março-abril de 2005, junho-julho de 2005, e era decrescente em: agosto-setembro-outubro de 2004, dezembro (2004) – janeiro (2005), abril-maio-junho de 2005.

Com relação a essa questão, ao conversar em aula, a professora questionou os alunos se não havia algo que chamasse a atenção deles em relação a esta conta de energia elétrica.

Os alunos colocaram que o baixo consumo de energia elétrica nos meses de dezembro (2004) a janeiro (2005), foi o que mais chamou atenção deles, pois são os meses em que a temperatura está mais elevada, portanto o consumo deveria ser maior.

d) Faça o gráfico de colunas para mostrar o histórico de consumo, em kWh, da referida conta de luz.

Apenas dois alunos não apresentaram o gráfico corretamente.



e) Faça a média do consumo em kWh dos últimos 12 meses:

Em relação à última questão, a grande maioria dos alunos conseguiu chegar a um valor correto, que corresponde à média dos 12 últimos meses, que é de 305,83 kWh.

Por meio dessas atividades foi possível estudar e calcular a conta de luz, encontrando um modelo matemático para o valor a ser pago pela conta de luz das residências.

Também foi possível realizar interpretação, construção e análise de tabelas e gráficos de segmentos e de barras. Analisar a função como crescente ou decrescente, avaliar sobre a variável ser independente ou dependente e, bem como, estudar a declividade da reta e calcular médias aritméticas.

As atividades desenvolvidas tiveram como objetivo responder a situação-problema sobre a construção de uma fórmula para a conta de luz da nossa casa. Na fórmula construída foi possível relacionar a energia elétrica com a água, e trabalhar questões com referência ao meio-ambiente, conscientizando da responsabilidade pela sua preservação.

#### **4.3.3 A criação de uma nova taxa de iluminação pública em Santa Maria: uma nova situação-problema.**

Para dar continuidade às atividades de Modelagem Matemática, a professora apresentou a reportagem do jornal Diário de Santa Maria, do dia 4 de outubro de 2005.

Justifica-se a utilização dessa reportagem pelo interesse demonstrado por alguns alunos, que haviam lido o referido jornal naquela data.

# De R\$ 0,77 até R\$ 6,14

Isso é o que a maioria terá de pagar  
como nova taxa de iluminação pública

Lauro Alves/Diário



Luci mostra economia nas contas e critica cobrança

**S**e a prefeitura conseguir aprovar na Câmara a taxa de iluminação pública, a maioria dos moradores e comerciantes da cidade não deve pagar mais que R\$ 6,14 por mês. Este é um dos principais dados de um levantamento feito pela AES Sul a pedido da prefeitura (veja quadro). A pesquisa revela quanto cada cliente da empresa gasta de energia por mês. É esse consumo que apontará o valor que cada um terá de pagar pelo novo tributo.

Quem mais vai pagar são as residências: R\$ 313 mil por mês do total de R\$ 505 mil que a prefeitura pretende arrecadar. Com o dinheiro da nova taxa, a prefeitura pretende pagar a conta de iluminação pública à AES Sul (R\$ 260 mil por mês) e fazer a manutenção dos serviços. A sobra irá para pagar os R\$ 30 milhões que o município deve à AES Sul desde 1997.

Entre as casas, apartamentos e condomínios, quase 90%

estão nas três primeiras faixas de cobrança, entre R\$ 0,77 e R\$ 6,14. No comércio e serviços e na indústria, mais de metade dos consumidores também está nessas faixas.

## Só os prédios da prefeitura não pagarão a contribuição

A aposentada Luci da Costa Romano, 62 anos, é uma das que deve pagar R\$ 0,77 por mês. No apartamento em que ela mora, no bairro Dores, o consumo atual é de cerca de 80 kW ao mês. Mesmo na faixa mais baixa, ela reclama:

– É um absurdo. O pior de tudo é que esse dinheiro depois some, e a gente nem sabe o que fazem com ele.

Pelo projeto, só os prédios da prefeitura não pagarão a taxa. Imóveis dos governos estadual e federal pagam. Mas tudo isso só ocorrerá se os vereadores aprovarem o projeto, que não tem previsão de quando irá à votação.

### Mais uma taxa vem aí?



### 'Diário' mostrou projeto em 30/09

Figura 15: De R\$ 0,77 até R\$ 6,14 - Isso é o que a maioria terá de pagar como nova taxa de iluminação pública

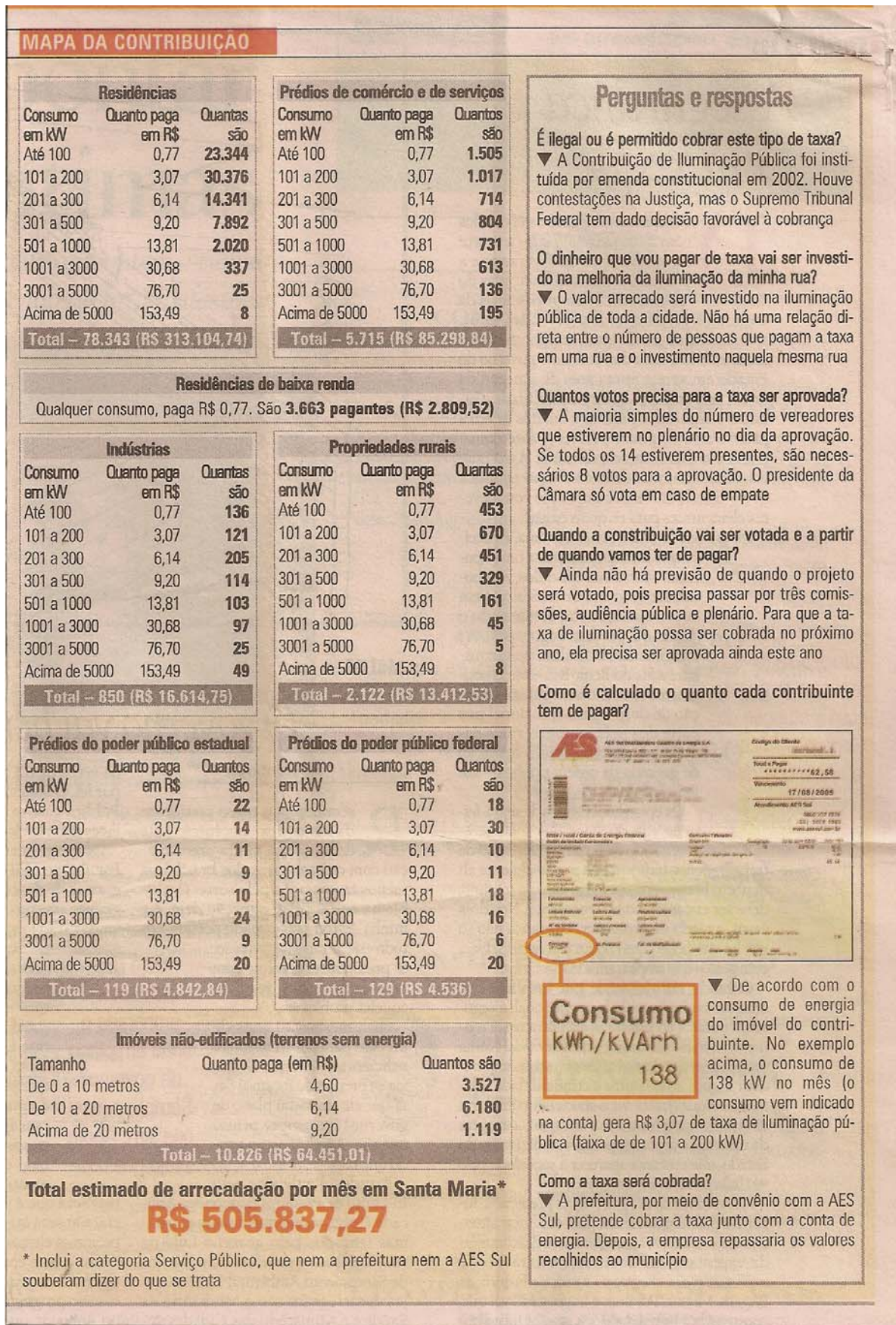


Figura 16: De R\$ 0,77 até R\$ 6,14 - Isso é o que a maioria terá de pagar como nova taxa de iluminação pública

Após leitura da reportagem, os alunos demonstraram interesse e preocupação, questionando quanto a possíveis reajustes na conta de luz de suas casas, devido à nova taxa de iluminação pública.

Foi proposto que os alunos se organizassem em duplas tomando suas contas de luz, para trabalharem nas atividades que seriam propostas, de maneira que a professora pudesse avaliar e conversar com cada dupla.

#### **4.3.3.1 Situação-problema 3:**

Em aprovada a lei sobre o aumento do valor da taxa de iluminação pública, pode-se prever de quanto aumentará a nossa conta de luz?

##### **ATIVIDADE 1:**

Segundo a reportagem, “De R\$ 0,77 até R\$ 6,14 – Isso é o que a maioria terá de pagar como nova taxa de iluminação pública”, do jornal Diário de Santa Maria, de terça-feira, 4/10/05, em qual faixa você se encontra? De quanto é o valor que será pago a mais, em um ano, em sua conta de luz, se aprovada a lei?

Antes dos alunos começarem a trabalhar, a professora perguntou:

- Preciso do modelo matemático da conta de luz, já trabalhado, para responder a essa pergunta?

- Não. – respondeu um aluno.

- O que é preciso saber para responder a pergunta? – questionou a professora

- Da quantidade consumida, em kwh. – respondeu o aluno.

- Só do consumo? – indagou a professora.

Os alunos pensaram e um deles respondeu:

- É preciso saber, por exemplo, se o contribuinte mora em residência, em uma propriedade rural ou em uma residência de baixa renda, que independente do consumo, irá pagar R\$ 0,77.

A partir dessa conversa inicial, as duplas começaram a trabalhar para responder as duas perguntas da atividade e cada aluno trabalhou em sua conta de luz.

A maioria dos alunos mora em casas e observaram em suas contas de luz que encontram-se em uma faixa de consumo que vai de 101 a 200 kWh, chegando a uma resposta a primeira pergunta de que irão pagar um valor mensal, se aprovada a lei, de R\$ 3,07.

Em relação a segunda pergunta, dessa atividade, responderam que iriam pagar R\$ 36,84 a mais em um ano, em sua conta de luz.

A professora perguntou como haviam chegado a esse resultado, um dos alunos respondeu que havia multiplicado o valor de R\$ 3,07 por 12 meses.

Um dos alunos colocou que quanto mais se gastar em termos de consumo de energia elétrica, maior será o valor a pagar pela taxa de iluminação pública e maior será o valor gasto por ano.

Um outro aluno disse que o consumo pode variar de um mês para outro e, com isso, o valor mensal a pagar pela taxa de iluminação também varia.

#### ATIVIDADE 2:

De acordo com os dados do mapa de contribuição apresentado na reportagem “De R\$ 0,77 até R\$ 6,14 – Isso é o que a maioria terá de pagar como nova taxa de iluminação pública” faça um gráfico de colunas que represente os valores em reais, que a prefeitura irá arrecadar com cada setor, dada a nova taxa de iluminação.

Essa atividade foi realizada, conforme mostra o gráfico abaixo, construído pela professora:

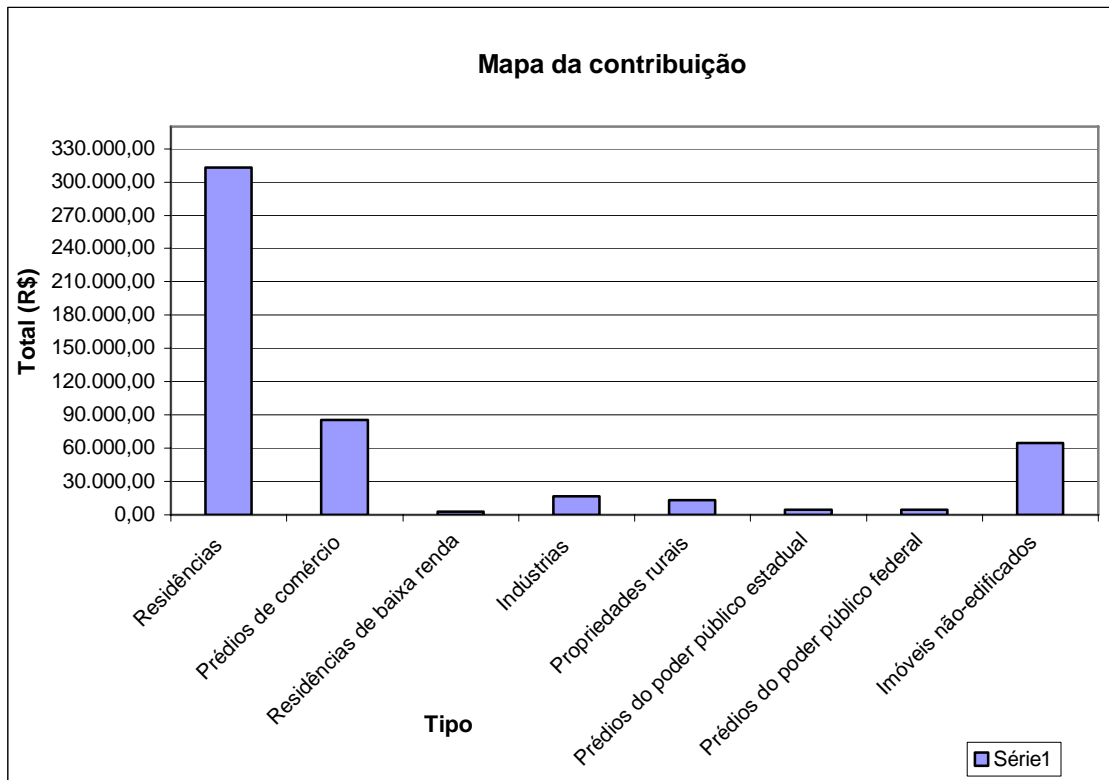


Figura 17: Valores em reais a serem arrecadados em função do mapa da contribuição

### ATIVIDADE 3:

Construa o gráfico de colunas que representa o consumo e o valor a ser pago pelas residências, de acordo com a faixa de consumo, dada a nova taxa de iluminação pública.

Alguns alunos demonstraram interesse em construir outros gráficos, de outros tipos de contribuição, como o das propriedades rurais. A professora questionou se os gráficos sofreriam modificações.

Ao olharem novamente o texto, verificaram que o gráfico ficaria o mesmo tanto para as residências, quanto para as propriedades rurais, porque o valor a ser pago pelas residências e pelas propriedades rurais é o mesmo, referindo-se a nova taxa de iluminação pública.

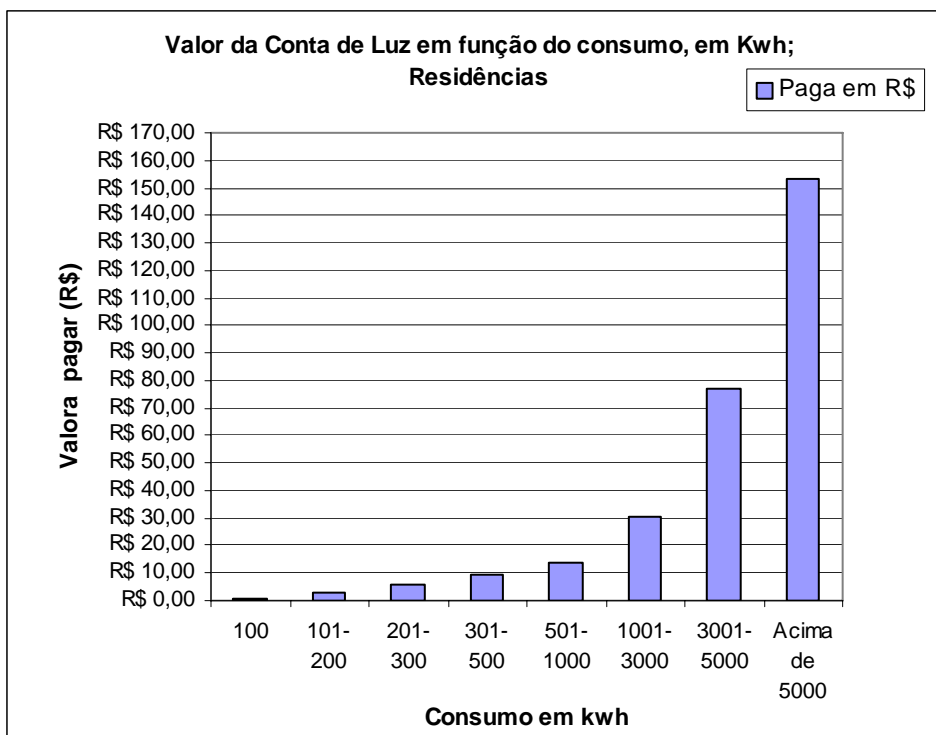


Figura 18: Valor a ser pago em função do consumo das residências com a nova taxa de iluminação pública, em Santa Maria.

Por meio dessas atividades foi possível realizar a construção, interpretação e análise de tabelas e gráficos de colunas.

As atividades desenvolvidas de 1 a 3 tiveram como objetivo responder a situação-problema proposta, que era prever o aumento da conta de luz, dada a nova taxa de iluminação pública.

Pode-se concluir que o objetivo foi atingido, pois os alunos observaram que quanto mais se gastar em termos de consumo de energia elétrica, maior será o valor a pagar pela taxa de iluminação pública e maior o valor gasto por ano. Os alunos concluíram, também, que o consumo pode variar, de um mês para outro e, com isso, o valor mensal a pagar pela taxa de iluminação também varia.

Além das atividades descritas, outras foram realizadas pelos alunos, como atividades complementares que tratam do tema em questão, Poluição do ar, do solo e das águas, envolvendo construção, interpretação e análise de tabelas e gráficos de segmentos, barras, colunas e de setores, bem como a verificação dos números em percentuais ou valores absolutos. Para complementar o estudo do modelo matemático que descreve uma função

polinomial do 1º grau, estudou-se o gráfico cartesiano que representa a função, e ainda, o domínio e o cálculo da raiz da função.

#### 4.3.4 O aquecimento global e o efeito estufa

Dando continuidade ao trabalho, os alunos reuniram-se, em duplas, para a leitura da reportagem de 23 de fevereiro de 2005 – “O calor que ameaça a vida”, da Revista Veja.



Figura 19: O calor que ameaça a vida



Mesmo limitado e sem a adesão dos Estados Unidos, o campeão da poluição, o Tratado de Kioto dá ao planeta um bom instrumento para reduzir o aquecimento global

Okky de Souza

**E**nvolta por uma camada cada vez mais espessa de dióxido de carbono e outros gases tóxicos, emitidos por chaminés de fábricas, descargas de automóveis, turbinas de aviões e outros agentes poluidores, a Terra há tempos vem dando sinais de que algo vai mal com sua saúde. Blocos de gelo com tamanho três vezes maior que a cidade do Rio de Janeiro têm se desprendido subitamente dos pólos. Uma inesperada onda de calor matou 30 000 pessoas na Europa em 2003. Nos oceanos, os corais estão morrendo e os plânctons — base de toda a cadeia alimentar subaquática — correm risco de extinção. No ano passado, um ciclone atingiu o litoral brasileiro, desafiando a orgulhosa crença nacional de que o país é imune a desastres naturais desse tipo. Por trás de todos esses fenômenos está o acúmulo de dióxido de carbono, ou CO<sub>2</sub>, na atmosfera. Como o teto de uma estufa de plantas, ele impede que parte do calor do Sol que chega à Terra volte ao espaço e se disperse. O resultado é que, nas últimas décadas, a temperatura média do planeta subiu 1 grau. Parece pouco, mas é o suficiente para causar os desequilíbrios que vêm se observando na natureza. A má notícia é que, se as emissões de CO<sub>2</sub> se mantiverem nos níveis atuais, até o fim do século a temperatura média no planeta pode aumentar em até 6 graus, causando um efeito dominó de catástrofes.

Agora, a boa notícia. Pela primeira vez o homem decidiu escutar os pedidos de socorro da Terra na questão do CO<sub>2</sub>. Desde a semana passada, encontra-se em vigor o Tratado de Kioto, um acordo pelo qual os 141 países signatários se comprometem a diminuir a emissão de gases poluentes nas próximas décadas. O objetivo inicial é, até 2012, diminuir os índices a um nível 5% abaixo daquele verificado em 1990. Num mundo movido a petróleo e carvão, esse é um desafio e tanto. Para vencê-lo, estabeleceu-se uma série de medidas possíveis. Parte da eletricidade gerada para uso industrial e doméstico, obtida pela queima de combustíveis fósseis, pode ser substituída por energias “limpas”, como a eólica e a nuclear. A frota de automóveis que circula pelo mundo soltando fumaça poderia, também em parte, usar como combustível o hidrogênio. Recursos tecno-

TIM DAVIES/CORBIS/STOCK PHOTOS

Figura 20: O calor que ameaça a vida

lógicos criados nos últimos tempos permitem igualmente que uma parcela do CO<sub>2</sub> seja filtrada e não vá parar na atmosfera. Na prática, muitas indústrias, sobretudo na Europa, já trabalham na redução de suas emissões de dióxido de carbono, não apenas para se alinhar com os objetivos do Tratado de Kioto, mas também — e principalmente — porque essas medidas muitas vezes acarretam uma considerável economia nos custos de produção.

O Tratado de Kioto é um passo importante para a cura do planeta, mas não se deve encará-lo como uma panacéia capaz de afastar todos os riscos oferecidos pelo aquecimento global. Ele contém limitações. A principal delas é a retumbante ausência dos Estados Unidos entre os países signatários. Há quatro anos o presidente George W. Bush anunciou que não assinaria o acordo por considerar que ele poderia ser lesivo à economia americana (veja quadro na pág. 67). A China optou pelo mesmo caminho, também temerosa de que o tratado abalasse seu atual surto de desenvolvimento. Acontece que os Estados Unidos são responsáveis por nada menos que um quarto da poluição global gerada por dióxido de carbono. Isso obriga o Tratado a mirar em objetivos mais modestos do que os anteriormente acertados. Juntos, os 141 países participantes emitem 62% do CO<sub>2</sub> que se produz no planeta. Com a adesão dos Estados Unidos, a conta subiria para 87%.

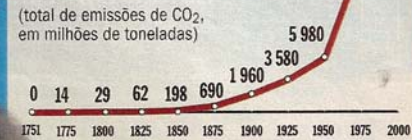
O Tratado de Kioto não exige o mesmo de todas as nações signatárias. Apenas os países desenvolvidos estão obrigados a perseguir o corte de 5% das emissões de CO<sub>2</sub>. Os países em desenvolvimento, como o Brasil e a Índia, devem diminuir as emissões quanto for possível, mas não se pede que cumpram cotas preestabelecidas. Para essas nações, o tratado reserva um recurso original que pode trazer benefícios a toda a comunidade do tratado. Por meio dele, as empresas dos países industrializados são autorizadas a financiar projetos de desenvolvimento "limpo" no Terceiro Mundo, em áreas como reflorestamento, tratamento do lixo e produção de energia alternativa, por exemplo, e com isso ganhar o direito de aumentar seus limites de emissão de dióxido de carbono. Cada 6 dólares, em média, investidos nesses projetos permitem à empresa

## PARA ENTENDER A QUESTÃO

O Tratado de Kioto estabelece para cada país industrializado uma cota de emissão de dióxido de carbono. O objetivo é diminuir a presença na atmosfera desse poluente, considerado o maior responsável pelo aquecimento global. No mapa, o volume de CO<sub>2</sub> produzido pelos dez maiores poluidores e pelo Brasil, que está em 17º lugar

## AS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO...

O crescimento das emissões de dióxido de carbono, decorrentes da queima de combustíveis fósseis, como o petróleo, começou no século XVIII, com as primeiras indústrias, e acelerou nos últimos cinquenta anos



Emissões de CO<sub>2</sub> em 2000 (em milhões de toneladas)



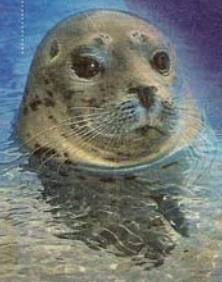
### Seis possíveis conseqüências do aquecimento global

#### 1 - MAIS TEMPESTADES

Será mais difícil prever quando e onde ocorrerão os furacões. Além disso, eles devem se tornar mais violentos e devastadores

#### 2 - EXTINÇÃO DE ANIMAIS

As focas vivem e se reproduzem no gelo dos pólos, onde servem de alimento aos ursos-polares. O derretimento das geleiras representa uma ameaça para as duas espécies



#### 3 - DANOS À AGRICULTURA

Como boas colheitas dependem de clima e temperatura adequados, o aquecimento global pode ocasionar quedas de safras. Agricultores seriam obrigados a substituir os alimentos que sempre cultivaram por outros



Fonte: World Resources Institute e INPE

Figura 21: O calor que ameaça a vida

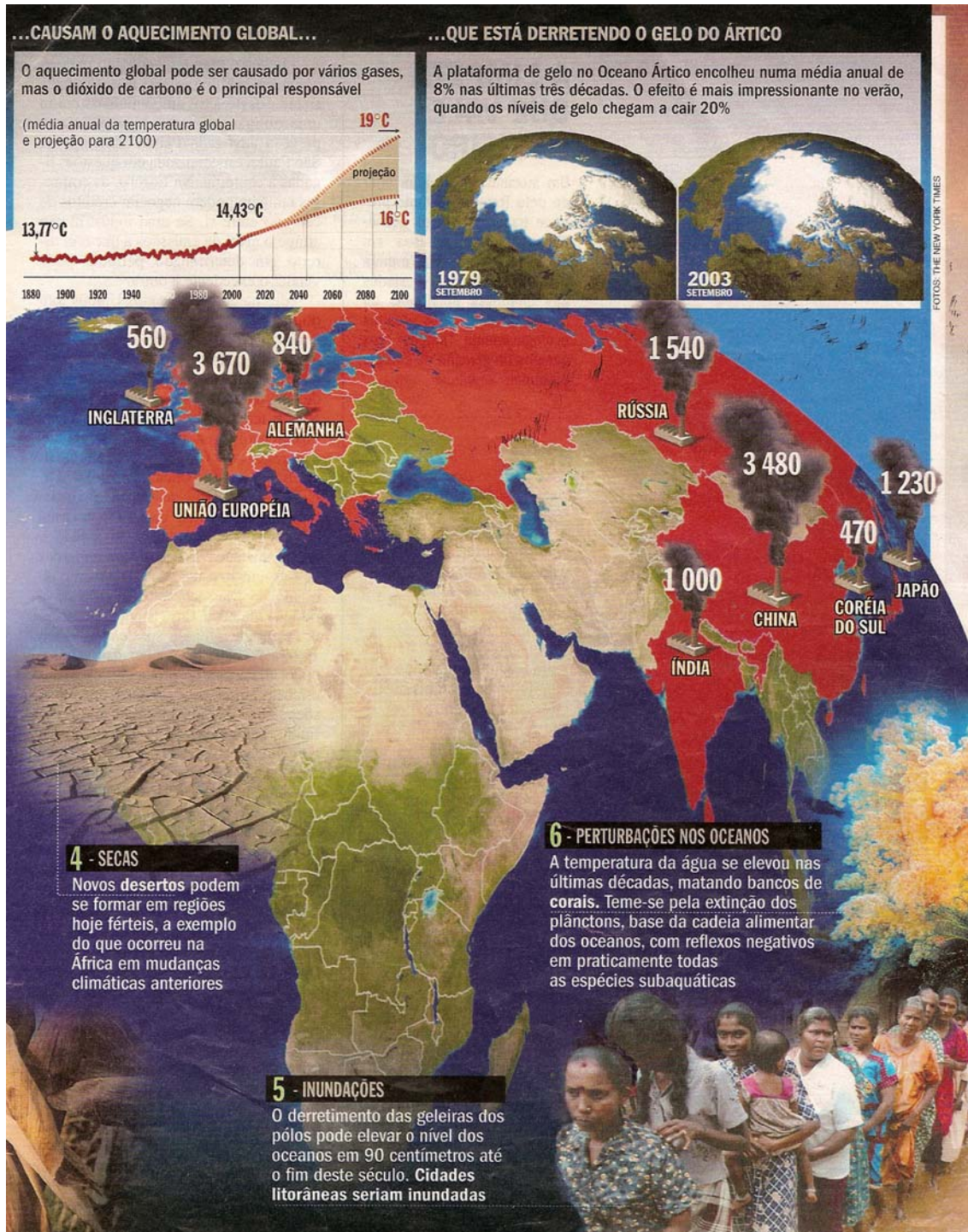


Figura 22: O calor que ameaça a vida



## A LIMPEZA QUE VALE DINHEIRO

Um mecanismo inovador criado pelo Tratado de Kioto promete trazer benefícios econômicos para os países em desenvolvimento. Ele premia com investimentos — vindos das empresas poluidoras do Primeiro Mundo — os projetos ecologicamente “limpos” nos campos da geração de energia e do meio ambiente

### Como funciona o mercado de carbono

- 1 O Tratado de Kioto prevê a possibilidade de empresas de países industrializados compensarem a poluição que produzem financiando projetos ambientais no Terceiro Mundo
- 2 Em troca do investimento num projeto limpo, como a ampliação de uma reserva florestal, a empresa recebe “créditos” que permitem aumentar suas emissões de dióxido de carbono sem contribuir para que seu país estoure o limite estabelecido por Kioto
- 3 Só podem ser negociados projetos que tenham o aval da ONU
- 4 O preço de mercado é de 6 dólares por tonelada de dióxido de carbono

**A LUTA CONTRA A FUMAÇA**  
Muitas fábricas na Europa e nos EUA já estão cortando suas emissões de CO<sub>2</sub>

produzir 1 tonelada a mais de CO<sub>2</sub>. “Isso vai gerar grandes negócios para as empresas brasileiras, que não irão mais encarar os projetos ambientalistas como uma obrigação que só gera prejuízo”, prevê a advogada Flávia Marcilio, de São Paulo, especializada em questões ligadas à ecologia. Na Europa, as empresas também podem negociar créditos de carbono entre si. Se uma indústria não atinge o nível de emissões a que tem direito em determinado período, pode vender o excedente a outra.

Mesmo com os Estados Unidos fora do Tratado de Kioto, muitas empresas americanas, conscientes do perigo que representa o aquecimento global, já adotam medidas para reduzir suas emissões de CO<sub>2</sub> ou a de seus produtos. A General Motors tem investido milhões de dólares no desenvolvimento de veículos movidos a hidrogênio. A GE já conta com uma divisão de energia eólica. A maior distribuidora de eletricidade do país, a American Electric Power, decidiu por conta própria adotar as normas do tratado e comprometeu-se a reduzir suas emissões de CO<sub>2</sub> em 10% até 2006. O governo do estado de Massachusetts, desafiando a posição oficial da Casa Branca, anunciou um plano de diminuir suas emissões em 10% até 2020. Na União Européia, a maior defensora do protocolo, os países estabelecem cotas de redução de emissões ainda mais ambiciosas do que as definidas pelo acordo. A Inglaterra aposta num índice de redução de 60% até 2050. A Alemanha espera reduzir suas emissões em 21% até 2012 — e para isso conta com o fechamento de indústrias altamente poluentes que ainda restam da antiga banda oriental do país.

Apesar de toda a mobilização mundial em torno do controle do dióxido de carbono, não é pequena a comunidade de cientistas que desprezam a causa. Em geral, eles se dividem em dois grupos. O primeiro considera que o aquecimento global simplesmente não constitui ameaça alguma, que é apenas mais uma das alterações que ocorrem no clima do planeta de tempo em tempo e que o CO<sub>2</sub> provavelmente tem pouca influência no fenômeno. E mais: caso o aquecimento venha no futuro a alterar substancialmente o clima e a vida na Terra, a humanidade já disporá de tecnologia adequada para anular seus efeitos. “Estou convencido de que nossos netos terão ferramentas para escolher o clima que desejarem”,

GUANO INILGETTY IMAGES

Figura 23: O calor que ameaça a vida



**O PLANO DE BUSH PARA A POLUIÇÃO**

Os Estados Unidos são responsáveis por 25% das emissões de dióxido de carbono no planeta, mas mesmo assim, quatro anos antes de o Tratado de Kioto entrar em vigor, o presidente George W. Bush anunciou sua firme determinação de não assiná-lo. Ele teme que a obrigação de queimar menos combustíveis fósseis prejudique a economia do país, hoje mais pujante do que nunca. Além disso, Bush discorda da cláusula do tratado que desobriga os países em desenvolvimento de diminuir suas emissões. O presidente argumenta que, em poucas décadas, nações como a China e a Índia estarão produzindo mais poluição que as do Primeiro Mundo. Bush pretende combater o CO<sub>2</sub> produzindo tecnologias capazes de minorar seus efeitos, e com investimentos em formas de energia "limpas".

diz o climatologista americano Robert Balling Jr., da Universidade do Arizona e autor do livro *The Satanic Gases* (Os Gases Satânicos). O recém-chegado nessa turma é o escritor de best-sellers Michael Crichton, cujo novo livro, *State of Fear* (Situação de Medo), pretende demolir os argumentos ambientalistas combinando ficção com vida real.

Um segundo grupo de cientistas menospreza o Tratado de Kioto por achar que seus resultados, mesmo a longo prazo, serão ínfimos e que os recursos utilizados para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> — algo entre 150 bilhões e 350 bilhões de dólares por ano a partir de agora — seriam muito mais bem empregados no combate a males do mundo moderno, como a pobreza, a fome e as epidemias. Por enquanto, as vezes que se levantam contra o tratado têm sido abafadas pelas evidências científicas de que é preciso fazer algo pelo planeta antes que seja tarde demais. Antes que se sintam de forma ainda mais aguda os efeitos do que o cientista Sir David King, assessor do governo britânico, classifica de "o maior perigo que a humanidade já enfrentou em 5 000 anos de civilização". ■

**O PERIGO ESTÁ NO ESCAPAMENTO**  
O petróleo usado pelos carros, na produção de energia e na indústria faz dos Estados Unidos o maior produtor mundial de CO<sub>2</sub>, o gás do efeito estufa. Na foto, tráfego pesado em Atlanta

**veja** ON-LINE  
Leia reportagens sobre meio ambiente em [www.veja.com.br](http://www.veja.com.br)

Figura 24: O calor que ameaça a vida

Ao terminar a leitura da reportagem da Revista Veja, os alunos perguntaram sobre o termo plâncton e se existia somente nos oceanos, sendo explicado que trata-se da cadeia alimentar dos oceanos.

Os alunos comentaram que o texto era interessante e a professora aproveitou o momento para discutir o Tratado de Kioto, relatando que é um

importante passo em busca da cura do Planeta. Um dos alunos fez a observação que os Estados Unidos, maior potência mundial, retiraram-se do grupo de países que apóiam o tratado.

A professora perguntou:

- É dito no texto que os EUA são responsáveis por um quarto da produção global gerada por dióxido de carbono, o que isso significa?

Um dos alunos respondeu:

- Significa dizer que é a quarta parte do todo, ou seja, 25% de CO<sub>2</sub> lançado no mundo é de responsabilidade dos EUA.

- Observem o gráfico que mostra o total de emissões de dióxido de carbono, em milhões de toneladas. Como é o gráfico, no período de 1751 até 1875? – indagou a professora.

- Nota-se uma linearidade. – respondeu um aluno

- A partir daí o gráfico começa a apresentar uma inclinação. Com o que é possível relacionar este fato? – questionou, novamente, a professora.

- Pode-se relacionar com as primeiras indústrias, ou seja, com a Revolução Industrial. – respondeu o aluno.

Para mostrar a concentração, lançada na atmosfera, de dióxido de carbono, do óxido nitroso e do gás metano e a origem de cada um deles, a professora mostrou e falou sobre os gráficos apresentados na Revista Veja, de 21 de janeiro de 2004, conforme anexo D.

Através das fotos que se encontram na Revista Veja, de 21 de janeiro de 2004, foi mostrado aos alunos o processo natural do efeito estufa, em que os raios de calor do Sol se refletem na Terra e são parcialmente filtrados na atmosfera, conforme ilustra o anexo C, mostrou-se, também, o desaparecimento e descongelamento da neve no pico mais alto da África, a inundação da Praça de São Marcos, na Itália, onde os níveis dos canais sobem lentamente, conforme anexo A e B.

Um dos alunos disse que o aquecimento global está provocando o aumento das marés, pelo derretimento das geleiras. Segundo ele, um dos grandes problemas que o Planeta enfrenta, é o desmatamento.

Ao terminar a discussão sobre o texto apresentado, a professora reproduziu alguns textos, que tratam da poluição do ar e do efeito estufa, os quais foram obtidos na Internet:

<http://paginas.terra.com.br/lazer/staruck/poluiçãodoar.htm>

<http://paginas.terra.com.br/lazer/staruck/efeitoestufa.htm>

### **a) Poluição do Ar**

As emissões tóxicas de gases por veículos são responsáveis por 40% da poluição do ar, porque emitem gases como monóxido e o dióxido de carbono, o óxido de nitrogênio, o dióxido de enxofre, derivados de hidrocarbonetos e chumbo.

Essas alterações provocam no homem distúrbios respiratórios, alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso e em órgãos vitais e o câncer. Em cidades muito poluídas, esses distúrbios agravam-se no inverno com a inversão térmica quando a camada de ar fria forma uma redoma na alta atmosfera, aprisionando a ar quente e impedindo a dispersão dos poluentes.

O consumismo desenfreado é uma das maiores causas da poluição, o resultado é um grande desenvolvimento de indústrias, uma maior utilização de recursos naturais, poluição e degradação. Pra se ter uma idéia do ritmo de produção, basta dizer que, nos últimos 150 anos, o consumo de energia cresceu oitenta vezes e a produção industrial, cerca de cem vezes.

Bilhões de toneladas de gases poluentes são lançados anualmente na atmosfera. A poluição do ar causa ainda chuvas ácidas, efeito estufa, desequilíbrios climáticos e destrói a camada de ozônio.

Com as pesquisas presentes, é evidente de que a poluição do ar não é um problema local. Trata-se de um assunto global.

### **b) Efeito Estufa**

O uso de energia tem sido obtido, sobretudo, de combustíveis fósseis, como gás natural, o petróleo e o carvão. Essa utilização intensa dos materiais energéticos fósseis aliado à agricultura extensiva e outros fatores que alteram a biosfera, tem resultado num acréscimo mensurável da concentração de gás carbônico na atmosfera. Embora automóveis e usinas produtoras de energia contribuam com aproximadamente 5% do gás carbônico liberado em nações

industrializadas, a devastação e queima de florestas tropicais, em países como o Brasil, é outro grande contribuinte.

Desde 1860, entre 90 e 180 bilhões de toneladas de carbono foram liberados na atmosfera em decorrência de queimadas em desmatamentos acrescidos de 150 a 190 bilhões de toneladas devido à combustão de carvão, petróleo e gás natural.

As árvores funcionam normalmente como um depósito para o gás carbônico, após absorvê-lo, devolvem à natureza os resíduos de oxigênio. Mas quando são derrubadas e queimadas, o carbono que elas contêm torna-se poluentes – gases => *Dióxido de Carbono* - combustão de petróleo e de carbono, de incêndios florestais, *Clorofluorcarbono* - usado em aerossóis, pelas indústrias de plásticos e em aparelhos de ar-condicionados e refrigeradores, *Metano* - produzido pela atividade agrícola, principalmente em lavouras de arroz e na criação de gado. *Óxido Nitroso* - de indústrias de fertilizantes químicos, queima de madeira e de combustíveis fósseis.

O efeito estufa é o aquecimento da Terra, ou seja, é a elevação da temperatura terrestre em virtude da presença de certos gases na atmosfera. Esses gases permitem que a luz solar atinja a superfície terrestre, mas bloqueia e envia de volta parte da radiação infravermelha (calor) irradiada pela Terra. Estudos realizados mostram que nos últimos 160 anos a temperatura média da Terra sofreu uma elevação de 0,5 °C e, se persistir a atual taxa de poluição atmosférica, prevê-se que entre os anos 2025 a 2050 a temperatura sofrerá um aumento de 2,5 a 5,5 °C. As principais conseqüências seriam a alteração das paisagens vegetais, que caracterizam as diferentes regiões terrestres, e o derretimento das massas de gelo, provocando a elevação do nível do mar e o desaparecimento de inúmeras cidades e regiões litorâneas. Na Antártida, cerca de 3 mil Km quadrados de geleiras virou água entre 1998 e 1999. Dezenas de ilhas da Oceania, entre elas Fiji, Nauru, Tuvalu e Vanuatu, correm o risco de submergirem com o aumento do nível dos oceanos. No Recife, capital de Pernambuco, o contorno da praia está encolhendo ano a ano. Entre 1993 e 1999, o nível dos oceanos subiu entre 5 a 10 milímetros de acordo com estudos da Nasa, a agência espacial norte-americana. Estima-se que, nos próximos 100 anos, a elevação do mar pode ser



de até 90 centímetros, como resultado do derretimento das geleiras dos pólos e da expansão da água devido à maior temperatura.

Durante o dia, a Terra é aquecida pelo Sol e a noite perde calor armazenado, tendo por conseqüência uma redução de temperatura, entretanto, com a camada de poluentes presentes, o calor fica retido na terra, provocando um aumento na temperatura média.

Para diminuir as emissões dos gases provenientes de queima do carvão e do petróleo, principais responsáveis pelo aquecimento global, governos de todo o planeta assinaram em 1997 o "*Protocolo de Kyoto*". O acordo obrigaria os países industrializados a diminuir entre 2008 a 2012 sua emissão de gases poluentes a um nível 5,2% menor que a média de 1990. Mas os Estados Unidos, o país que mais contribui para esses danos ambientais, retiraram-se do tratado em 2001.

Essas substâncias poluentes no ar atingem os seres humanos manifestando-se através de sintomas distintos: dores de cabeça, desconforto, cansaço, palpitações no coração, vertigens, diminuição dos reflexos (monóxido de carbono que, em concentrações elevadas, pode conduzir à morte), irritação dos olhos, nariz, garganta e pulmões (óxidos de nitrogênio); infiltração de partículas nos pulmões formando ácidos sulfúricos (óxido de enxofre); asma aguda e crônica, bronquite e enfisema (dióxido de enxofre); câncer (hidrocarbonetos); destruição de enzimas e proteínas (ozônio), degeneração do sistema nervoso central e doenças nos ossos, principalmente em crianças (chumbo).

Para espécies vegetais e animais, o aumento brusco da temperatura pode ser fatal. Na Antártida, por exemplo, as populações de krill (espécie de camarão bem pequeno) e de pingüins sofrem as conseqüências dos dias mais quentes. Os pingüins estão sumindo aos poucos. O número dessas aves diminuiu 33% nos últimos 25 anos, em decorrência do derretimento do gelo. O krill, crustáceo adaptado aos mares gelados, pode não resistir à sensível variação no termômetro. Só que o krill é a base da cadeia alimentar da região. Sem ele, haverá uma alteração brutal no ecossistema antártico. O resto do mundo não está livre de ameaças. Assim como no continente gelado, o efeito estufa afeta todos os ecossistemas, causando alteração nas cadeias alimentares e provocando, portanto, desequilíbrio ambiental.

Os alunos ao lerem os textos, falaram, além do aquecimento global, do efeito estufa e do gás carbônico lançado na natureza, também, sobre as doenças causadas pelos poluentes do ar, como a rinite e a asma e, a partir das discussões, surgiu a situação-problema a seguir:

#### **4.3.4.1 Situação-problema 4**

É possível diminuir a presença na atmosfera do CO<sub>2</sub>, que é considerado o maior responsável pelo aquecimento global?

##### **ATIVIDADE 1:**

Foram apresentadas as seguintes questões, que foram respondidas pelos alunos:

- a) O que é Efeito Estufa?
- b) O que causa o Efeito Estufa?
- c) Quais são as conseqüências previstas no Efeito Estufa?
- d) Existe relação entre o Efeito Estufa e a Camada de Ozônio?
- e) Qual a importância do Protocolo de Kioto?
- f) Quais foram as posições dos Estados Unidos frente ao Protocolo de Kioto?
- g) Como prevenir o Efeito Estufa?
- h) A partir dos estudos feitos em sala de aula, qual o seu posicionamento frente ao tema em estudo?

##### **ATIVIDADE 2:**

Depois de realizada a atividade anterior, responda as seguintes atividades do material recebido da Revista Veja, de 23 de fevereiro de 2005:

- a) A partir do gráfico que mostra o crescimento das emissões de dióxido de carbono, monte uma tabela que melhor represente essas emissões ao longo dos anos.

A tabela 5 a seguir foi construída pelos alunos.

**Tabela 5** – Crescimento do carbono, ao longo dos anos.

Ano	Emissões do gás
1751	0
1775	14
1800	29
1825	62
1850	198
1875	690
1900	1 960
1925	3 580
1950	5 980
1975	16 930
2000	24 260

Fonte: Revista Veja – 23 de fevereiro de 2005

b) Faça um gráfico de colunas, em ordem crescente, para representar as emissões do gás, em milhões de toneladas, no ano de 2000, nos diversos países mostrados na reportagem.

Construíram corretamente o gráfico de colunas, preocupando-se com a ordem crescente das emissões do gás (em milhões de toneladas), no ano de 2000.

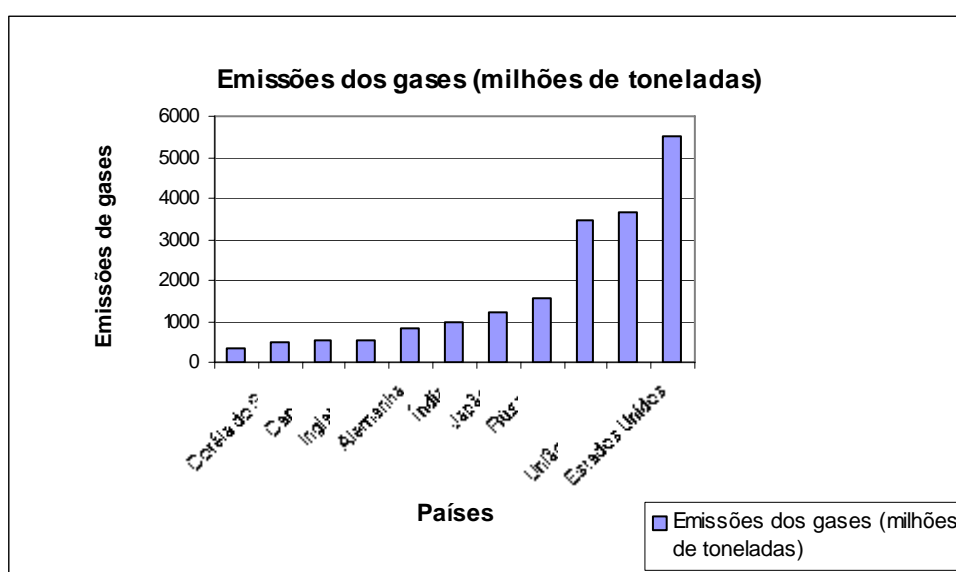


Figura 25: Emissões de gases no ano de 2000.

Os alunos observaram que o Brasil polui menos e que os Estados Unidos polui mais, de acordo com os países falados na reportagem.

Observaram, também, que a China é um país que polui bastante, cerca de 3.480 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, e relacionaram aos produtos vindos desse país, o que representa uma grande produção nas fábricas.

c) De acordo com o texto, quais são as seis possíveis conseqüências do aquecimento global?

Colocaram que as seis possíveis conseqüências do aquecimento global serão mais tempestades, extinção de animais, danos à agricultura, secas, inundações e perturbações nos oceanos.

Em relação à agricultura, os alunos colocaram, ainda, que a situação poderá se tornar insustentável, pois haverá quedas de safras e conseqüentemente falta de alimento.

d) O texto coloca que a Inglaterra aposta num índice de redução de 60% até 2050 e que a Alemanha espera reduzir suas emissões em 21% até 2012, com esses índices estabelecidos pelos dois países, qual seria o valor futuro da emissão do dióxido de carbono na Inglaterra e na Alemanha?

A professora perguntou como poderia ser calculado o valor futuro da emissão do dióxido de carbono na Inglaterra e na Alemanha, segundo os índices de redução, de acordo com a pergunta.

Um dos alunos respondeu que se deveria retirar, por exemplo, 21% da Alemanha, sendo que esse país emitiu 840 milhões de toneladas, no ano de 2000, então, era só fazer 21 % de 840 milhões de toneladas, que corresponde a uma redução de 176,4 milhões de toneladas, obtendo um valor futuro da emissão do dióxido de carbono na Alemanha de 663,60 milhões de toneladas.

- E da Inglaterra? – indagou a professora.

- Fazendo 60% de 560 milhões de toneladas, o que corresponde a 336 milhões de toneladas de redução até o ano de 2050. Obtendo um valor futuro de 224 milhões de toneladas da emissão do dióxido de carbono.

Por meio dessas atividades foi possível realizar interpretações de textos, construção e análise de tabelas e gráficos de colunas. Trabalhou-se,

também, com a porcentagem de redução da emissão do gás dióxido de carbono.

As atividades desenvolvidas de 1 a 2 tiveram como objetivo responder a situação-problema que era da possibilidade de diminuir a presença na atmosfera do CO<sub>2</sub>, que é considerado o maior responsável pelo aquecimento global.

Percebe-se a preocupação de alguns países com a redução do dióxido de carbono, de acordo com os textos e com as atividades desenvolvidas, mostrando a viabilidade da diminuição da emissão do gás na atmosfera.

No momento em que os alunos entram em contato com textos que mostram a real situação em que se encontra o Planeta, eles acabam tomando consciência da importância do tema poluição.

#### **4.3.5 A Terra está esquentando**

Para dar continuidade ao trabalho com as atividades de Modelagem Matemática optou-se por citar um trecho do texto de Cássia Nunes, que foi reproduzido a partir do site

<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/bis/infantil/aquecimentoglobal.htm>.

Essa atividade veio contribuir para a complementação da anterior:

##### **O planeta terra está esquentando!**

Os dias mais quentes foram registrados durante esta última década. A previsão é de que até o ano de 2100 as temperaturas estarão destinadas a aumentarem até seis graus, o que poderia trazer consequências devastadoras. Os cientistas dizem que alguns fenômenos naturais como erupções vulcânicas possuem um efeito temporário sobre o clima. Porém, afirmam também que o clima está sofrendo mudanças por causa do aquecimento global.

##### **Qual a causa do aquecimento da terra?**

Em geral, é a liberação de gases e vapores produzidos através de queimadas nas matas, poluição provocada por carros e indústrias, que são os grandes culpados disso tudo. Com isso eles destroem “camada de Ozônio” que tem a função de proteger a terra dos raios solares. Com a destruição dessa

camada a terra fica mais exposta ao sol e, conseqüentemente, a temperatura aumenta. Quando o sol esquenta a terra, alguns gases da atmosfera atuam como um vidro de uma estufa, absorvendo o calor e conservando o planeta quente o suficiente para manter a vida na terra. O problema acontece devido às concentrações excessivas dos “gases estufa” que isolam a terra evitando que o calor escape, o que faz com que a temperatura do planeta aumente assustadoramente.

### **Que conseqüências o aquecimento da Terra pode provocar?**

Alguns cientistas calculam um aumento de seis graus centígrados durante este século. Se isso acontecer, as conseqüências em 2050 seriam catastróficas. As geleiras (calotas polares) derreterão e com isso o nível do mar subirá causando inundações colocando em risco a vida da população das zonas costeiras, inclusive as grandes cidades; grandes alterações climáticas, em relação às chuvas e secas, provocando muitos prejuízos a agricultura; o avanço do deserto através da Europa; terremotos; ondas gigantes (Tsunamis, como aconteceu recentemente na Ásia). E ainda, a falta de água mundial, o que significa o fim, já que sem a água, não há vida na terra. Estes são apenas alguns dos desastres que poderiam acontecer.

Realizada a leitura, os alunos relacionaram o texto de Cássia Nunes com o da situação-problema anterior: “O calor que ameaça a vida”.

Falaram que o texto possuía subsídios que vinha ao encontro do nosso estudo, principalmente quando ele se referia que o aquecimento da Terra está relacionado com a liberação de gases.

Nesse momento os alunos retornaram no texto anterior para uma nova leitura. Ao terminarem, colocaram que o aquecimento global pode ser causado por vários gases, mas que as emissões de dióxido de carbono seria o principal responsável. Com isso, disseram que como haviam estudado, na situação anterior, o dióxido de carbono, gostariam, agora, de estudar o aumento de temperatura global.

Ao olharem o gráfico da reportagem: “O calor que ameaça a vida”, página 65, Revista Veja, de 23 de fevereiro de 2005, um aluno perguntou à professora:

- Professora, será que podemos calcular a temperatura média global no ano de 2100?

- Vamos estudar para podermos responder essa pergunta. – disse a professora.

#### 4.3.5.1 Situação-problema 5

Pode-se realizar a projeção da média anual da temperatura global para anos futuros?

ATIVIDADE 1:

a) O gráfico mostrado na reportagem “O calor que ameaça a vida”, representa a média anual da temperatura global e a projeção para os próximos anos. De acordo com o gráfico, complete a tabela:

**Tabela 6** – Média anual da temperatura global

	Ano	Temperatura(°C)
0	1880	13,77
1	1900	13,8
2	1920	13,9
3	1940	14,1
4	1960	14,2
5	1980	14,3
6	2000	14,43
7	2020	15,5
8	2040	
9	2060	
10	2080	
11	2100	
12		

Fonte: Revista Veja – 23 de fevereiro de 2005

A professora perguntou:

- De quanto em quantos anos estão sendo dadas as temperaturas?

Os alunos responderam:

- De 20 em 20 anos.

- Quando seria o ano que corresponderia ao número 12 da tabela? – questionou a professora.

- Seria o ano 2120, pois estão sendo tomados de 20 em 20 anos – respondeu um aluno.

A partir daí a professora pediu que completassem a tabela 6, de acordo com o gráfico dado, o que fizeram sem problemas, ficando desta forma:

**Tabela 7** – Média anual da temperatura global

	Ano	Temperatura(°C)
0	1880	13,77
1	1900	13,8
2	1920	13,9
3	1940	14,1
4	1960	14,2
5	1980	14,3
6	2000	14,43
7	2020	15,5
8	2040	<b>16</b>
9	2060	<b>17</b>
10	2080	<b>18</b>
11	2100	<b>19</b>
12	<b>2120</b>	

Fonte: Revista Veja – 23 de fevereiro de 2005

b) Faça um gráfico que melhor represente a média anual da temperatura global em função do tempo, dado em anos:

Após os alunos realizarem essa atividade, a professora levou-os até o computador da escola, que se encontra na secretaria, montou o gráfico, que eles haviam feito em aula, no excel, colocou a linha de tendência com a equação do gráfico:



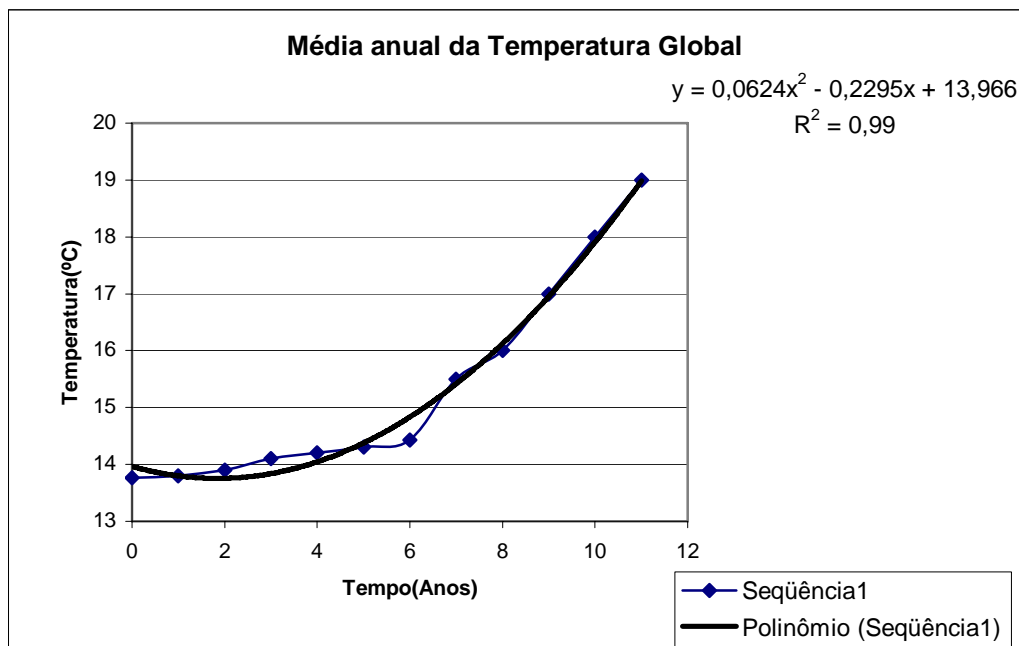


Figura 26: Média Anual da Temperatura Global

A professora aproveitou para falar que a linha de tendência do gráfico simulava uma parábola, que é uma representação da função quadrática.

A professora então perguntou:

- Na função  $y = 0,0624x^2 - 0,2295x + 13,966$ , o que representa o eixo y?

Os alunos responderam:

- Representa a temperatura em °C.
- O que representa o eixo x? – questionou a professora.
- Representa o tempo em anos. – respondeu um aluno.

#### ATIVIDADE 2:

Se o aquecimento global continuar com essa taxa de crescimento apresentada no gráfico e representada na tabela, qual a previsão de temperatura do planeta, a partir do Modelo Matemático, apresentado no gráfico, para o ano de 2120?

Um dos alunos respondeu que se deveria colocar no lugar de x o valor de 2120, que é o ano que se quer saber a média anual da temperatura.

- O valor de 2120? – questionou a professora.
- Não, deve-se usar o número que representa o ano, no caso, o número 12. – respondeu um aluno.

A professora foi para o quadro e começou a reproduzir o que os alunos iam dizendo, encontrando, desta forma, a temperatura no ano de 2120:

$$y = 0,0624 \cdot 12^2 - 0,2295 \cdot 12 + 13,966$$

$$y = 8,9856 - 2,7540 + 13,966$$

$$y = 20,1976 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$y \cong 20,20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

A professora colocou que, aproximadamente, a média anual da temperatura no ano de 2120 será de  $20,20^\circ\text{C}$ .

Neste momento, a professora aproveitou para falar do número que acompanha o coeficiente  $x^2$ , o valor que acompanha o  $x$  e o termo independente da função quadrática.

### ATIVIDADE 3:

Calcule, por meio do modelo matemático, a previsão da média anual da temperatura do Planeta para o ano de 2200:

A professora questionou:

- Se o ano de 2120 representa o ano 12, então o ano 2200 representa que ano?

- Ano 16. – responderam os alunos.

A professora pediu que um aluno viesse até ao quadro para resolver a atividade 3:

- O que se deve fazer com o número 16? – perguntou a professora.

- Substituir no lugar de  $x$ , desta forma: – disse o aluno.

$$y = 0,0624 x^2 - 0,2295 x + 13,966$$

$$y = 0,0624 \cdot 16^2 - 0,2295 \cdot 16 + 13,966$$

$$y = 15,9744 - 3,672 + 13,966$$

$$y \cong 26,27 \text{ } ^\circ\text{C}$$

### ATIVIDADE 4:

De acordo com a tabela, o nº 20 representaria qual ano? E qual seria a temperatura deste ano, representado pelo nº 20?

Os alunos colocaram que na tabela o número 20 representa o ano 2240 e para encontrar a temperatura é só substituir o número 20 por  $x$ .

$$y = 0,0624 x^2 - 0,2295 x + 13,966$$

$$y = 0,0624 \cdot 20^2 - 0,2295 \cdot 20 + 13,966$$

$$y = 24,96 - 4,59 + 13,966$$

$$y \cong 34,34^\circ C$$

Os alunos, ao calcular a projeção da média da temperatura para o ano de 2240, concluíram que a temperatura do planeta está aumentando e que se continuar com este aumento de temperatura iremos ter muitos problemas ambientais.

Por meio das atividades desenvolvidas na situação-problema foi possível realizar interpretações de textos, estudo da função quadrática, construção e análise de tabelas e gráficos.

Essas atividades não só responderam a pergunta da situação-problema, mas também deram a possibilidade de observar que a temperatura da Terra, se continuar aumentando desta forma, teremos grandes problemas relacionados com o aquecimento do Planeta, como alteração de clima, dos mares, prejuízos a agricultura, a falta de água e conseqüentemente o Planeta Terra sem vida.

Além das atividades descritas, foram realizadas outras atividades complementares, envolvendo interpretação e construção de gráficos, determinação do domínio, da imagem e dos zeros da função quadrática. A professora aproveitou a oportunidade para falar sobre as funções polinomiais do 1º, 2º e 3º grau.

#### **4.3.6 Trabalhos em grupo**

Depois de realizada as atividades que foram descritas acima, a professora solicitou aos alunos que se reunissem com a mesma formação dos grupos escolhida anteriormente para que pudessem realizar um trabalho, onde eles tivessem a oportunidade de desenvolver um assunto relacionado com o tema: Poluição.

Ocorreu muita discussão dos grupos na escolha dos assuntos que gostariam de estudar. Para que este obstáculo fosse superado, a professora

sugeriu que escolhessem assuntos dos quais eles tivessem interesse e curiosidades em saber.

Os grupos com suas denominações e a respectiva escolha dos assuntos ficaram assim distribuídos:

- a) Grupo 1 - Caça a Poluição
  - Qualidade do Ar – Poluentes – Fontes e efeitos: doenças
- b) Grupo 2 - Despoluentes em Ação
  - Efeito Estufa - Gases do efeito estufa: CO<sub>2</sub>
- c) Grupo 3 - Anônimos da Poluição
  - Água: O mais precioso bem
- d) Grupo 4 - 100% Oxigênio
  - Resíduos Industriais
- e) Grupo 5 - Defensores da Natureza
  - Experimento do Lixo
- f) Grupo 6 - Poluição Zero
  - Lixo

Definido os assuntos em relação ao tema, os alunos foram convidados a pesquisar para trazerem materiais que servissem de subsídios para o trabalho do grupo. O que foi feito por meio da Internet, em livros, jornais e revistas.

Um dos passos importantes dentro do processo da Modelagem Matemática é em relação ao que estudar, para que se possa chegar a um modelo matemático, mesmo que simples, para poder analisá-lo criticamente.

Neste momento é de extrema importância a participação ativa e democrática do professor, direcionando o trabalho para que os alunos pesquisem elementos que levem a construção de modelos e posterior a análise crítica da solução. Skovsmose (2001) coloca que as idéias relacionadas ao diálogo e à relação estudante-professor devem ser desenvolvidas de maneira que a educação deva fazer parte de um processo de democratização.

#### 4.3.6.1 Elaboração dos trabalhos

Com o material de pesquisa em mãos, cada grupo reunido com os seus pares, começou a elaboração do trabalho. A professora, nesta fase, acompanhou o desenvolvimento do mesmo e a preparação das atividades.

Os trabalhos foram orientados pela professora para que houvesse uma organização do desenvolvimento, de maneira que ao surgirem as atividades ela pudesse encaminhar a pesquisa para os conteúdos de estatística e funções.

Os questionamentos de cada grupo apresentaram-se de forma intensa e de grande riqueza de observações. Foram orientados, então, para que organizassem o trabalho na forma escrita de acordo com as discussões que iam surgindo do grupo.

Em sua grande maioria, os alunos, durante a realização do trabalho, apresentaram-se entusiasmados com a elaboração das atividades e houve um grande empenho por parte deles, pois ao pesquisarem, alguns grupos procuraram a ajuda da professora de ciências da escola.

#### 4.3.6.2 Exposição dos trabalhos

Cada grupo recebeu as explicações, conforme apêndice B, com todos os itens que o trabalho deveria conter.

A avaliação do trabalho foi realizada da seguinte maneira: apresentação oral, onde o grupo deveria utilizar painéis, cartazes e maquete para mostrar o desenvolvimento do trabalho; dentro dessa apresentação oral, o desempenho individual de cada integrante do grupo, de maneira a expor o seu conhecimento do assunto; o trabalho escrito, onde deveria constar o estudo do assunto do grupo, bem como o desenvolvimento da parte matemática:

##### A) Apresentação Oral

Para a apresentação oral dos trabalhos foram destinados dois dias. O trabalho foi apresentado com um tempo de no máximo de 20 minutos para cada grupo e todos estavam cientes do dia e horário da apresentação do grupo.

Cada integrante recebeu a orientação que o conhecimento, a criatividade, o entusiasmo e a cooperação seriam itens importantes no

momento da avaliação individual. Para a exposição do trabalho a maioria dos grupos realizou painéis e cartazes.

Foi colocado que todos os componentes do grupo, no momento da apresentação, deveriam explicar, explicando e demonstrando estar ciente do assunto, isso fez com que alguns alunos apresentassem uma certa dificuldade de se expor frente ao grande grupo. Dois alunos não compareceram no dia da apresentação, um deles sentiu um mal estar durante o horário de aula e foi até a professora para avisar sua indisposição, indo para casa. Um outro aluno não compareceu, justificando posteriormente que estava viajando.

#### B) Apresentação Escrita

O trabalho escrito deveria apresentar capa, introdução, desenvolvimento, conclusão e referências bibliográficas, que foram informadas aos grupos durante a elaboração do trabalho, conforme apêndice B.

Na parte escrita, feita pelo grupo, deveriam ser apresentados todos os dados do assunto pesquisado, bem como o desenvolvimento matemático.

A professora foi questionada o porquê das exigências e, então, foi colocado por ela, que todo o trabalho científico deve obedecer algumas normas de apresentação.

#### 4.3.6.3 Apresentação dos trabalhos finais

##### A) Grupo 1 – “A Qualidade do Ar - Fontes e efeitos”

Alguns componentes do grupo mostraram-se inseguros em relação à apresentação. Após a exposição, a professora questionou o porquê dos alunos estarem incomodados no momento em que se apresentaram e foi comunicada de que dois componentes do grupo não haviam se interessado em fazerem o trabalho, bem como, estudarem para a apresentação.

O grupo relatou os problemas relacionados com a poluição do ar, colocando que a emissão de gases tóxicos por veículos automotores é a maior fonte de poluição atmosférica nas cidades, esses veículos são responsáveis por 40% da poluição do ar, pois emitem gases como o monóxido de carbono, o óxido de nitrogênio e o dióxido de enxofre.

Em relação às alterações provocadas no homem citaram os distúrbios respiratórios, alergias, lesões degenerativas no sistema nervoso e câncer. Falaram, também, que em cidades muito poluídas, esses distúrbios agravam-se no inverno com a inversão térmica, quando uma camada de ar frio forma uma redoma na alta atmosfera, aprisionando o ar quente e impedindo a dispersão dos poluentes.

A professora perguntou se existiam defesas naturais do ser humano contra as impurezas do ar. Uma das alunas colocou que sim e, ao estudarem, verificaram que essas defesas são muito precárias, podendo citar entre elas, a secreção mucosa das vias aéreas superiores, os cílios, reflexos de tosse e espirro.

A professora indagou com relação aos gases citados por eles, quais seriam suas características e principais fontes. Um dos alunos colocou que, em relação ao monóxido de carbono, um gás que possui como características ser incolor, inodoro e insípido, tem como principal fonte a combustão incompleta, em geral, principalmente em veículos automotores, e queimadas.

O mesmo aluno colocou que, com relação ao gás óxido de nitrogênio, as principais fontes são os processos de combustão de veículos automotores, indústrias, usinas termoelétricas (óleo, gás e carvão) e incineração, e também, processos biológicos no solo.

E em relação ao dióxido de enxofre, que é um gás incolor, com forte odor, altamente solúvel, podendo-se transformar, em contato com o vapor d'água, em um dos principais constituintes da chuva ácida, as principais fontes desse gás, segundo a pesquisa do grupo, são a combustão de combustíveis fósseis, queima de óleo, refinaria de petróleo, veículos a diesel e vulcões.

Relataram, também, que os efeitos gerais ao meio ambiente, tanto do dióxido de enxofre e do óxido de nitrogênio são a formação de chuva ácida e danos à vegetação. Os efeitos sobre a saúde, segundo eles, do dióxido de enxofre são desconforto na respiração, asma, doenças crônicas de coração e pulmão, e irritação ocular. Com relação ao óxido de nitrogênio, há um aumento da sensibilidade à asma e à bronquite. Já, em relação ao monóxido de carbono, os efeitos sobre a saúde ocorrem no sistema nervoso central, com

perda de consciência e visão. Exposições mais curtas, desse gás, podem provocar dores de cabeça e tonturas.

O grupo apresentou painéis contendo gráficos de colunas para explicarem os principais poluentes e seus danos à saúde humana. Esses gráficos mostram os valores, em porcentagem, dos gases que são emitidos pelos veículos a gasolina, álcool e diesel, e também, a emissão de alguns gases pelas indústrias, conforme é mostrado abaixo:

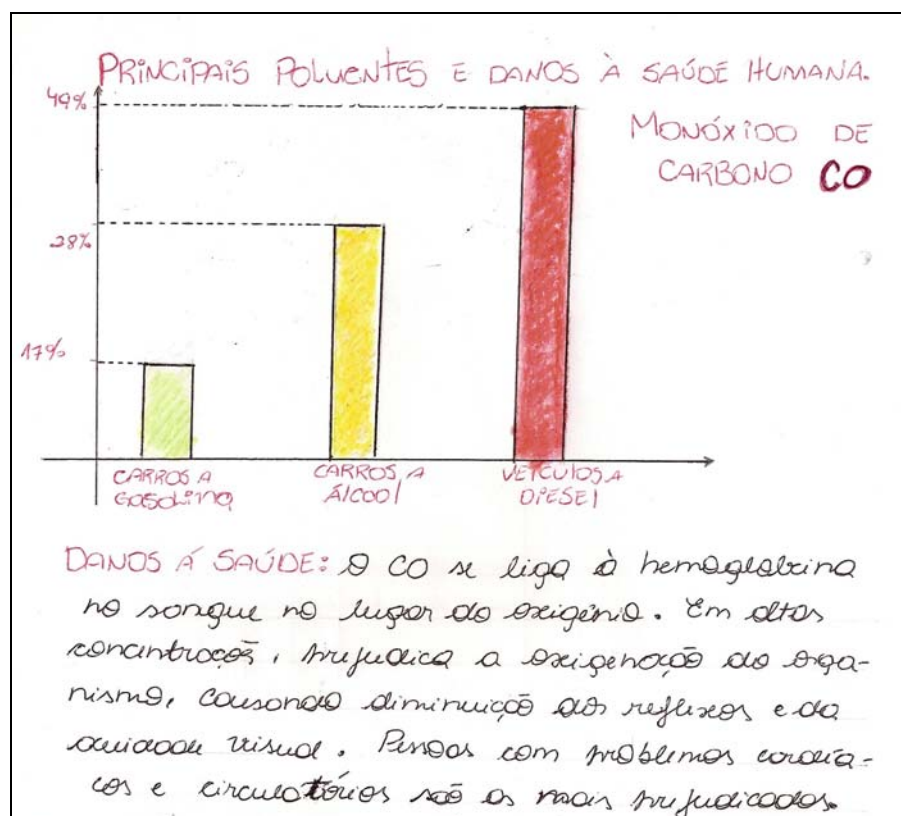


Figura 27: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 1: Monóxido de Carbono



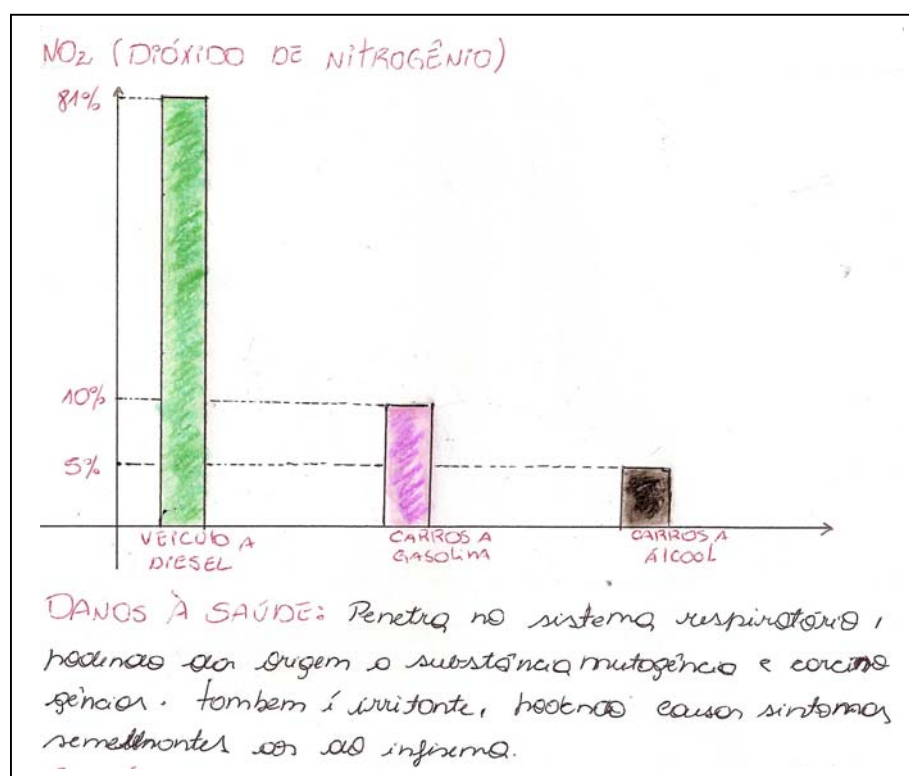


Figura 28: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 1: Dióxido de Nitrogênio

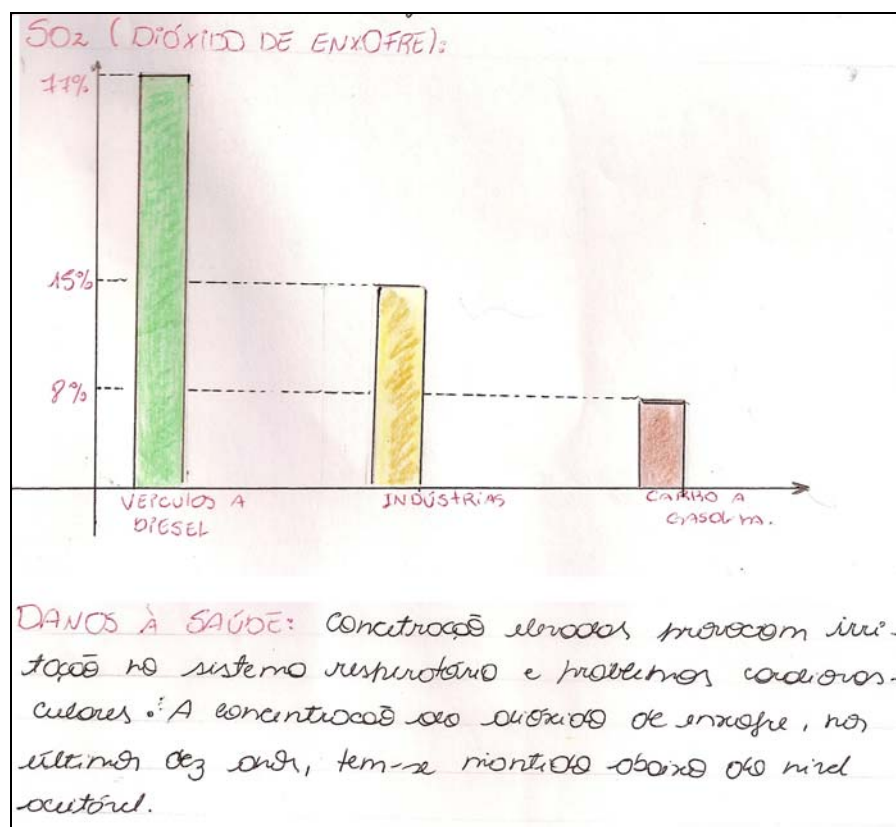


Figura 29: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 1: Dióxido de Enxofre

Estudaram o índice de qualidade do ar (IQAr), que tem, segundo a pesquisa, o objetivo principal de proporcionar à população o entendimento sobre a qualidade do ar local, em relação aos diversos poluentes atmosféricos.

Os alunos explicaram que o IQAr é medido dividindo-se a concentração de um determinado poluente pelo seu padrão primário de qualidade, que é a margem de segurança adequada para proteger pessoas mais sensíveis, multiplicando-se o resultado dessa divisão por 100, para obter um valor percentual. Por exemplo, para o monóxido de carbono, em uma amostragem média de 8h, o padrão primário de qualidade é de  $10\text{mg}/\text{m}^3$ . Para se ter o valor percentual do índice de qualidade do ar do CO deve-se dividir a concentração do gás por  $10\text{mg}/\text{m}^3$  e multiplicar por 100.

Mostraram por meio de um gráfico de colunas os padrões e a classificação da qualidade do ar (Figura 30):

Os alunos desse grupo para realizarem o trabalho, estiveram na Fepam Regional de Santa Maria - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler – RS, situada na Rua Pedro Londero, número 22, e pesquisaram dados em alguns sites referentes à poluição e a qualidade do ar:

<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqar.asp>

<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/poluentes.asp>

<http://www.ecoambiental.com.br/mleft/poluicao.htm>

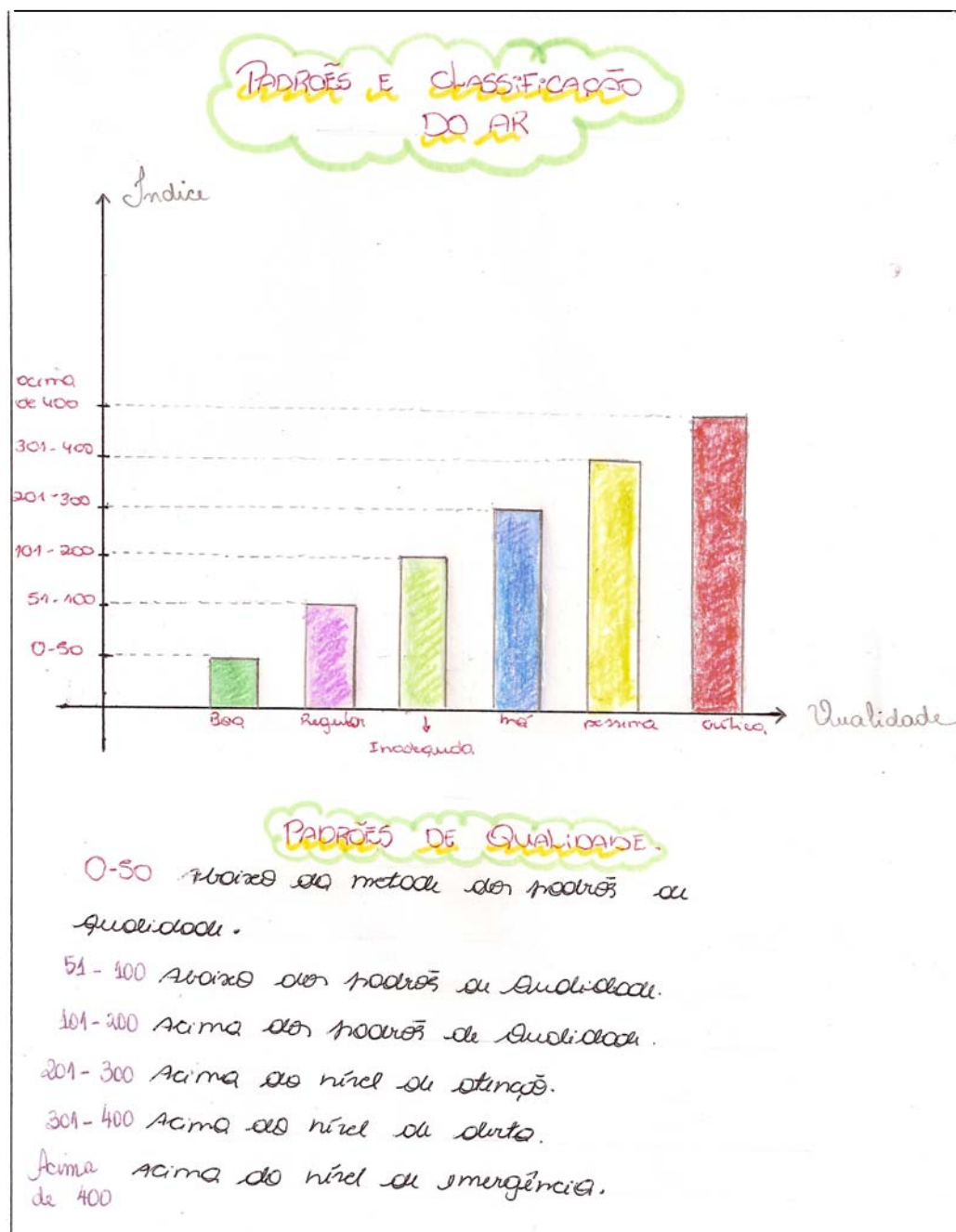


Figura 30: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 1: Padrões e Qualidade do Ar

#### B) Grupo 2 – “Efeito Estufa - Gases do efeito estufa”

Este grupo se mostrou muito interessado na pesquisa, dispendo-se, inclusive, em ir até a residência da professora, para poderem estudar o assunto e também, para utilizarem o computador como recurso para obterem os gráficos do trabalho.

No momento da apresentação, todos se mostraram por dentro do assunto e cada um falou e explicou sua parte, bem como os gráficos e a parte matemática. Demonstraram o efeito estufa por meio de um desenho.

Na introdução do trabalho, colocaram sobre a existência de alguns gases na atmosfera, como o ozônio ( $O_3$ ), o metano ( $CH_3$ ), o vapor da água ( $H_2O$ ) e principalmente o gás carbônico ( $CO_2$ ), que permitem a passagem da radiação solar, mas que absorvem parte dessa radiação, que volta para a atmosfera, depois de aquecer a superfície da terra, isto garante o equilíbrio térmico, que permite a vida. Mas, segundo a pesquisa, à medida que o gás carbônico é lançado na atmosfera, pelo uso de combustíveis fósseis, que são queimados, mais calor é absorvido, tornando o planeta mais quente, este fenômeno é chamado o efeito estufa que leva ao aquecimento global.

Segundo o estudo do grupo, nos aterros sanitários, o gás que é liberado pelo lixo, basicamente, é o metano, que quando queimado é emitido em forma de dióxido de carbono que contribui com o aumento do efeito estufa. Relacionaram, também, o efeito estufa com a contribuição de resíduos, que é em geral, proporcional à população.

No desenvolvimento do trabalho, falaram sobre os problemas da poluição global que são o efeito estufa, a destruição da camada de ozônio e a chuva ácida.

Deram mais ênfase ao efeito estufa, pois se tratava do assunto do grupo. Segundo eles, a emissão dos chamados gases estufa (gás carbônico -  $CO_2$ , o metano -  $CH_3$ , o óxido nitroso e outros gases) aumenta a quantidade de energia que é mantida na atmosfera devido à absorção do calor refletido ou emitido pela superfície, supõe-se que, além de provocar modificações climáticas, o aquecimento da terra possa causar a elevação do nível dos oceanos, impactos na agricultura, afetando todas as formas de vida do planeta.

Mostraram por meio do gráfico de colunas e de setores o aumento extra em porcentagem do volume dos seguintes gases do efeito estufa: Dióxido de carbono (49%), Metano (18%), CFC's (14%), Óxido nitroso (6%) e outros gases (13%).

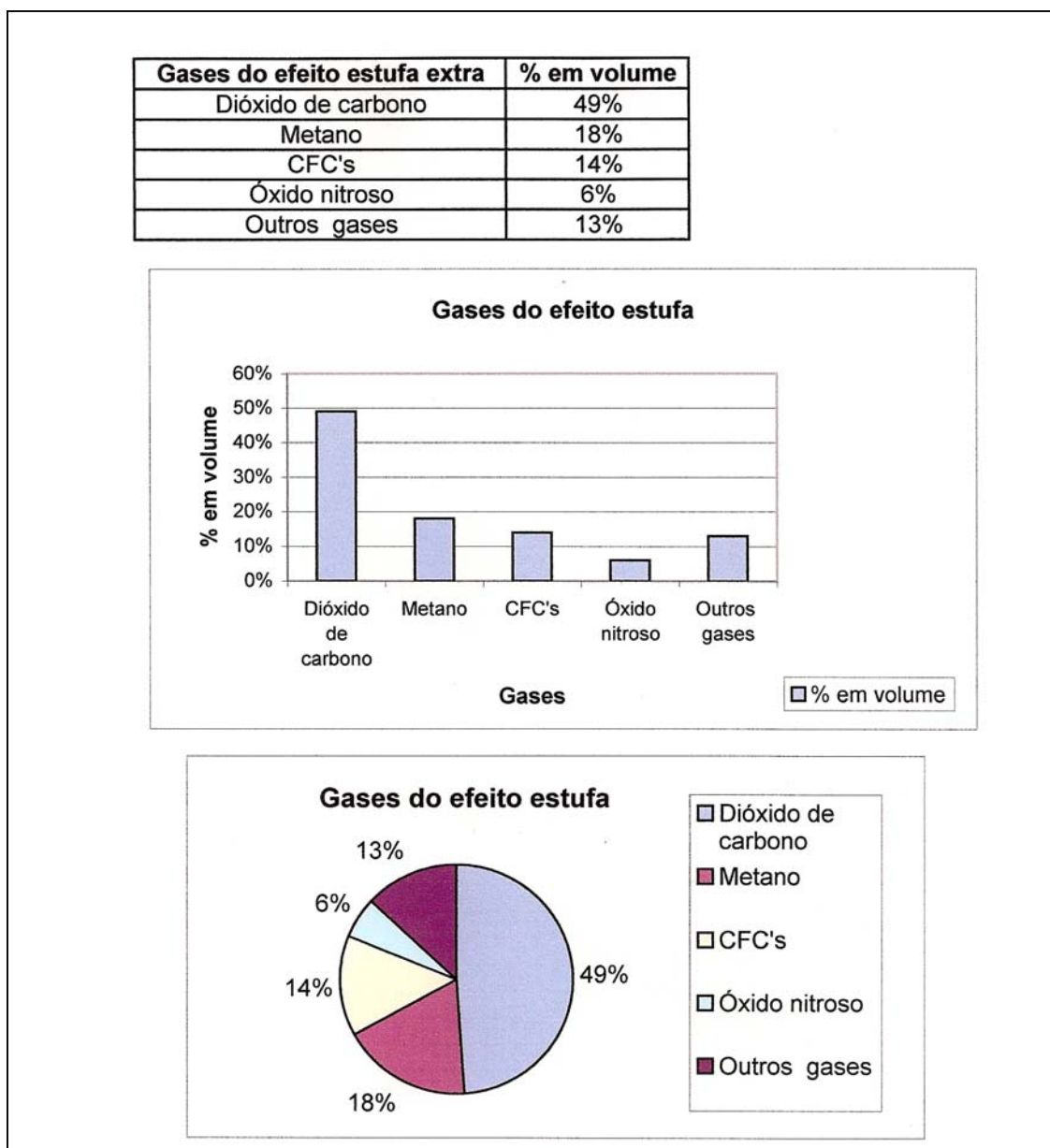


Figura 31: Gráfico de colunas e de setores construído pelo Grupo 2: Gases do Efeito Estufa

Colocaram, também, que as atividades humanas, em busca do desenvolvimento econômico, do conforto e das comodidades da vida moderna têm provocado o aumento excessivo da emissão de gases do efeito estufa.

Segundo o estudo do grupo, o padrão de emissão de CO<sub>2</sub> apresenta diferenças entre um país e outro. O relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) de 2001, demonstrou que os países desenvolvidos foram responsáveis por cerca de 50% das emissões de CO<sub>2</sub> relacionadas à energia. O funcionamento de fábricas, o uso de transportes urbanos e rodoviários, a geração de energia elétrica e o

aquecimento dos lares vêm sendo obtidos pela queima de derivados desses combustíveis fósseis que em sua combustão, emitem grandes quantidades de dióxido de carbono para a atmosfera. O nível total de emissão de CO<sub>2</sub> em 2000, segundo o IPCC, foi de 6,5 bilhões de toneladas/ano.

Falaram, ainda, que outro processo resultante da ação humana que emite CO<sub>2</sub> para a atmosfera em quantidade excessiva são as queimadas e derrubadas de florestas. É nesse setor que está o maior comprometimento do Brasil em relação à emissão global, devido ao desmatamento. Na queima de florestas, as emissões de CO<sub>2</sub> decorrem do processo de liberação do carbono contido na biomassa. No processo de limpeza para plantio de pastagens e outras culturas (soja, por exemplo), o Brasil emite gases de efeito estufa.

Os componentes do grupo disseram que ficaram surpresos ao saber que um outro tipo de emissão de relevância no Brasil é aquela proveniente da ação dos ruminantes, pois o país é detentor do maior rebanho bovino comercial do mundo.

O gás eliminado para a atmosfera na atividade de bovinos, búfalos, cabras e ovelhas é o metano, que resulta da digestão do alimento pelas bactérias presentes no interior do rúmen, que estão no estômago dos animais.

Outro tipo de emissão de gás provém dos aterros sanitários, que é basicamente o metano, segundo o grupo, queima-se o gás liberado a partir do lixo por medida de segurança. Isso porque o metano que resulta do processo de fermentação da matéria orgânica armazenada sob a terra, pode pegar fogo caso um raio ou um fósforo aceso venham a atingir essa matéria orgânica. Se isso ocorrer, há o risco de explodir.

As atividades geradoras do efeito estufa e sua contribuição percentual foram representadas em um gráfico de colunas e de setores, mostrados a seguir, de acordo com os valores das seguintes atividades: produção e consumo de energia (57%), emissão de CFC (17%), agricultura (14%), desmatamento (9%) e Indústria (3%), conforme tabela feita pelo grupo 2.

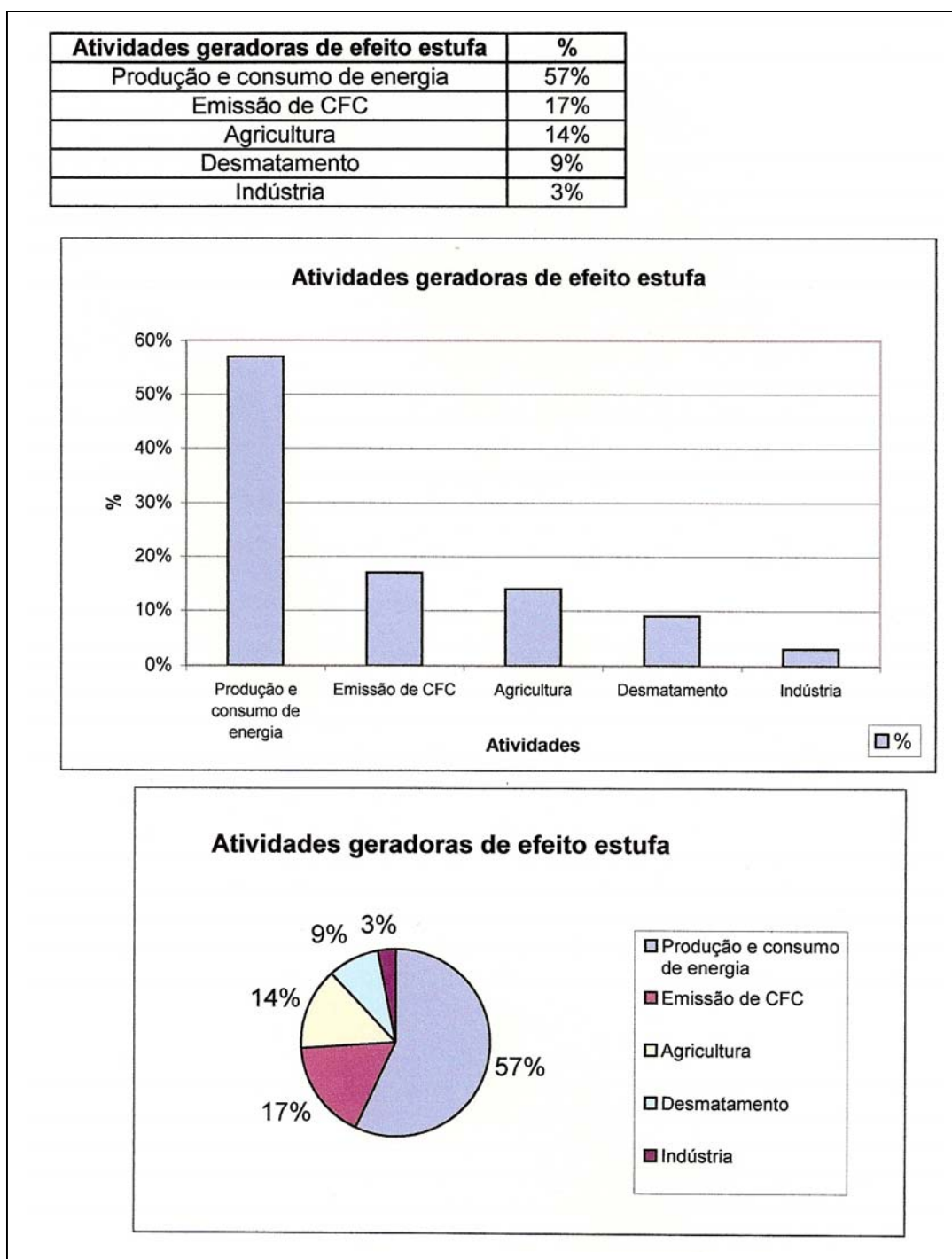


Figura 32: Gráfico de colunas e de setores construído pelo Grupo 2: Atividades geradoras de Efeito Estufa

Ainda, falaram sobre as fontes, concentração atmosférica, a contribuição e a redução de cada um dos gases: dióxido de carbono, metano e óxido nítrico.

O grupo mostrou, através do excel, um gráfico que apontava a variação da concentração mensal de dióxido de carbono na atmosfera, no ano

de 1958 até 1990, conseguindo um modelo matemático que medisse essa variação, conforme mostra abaixo:

**Tabela 8** – Variação da concentração de dióxido de carbono

	Ano	CO2
1	1958	315
2	1960	318
3	1962	319
4	1964	319
5	1966	320
6	1968	319
7	1970	326
8	1972	327
9	1974	328
10	1976	332
11	1978	334
12	1980	338
13	1982	340
14	1984	344
15	1986	347
16	1988	349
17	1990	353

Fonte: Monitoramento de Mauna Loa, no Havaí

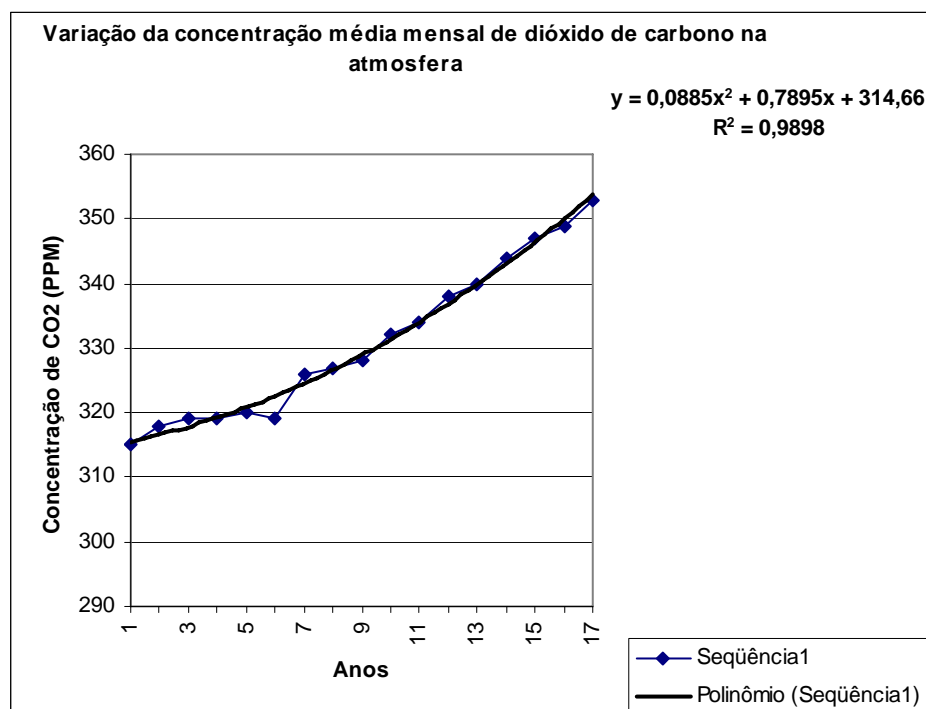


Figura 33: Variação da concentração de dióxido de carbono



Ao serem questionados sobre que tipo de modelo que haviam encontrado, responderam que se tratava de uma função polinomial do 2º grau. A professora perguntou se este modelo seria perfeito, responderam, então, que acreditavam que não, pois se continuasse o crescimento da função da maneira que se apresentava, teríamos grandes problemas futuros, e eles acreditavam que as autoridades e as pessoas iriam tomar precauções para que houvesse uma desaceleração na emissão de gases que provocavam o efeito estufa.

Ao concluírem colocaram que isto tudo ocorre devido à poluição, em função dos gases que são emitidos para o ar. Eles acreditam que através de campanhas de conscientização, ou mesmo trabalhos como este, possa reforçar o desejo de um mundo melhor, de maior qualidade de vida e de uma consciência mais justa com a natureza.

Este grupo pesquisou em livros como Introdução à Engenharia Ambiental e sites que encontram-se nas referências bibliográficas:

<http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima07.htm>

<http://www.geocities.com/Augusta/7135/estufagasesde.htm>

<http://www.msantunes.com.br/juizo/oefeito.htm>

### C) Grupo 3 – “Água: O mais precioso bem”

Este grupo mostrou-se interessado e em condições de argumentar frente ao que haviam estudado e pesquisado.

Iniciaram a introdução e a apresentação do trabalho colocando como meta do trabalho a preocupação em mostrar a necessidade de prolongar a duração da água e a obrigação do ser humano em acabar com o desperdício.

O grupo demonstrou preocupação com o assunto, colocando que sem água o ser humano está correndo sérios riscos, inclusive de vida. São poucos os atos que se observa em favor do cuidado com a água, tanto em relação à poluição, quanto ao seu desperdício.

A grande preocupação do grupo gerou na disponibilidade de água, onde a maior quantidade de água mundial disponível que existe está nos oceanos, em torno de 97,50%, o restante está na água doce de difícil acesso, como em regiões polares, em torno de 2,493%, e em água doce acessível, como rios e lagos, em torno de 0,007%, conforme mostra o gráfico.



Figura 34: Gráfico de setores construído pelo Grupo 3: Disponibilidade de água no mundo

Verificaram que quase 98% da água existente no mundo é salgada, portanto imprópria para o consumo, falaram na dessalinização, e ao conversarem com a professora de ciências, ela colocou que seria um processo muito caro, praticamente inviável.

Segundo a pesquisa realizada pelo grupo, o Brasil apresenta 14% do recurso hídrico mundial, mas, porém, sua distribuição ao longo do território é muito irregular, somente na região amazônica concentra-se 80% da água doce do país, sobrando apenas os 20% para o resto do Brasil.

Comentaram, ainda, sobre os lençóis freáticos, citando que o maior deles é o Aquífero Guarani, que se localiza em rochas da Bacia Sedimentar do Paraná, abrangendo estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio grande do Sul, estendendo-se pelo Paraguai, Uruguai e Argentina.

Com toda a preocupação que o grupo teve com relação à distribuição de água no mundo e o seu desperdício, colocaram que a água, pelo que haviam estudado, somente passa a ser perdida para o consumo basicamente graças à poluição, a contaminação e o seu mau uso.

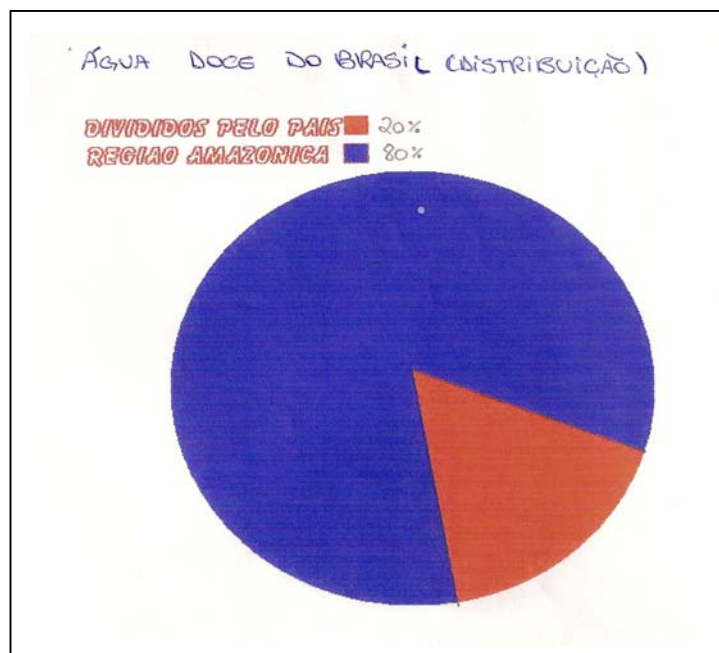


Figura 35: Gráfico de setores construído pelo Grupo 3: Disponibilidade de água no Brasil

A partir daí, falaram que o grupo se questionou o que se poderia fazer, e surgiu a seguinte questão: a chuva poderia nos ajudar? De que forma?

Pensando na má distribuição de água no Brasil e assistindo a alguns programas que mostravam a criação de reservatórios de água, chegaram a conclusão que com a construção de cisternas para o uso em residências, indústrias e outros poderia ser um caminho para o armazenamento de água nesses estabelecimentos.

A distribuição de água em uma residência, que necessita, segundo estudo, de uma boa coleta, onde devem ser analisadas pressões, vazão, clima, população, frequência de utilização, condições sócio-econômicas, entre outros. Lembrando que uma pessoa no Brasil gasta de 50 a 200 litros de água, por dia, dependendo da sua região e este consumo tem sua distribuição em chuveiros, torneiras, bacias, máquinas de lavar, entre outros, conforme o gráfico.

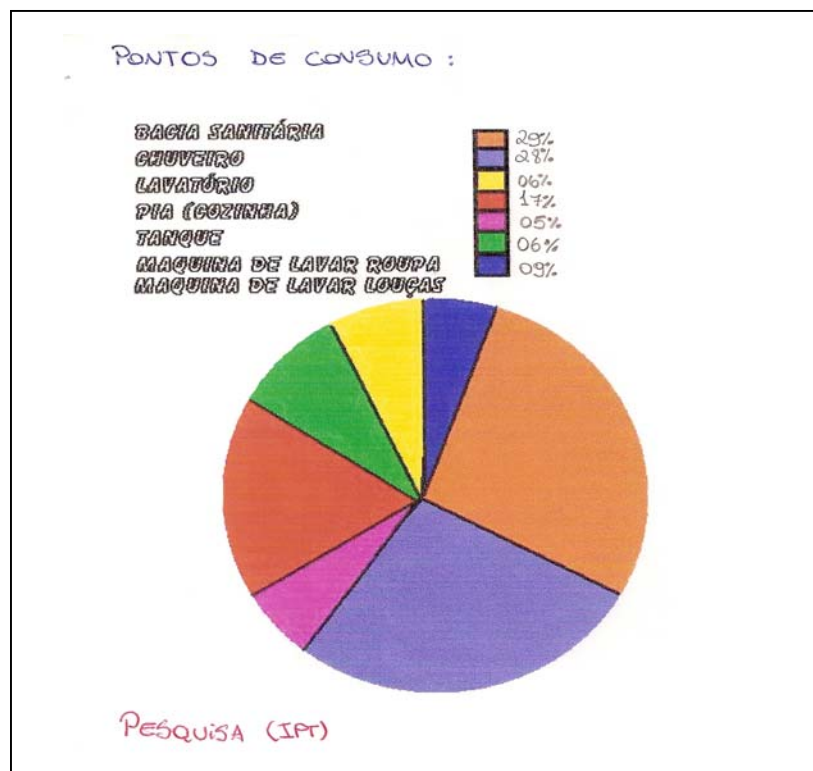


Figura 36: Gráfico de setores construído pelo Grupo 3: Pontos de consumo de uma residência

A partir da preocupação com a distribuição de água, o grupo lançou a situação-problema: Em uma cidade praiana seria possível a utilização da água salgada, ou mesmo a água da chuva, em algum ponto de consumo de uma residência? De que forma?

Eles colocaram que não houve preocupação com a questão política da viabilidade de um projeto como esse, portanto partiram direto para a resolução do problema.

Estima-se que a distribuição do consumo médio diário de água supõe-se 120 litros, por pessoa, é aproximadamente a seguinte: 36% na descarga do banheiro; 31% em higiene corporal; 14% na lavagem de roupa; 8% na rega de jardins, lavagem de automóveis, limpeza de casa, outras atividades; 7% na lavagem de utensílios de cozinha, e 4% para beber e alimentação.

Poderia-se utilizar a água salgada apenas na descarga do banheiro, ter-se-ia uma economia de 43,2 litros de água, pois, conforme dados, seria uma economia de 36% do valor médio diário de uma pessoa, que pelo problema é de 120 litros.

Supõe-se que a cidade praiana tenha em torno de 250 mil de habitantes, se para uma pessoa seria possível economizar 43,2 litros de água

em um dia, então para 250 mil pessoas economizaria-se em torno de 10 800 000 litros de água por dia.

Agora, se a utilização da água fosse em vez da salgada, a da chuva, ter-se-ia uma economia de 80,4 litros de água dos 120 litros diários de uma pessoa, se houvesse o interesse de economizar somente na descarga do banheiro e na higiene pessoal, pois conforme os dados seria 36%(descarga do banheiro) + 31%(higiene pessoal) = 67% do valor médio de uma pessoa. Da mesma forma, em uma cidade de 250 mil habitantes ter-se-ia uma economia de 20 100 000 litros de água por dia.

É claro que os alunos tinham noção da questão política e financeira que isto acarretaria e também em relação a chuva, que as cisternas nem sempre estariam com água.

Em relação à poluição da água, falaram que sua contaminação pode se dar através da falta de saneamento básico, lixo, agrotóxico e outros materiais e que pode trazer doenças como cólera, tifo, hepatite, esquistossomose, perturbações gastrintestinais, infecções nos olhos, ouvidos, garganta, entre outros, e até a morte. Ao redor das grandes cidades pode-se notar os efeitos da poluição sobre o equilíbrio biológico dos rios e lagos. Alguns rios jamais conseguem livrar-se dos detritos porque eles são lançados as suas águas numa quantidade e velocidade superior a sua capacidade de decompô-los e torná-los inofensivos.

No momento da apresentação, os alunos lançaram a pergunta afirmativa à turma: Mesmo que não façamos muitas frituras, quando o fazemos, já jogamos óleo na pia ou por outro ralo, certo?

A turma respondeu que não, mas disseram que não sabiam bem o que fazer.

Um dos alunos do grupo disse que infelizmente ninguém nos diz o que fazer. Seria interessante que se pudesse colocar as frituras em recipientes apropriados para não ficarem expostas na natureza ou mesmo ir para água, aonde iria contaminá-la.

Deve-se ter o cuidado que esta fritura não vá juntamente com os esgotos para uma Estação de Tratamento de Água e ser necessário dispor milhares de reais a mais para o seu tratamento, pois um litro de óleo

contamina cerca de um milhão de litros de água, segundo a pesquisa, o equivalente ao consumo de uma pessoa em um período de 14 anos.

Concluíram dizendo que de nada adiantaria criticar os responsáveis pela poluição, se cada um não fizer a sua parte.

O grupo realizou a sua pesquisa em sites que encontram-se disponíveis nas referências bibliográficas do trabalho.

<http://www.deca.com.br/vitrine/agua/agua.html>

<http://www.geologo.com.br/aguahisteria.asp>

<http://www.agr.feis.unesp.br>

#### D) Grupo 4 – “Resíduos Industriais”

Embora este grupo tivesse se deslocado até a Biblioteca Pública de Santa Maria para a realização da pesquisa, onde tiveram acesso a livros como Tópicos em Educação Ambiental da autora Berenice Weisheimer, Biologia das Populações de Anabis Martho, Ecologia “A Ciência da Sobrevivência de Laurence Pringle”, não apresentaram tanto incentivo e interesse como os demais grupos.

Colocaram que, ao realizarem a pesquisa para o trabalho, observaram no estudo que depois do controle das emissões de gases e do lançamento de esgoto nos rios e mananciais, as empresas e as agências ambientais de todo o Brasil, voltam-se hoje, com mais afinco, para o problema dos resíduos sólidos.

Falaram que nos últimos 30 a 40 anos o problema agravou-se devido à diversificação da utilização de produtos químicos nos produtos manufaturados, acompanhando o crescimento industrial.

Os resíduos perigosos podem ser, segundo eles, caracterizados em cinco categorias: óleos residuais e óleos clorados; resíduos inflamáveis e substâncias orgânicas sintéticas; metais tóxicos e resíduos metálicos; explosivos metais e compostos reativos; sais, ácidos e base.

A chuva ácida resulta da poluição da atmosfera por óxido de enxofre e de nitrogênio liberados pela queima de carvão de óleo diesel. A acidez da atmosfera destrói a vegetação e corrói construções e monumentos.

Além desses, segundo a apresentação do grupo, há resíduos líquidos que atingem o solo urbano e que são provenientes dos efluentes líquidos de processos industriais e, principalmente, dos esgotos sanitários que são lançados nas redes de esgotos.

Os esgotos sanitários e eventualmente os de processos industriais são, às vezes, lastimavelmente lançados sobre o terreno superficial, vias públicas, sarjetas etc., gerando problemas graves não só provenientes da poluição que agride olfato e a visão, mas também, podendo gerar episódios de saúde públicos endêmicos e epidêmicos.

De acordo com o estudo do grupo, dentre todos, porém a poluição do solo urbano por resíduos sólidos é o problema maior e mais comum para o qual convém dar atenção especial.

Os resíduos sólidos de uma área urbana são constituídos por desde aquilo que vulgarmente se denomina lixo (mistura de resíduos produzidos nas residências, comércio e serviços e nas atividades públicas, na preparação de alimentos, no desempenho de funções profissionais e na variação de logradouros) até resíduos especiais, e quase sempre mais problemáticos e perigosos, provenientes de processos industriais e de atividades médico-hospitalares.

A tabela abaixo apresenta a composição do lixo em São Paulo, retirada do livro Introdução a Engenharia Ambiental de Benedito Braga:

**Tabela 9:** Composição do lixo em São Paulo

Composição(%) do lixo em São Paulo					
Tipos	1965	1969	1972	1989	1990
Papel	16,8	29,2	25,9	17,0	29,6
Trapo, couro	3,1	3,8	4,3	-	3,0
Plástico	-	1,9	4,3	7,5	9,0
Vidro	1,5	2,6	2,1	1,5	4,2
Metais	2,2	7,8	4,2	3,3	5,3
Matéria Orgânica	76	52,2	47,6	55	47,4

Fonte: IPT/Cempre, 1995.

A partir da tabela, o grupo realizou vários gráficos, como de colunas e de segmentos, mostrando a composição do lixo na cidade de São Paulo. A professora decidiu colocar apenas os gráficos de colunas referentes ao papel e ao plástico como se pode ver abaixo:

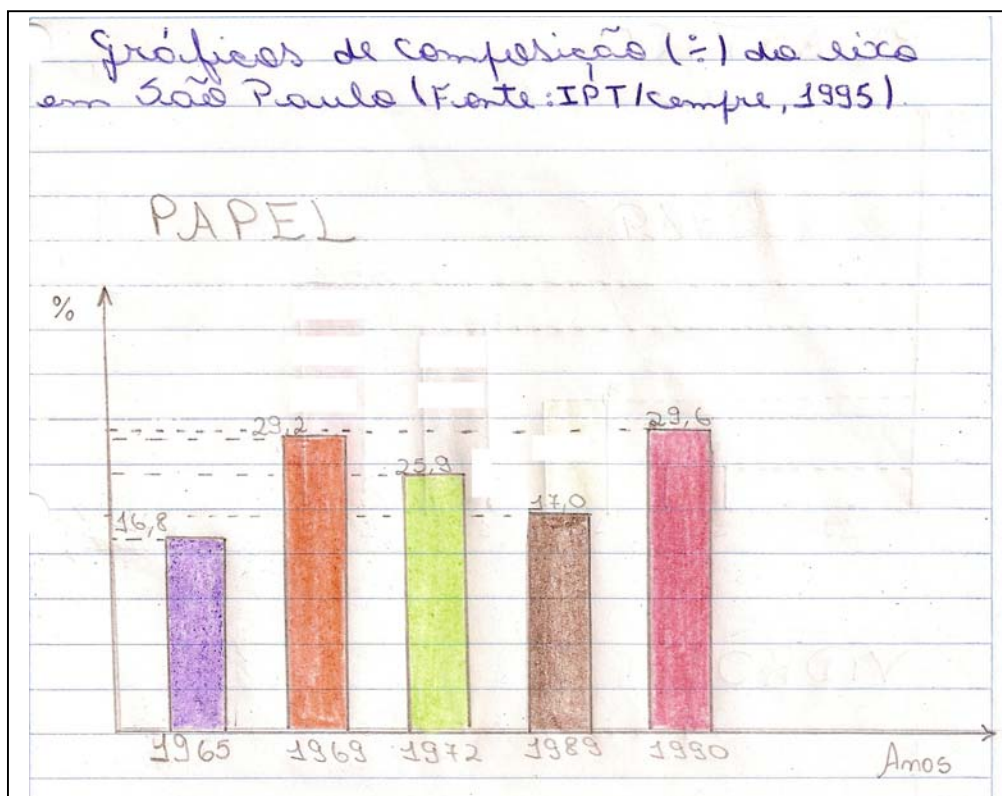


Figura 37: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 4: Papel

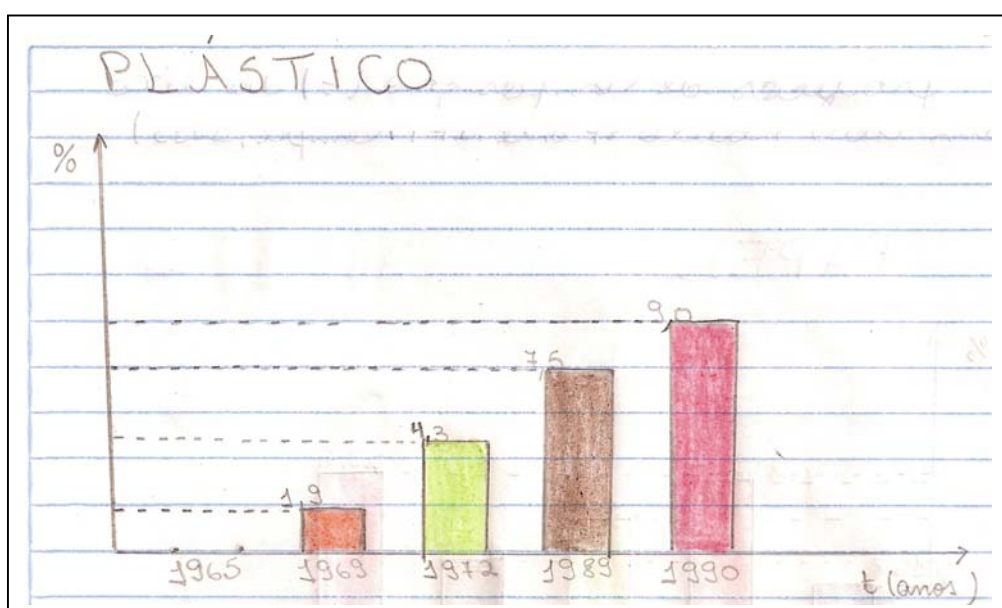


Figura 38: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 4: Plástico



Para concluir a apresentação disseram que lançado em qualquer lugar ou inadequadamente tratado e disposto, o lixo é uma fonte dificilmente igualável de proliferação de insetos e roedores, com os conseqüentes riscos para a saúde pública. Além de ser causa também de incômodos estéticos e de mau cheiro.

Colocaram, ainda, que a separação dos lixos é fundamental para a reciclagem, se a separação for feita em cada residência, se está contribuindo muito para a agilização do processo.

Além dos livros citados, o grupo utilizou-se do livro Introdução a Engenharia Ambiental de Benedito Braga, editora Prentice Hall, São Paulo, 2002 e de um site <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/rsi.asp>.

#### E) Grupo 5 – “Experimento do Lixo”

Os Defensores da Natureza propuseram que cada aluno do grupo, em um período de dois dias, juntasse o lixo que produzisse para verificarem a quantidade obtida por cada um.

O objetivo do grupo era fazer com que as pessoas verificassem o quanto se produz lixo, sem perceber, para que ocorresse a conscientização da necessidade de recolher o lixo em local apropriado.

Ao fazerem a apresentação do experimento, colocaram que se esse lixo não fosse recolhido, talvez estive na natureza poluindo. Com o experimento, disseram que puderam ter uma idéia do que se gastaria em uma semana, em um mês e também em um ano.

O experimento foi realizado da seguinte maneira: cada componente do grupo utilizou-se de uma sacola para recolher o lixo produzido no dia, para posterior pesagem.

O grupo fez relação ao texto Os Três Rs, retirado do Guia do Planeta Terra, Dr. Art, onde se falava dos três Rs, Reduza, Reutilize e Recicle.

Ao andar de carro, conforme o experimento do lixo, citado no texto, dever-se-ia adicionar ao “peso”, por cada litro de gasolina gasto, 600 g, então se gastasse 2 litros, iria adicionar 1200 g, conforme o estudo do grupo.

Como no caso o grupo não andou de carro, não foi considerado esse cálculo. Mas, o grupo explicou que multiplicou, de acordo com o texto, o “peso” do lixo por 18, ficando o modelo desta forma:  $P = L \cdot 18$ .

O grupo, então, explicou que o P era o peso e que L era o lixo produzido.

Um aluno da classe questionou por que multiplicar por 18.

Um dos alunos do grupo explicou que se multiplicou por 18, porque a indústria criou 18 kg de lixo sólido para produzir cada kg de material que jogamos fora (lixo).

Demonstraram os cálculos do experimento do lixo:

O aluno P arrecadou no 1<sup>a</sup> dia 123g e no 2<sup>a</sup> dia 187g, gastando de lixo sólido:

$$P = L \cdot 18 = 2.214 \text{ g, para o primeiro dia.}$$

$$P = L \cdot 18 = 3.366 \text{ g, no segundo dia.}$$

O aluno K arrecadou no 1<sup>a</sup> dia 247g e no 2<sup>a</sup> dia 186g, gastando de lixo sólido:

$$P = L \cdot 18 = 4.446 \text{ g, para o primeiro dia.}$$

$$P = L \cdot 18 = 3.348 \text{ g, no segundo dia.}$$

O aluno R arrecadou no 1<sup>a</sup> dia 240g e no 2<sup>a</sup> dia 290 g, gastando de lixo sólido:

$$P = L \cdot 18 = 4.320 \text{ g, para o primeiro dia.}$$

$$P = L \cdot 18 = 5.220 \text{ g, no segundo dia.}$$

O aluno M arrecadou no 1<sup>a</sup> dia 153g e no 2<sup>a</sup> dia 207 g, gastando de lixo sólido:

$$P = L \cdot 18 = 2.754 \text{ g, para o primeiro dia.}$$

$$P = L \cdot 18 = 3.726 \text{ g, no segundo dia.}$$

A partir dos cálculos realizou-se os gráficos de colunas, do primeiro e do segundo dia, gráfico por agrupamento e gráfico de segmentos, onde se estudou o crescimento ou decrescimento do lixo produzido, do primeiro para o segundo dia.

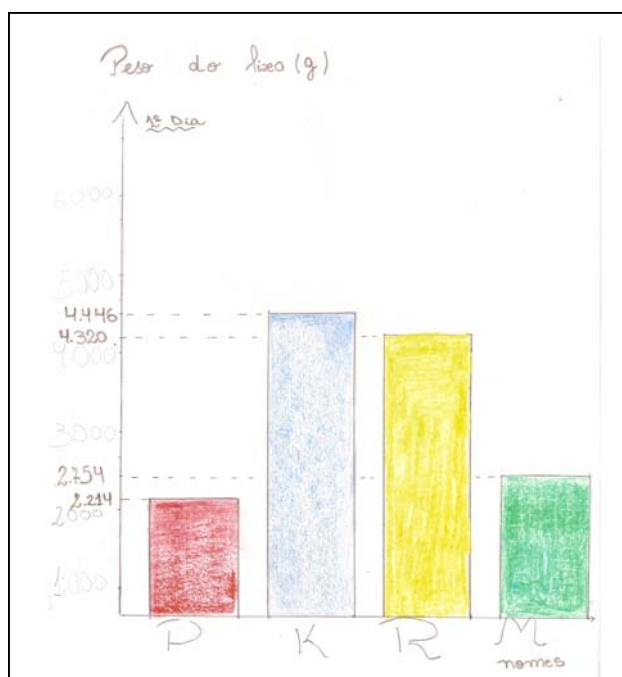


Figura 39: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 5: Peso do lixo, de cada um dos componentes do grupo, referente ao 1º dia

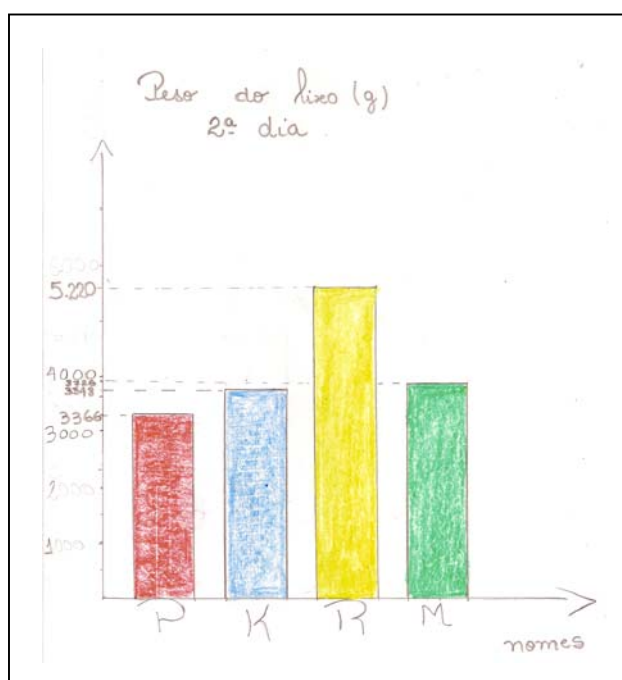


Figura 40: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 5: Peso do lixo, de cada um dos componentes do grupo, referente ao 2º dia

Concluam, dizendo que se surpreenderam com a pesquisa e com o que se gasta de lixo por dia. O grupo ficou se questionando, se cada pessoa gasta tantas gramas de lixo em um só dia, o que uma cidade como Santa Maria pode produzir de lixo sólido.

Terminaram falando que é fundamental que as pessoas se conscientizem da importância de cuidar da natureza e que o grupo, após a realização do trabalho mudou completamente a sua maneira de pensar, tornando-se muito mais consciente.

O grupo foi muito elogiado e a apresentação muito aplaudida pela turma, em função a determinação de coletarem e medirem o lixo que produziram.

#### F) Grupo – “Lixo”

Os componentes do grupo colocaram que iriam apontar a relação da matemática com o lixo por meio de gráficos e porcentagens, pois mostrariam o seu crescimento nos últimos anos.

Ao iniciarem a apresentação, os alunos colocaram que o lixo não é algo da idade moderna, pois os habitantes de Roma, que foi a primeira metrópole européia, já enfrentavam problemas com lixo e esgoto jogados nos rios.

Segundo o grupo, a velocidade do crescimento populacional e urbano muitas vezes sem planejamento, sobretudo nos países subdesenvolvidos, ao lado da escassez de leis de proteção ao meio ambiente, produz uma das principais poluições que causa grande degradação ao meio ambiente e ameaça ao ser humano, o lixo urbano. Poucas cidades dispõem de aterros sanitários apropriados e raríssimas são as que possuem usinas de tratamento. Diante da escassez de locais apropriados para a colocação do lixo gerado diariamente nas cidades, os aterros passam a ser cada vez maiores, e muito destes lixões são fonte de consumo para muitas pessoas, famílias inteiras, como coletores de materiais para reciclagem e para consumo alimentar, aumentando o risco de contaminação para essas pessoas.

Existem materiais que podem ser reciclados. Os materiais como alumínio e plásticos possuem tempo determinado de decomposição, conforme mostra a tabela e o gráfico construído pelos alunos do grupo 6.

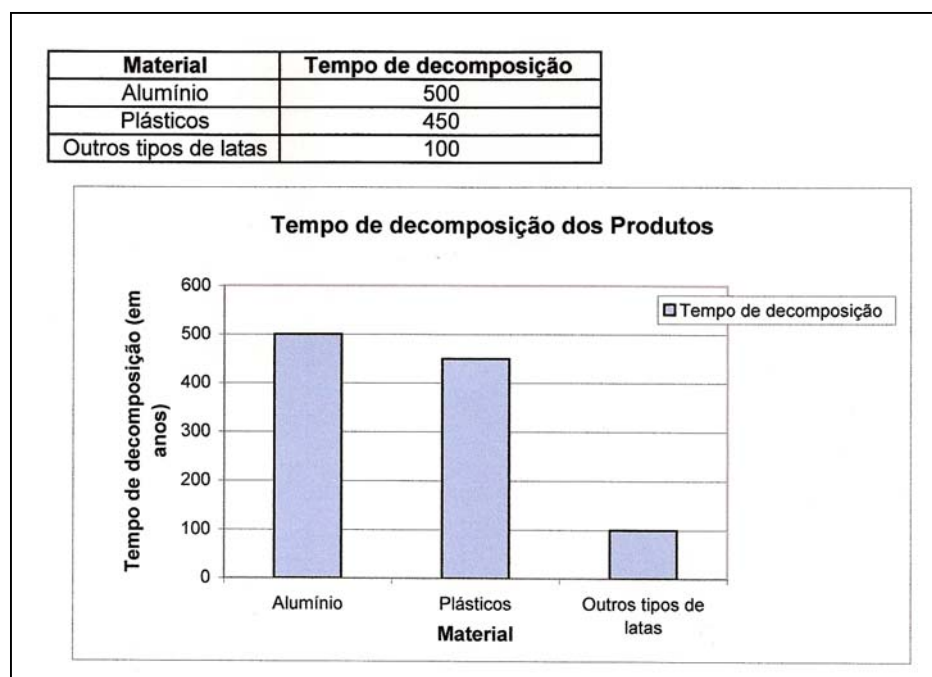


Figura 41: Gráfico de colunas construído pelo Grupo 6: Tempo de decomposição do lixo

Os alunos colocaram, segundo o estudo, os motivos pelos quais se deveria separar o lixo:

- a) A reciclagem de uma única lata de refrigerante, representa uma economia de energia equivalente a três horas com a televisão ligada;
- b) Uma garrafa de vidro demora cinco mil anos para se decompor;
- c) O reaproveitamento de lata rende US\$ 30 milhões por ano;
- d) Uma lata pode resistir cem anos à ação do tempo;
- e) Reciclar uma tonelada de alumínio gasta 95% menos energia do que fabrica a mesma quantidade;
- f) Uma tonelada de papel reciclado poupa 22 árvores do corte, consome 71% menos energia elétrica e representa uma poluição 74% menos do que na mesma quantidade;
- g) Uma tonelada de alumínio usado reciclado representa cinco de minério extraído poupado;
- h) Para cada garrafa de vidro reciclada é economizada energia elétrica suficiente para acender uma lâmpada de 100 Watts durante quatro horas;

- i) A reciclagem de 10.853 toneladas de vidro preserva 12 mil toneladas de areia;
- j) No Brasil, cada habitante descarta 25 quilos de plástico por ano, cinco vezes menos que os americanos, um dos maiores consumidores do mundo;
- k) A reciclagem de 6.405 toneladas de metal preserva 987 toneladas de carvão.

Através do gráfico de barras representaram os resíduos urbanos:

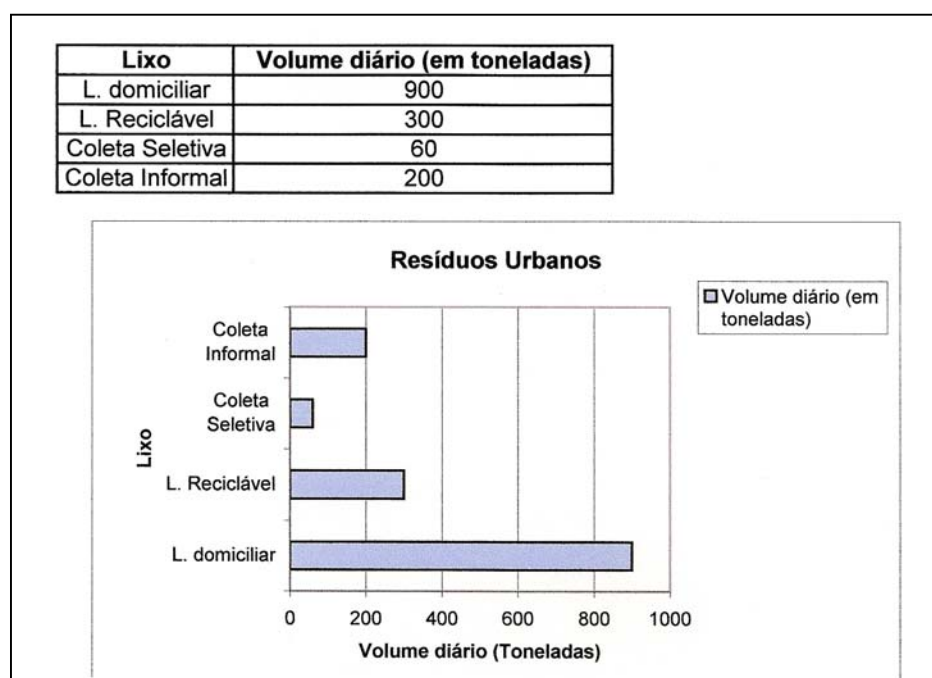


Figura 42: Gráfico de barras construído pelo Grupo 6: Volume dos Resíduos Urbanos

Por meio do gráfico de setores mostraram a representação do destino do lixo: Aterro controlado (10,5%), Aterro sanitário (1,2%), Reciclagem (0,6%), Compostagem (0,7%), Áreas alagadas (1,5%), Céu aberto ( 88%).

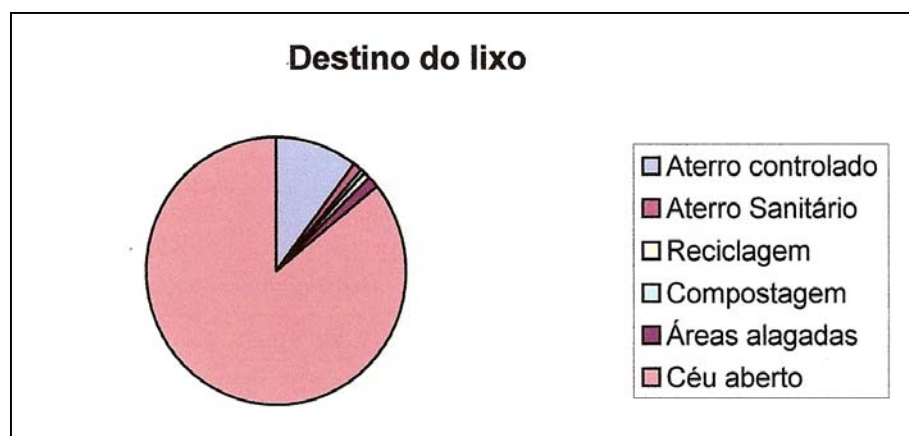


Figura 43: Gráfico de setores construído pelo Grupo 6: Destino do lixo

Segundo a pesquisa, em 1999, 135 municípios brasileiros mantinham serviços seletivos. A concentração nos estados do Sudeste e do Sul preocupa ambientalistas. No país, os maiores recicladores entre estados, em mil toneladas:

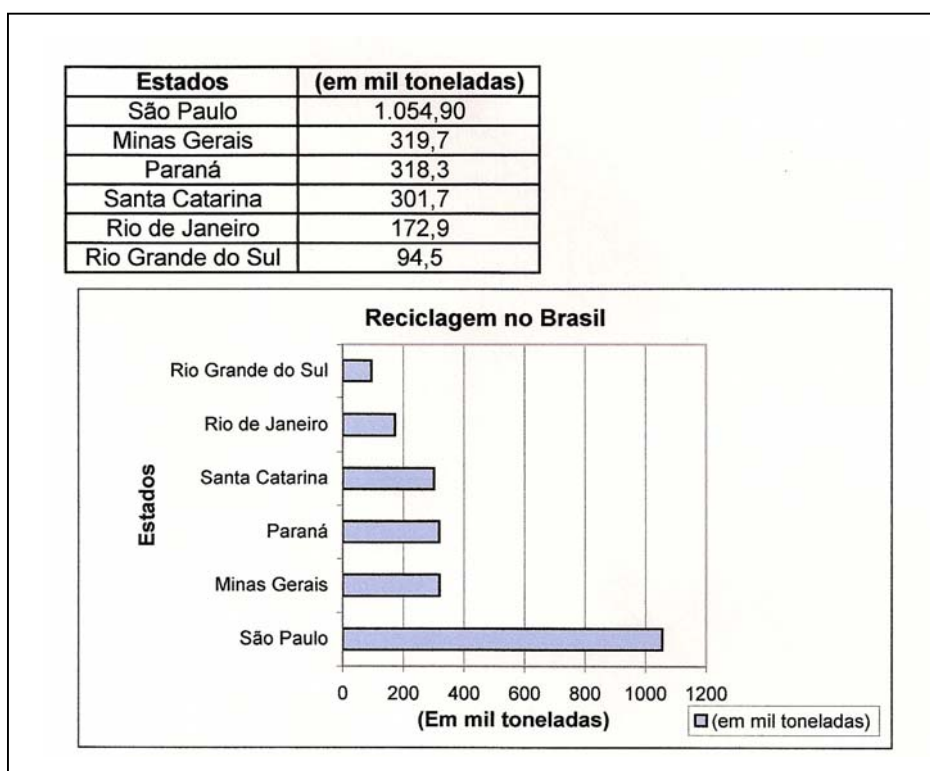


Figura 44: Gráfico de barras construído pelo Grupo 6: Reciclagem no Brasil

No Estado do Rio Grande do Sul, apenas 4,7% do lixo produzido em 1999 foi reaproveitado, conforme os números abaixo.

Lixo reciclado - 94,5 toneladas

Lixo produzido - 2,1 milhões de toneladas

Segundo o grupo, são geradas por dia, em todo país, 240 mil toneladas de lixo. Destas, 100 mil corresponde a lixo domiciliar. Mais de 80% do lixo domiciliar produzido no país é lançado em lixões a céu aberto ou perto de cursos d'água. Apenas 10% do lixo é colocado em aterros sanitários, que oferecem condições estruturais para reduzir os danos ambientais.

Milhares de crianças e adolescentes brasileiros vivem em lixões. Trabalham na catação de lixões no Brasil, 47 mil crianças, cerca de 30% dessas crianças que sobrevivem da catação de lixo no país não freqüentam a escola, o que correspondem a 14.100 crianças que passam a maior parte de suas vidas em meio ao lixo, morando com suas famílias em barracos improvisados, trabalham catando alimentos e sucatas para vender. Outras 30 mil pessoas exercem a atividade nas ruas do país, e cerca de duas mil pessoas retiram seu sustento de usinas de reciclagem de lixo no estado do Rio Grande do Sul.

Para concluir, colocaram que mais de 78% dos brasileiros vivem em cidades. As iniciativas para a redução e o reaproveitamento dos resíduos urbanos constituem meios eficazes de preservação ambiental. Essa conscientização deve ocorrer em todos os meios possíveis sem barreiras políticas, regionais, estruturais ou classificatórias, pois se deve fazer sempre a mesma pergunta: "O que vai se deixar para nossos filhos e netos?".

O grupo pesquisou no site:

<http://paginas.terra.com.br/lazer/staruck/lixo.htm>.

#### **4.4 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO 2**

Após a conclusão do trabalho, aplicou-se o segundo questionário aos alunos (Apêndice C), cuja finalidade foi analisar se houve mudança no sentimento e no modo de aprender Matemática, bem como se o aluno achou interessante trabalhar os conteúdos de matemática conjuntamente com o tema proposto e se a Modelagem Matemática facilitou a compreensão dos conceitos trabalhados.



Neste questionário apresentou-se oito questões abertas, as quais foram lidas para que não houvesse dúvidas quanto às perguntas e foi dito que ficaria a critério do aluno a sua identificação ou não no questionário.

O questionário foi respondido na última aula do ano letivo de 2005, por 23 alunos, sendo que três alunos não haviam comparecido neste dia e dois alunos haviam evadido. O que chamou a atenção da professora, com relação aos alunos que haviam respondido o questionário, foi a vontade e a facilidade de expressão nos comentários realizados, comparado com o primeiro questionário.

A primeira pergunta do questionário foi a seguinte: “Durante o trabalho que acabamos de desenvolver sobre o tema da poluição, você observou alguma diferença no modo de como ele foi trabalhado? Explique”.

Diversas respostas foram dadas a esta questão. Alguns alunos colocaram que foi um trabalho participativo e informativo, onde se teve a oportunidade de trabalhar em grupo e realizar vários debates.

Outros disseram que o tema tem “tudo a ver” com a matemática, pois foi construído vários gráficos, onde pode-se observar o crescimento da poluição. A professora, com isso proporcionou o trabalho no computador, havendo muita pesquisa e discussões sobre o tema com os colegas.

Colocações feitas pelos alunos: “As aulas ficaram diferentes, foi comentado o assunto através da própria matemática”, “Eu gostei, porque a gente desenvolveu o trabalho de matemática de um jeito muito bom”, “... o tema foi muito bem elaborado, porque nos mostra tudo o que está acontecendo em nosso Planeta e ao mesmo tempo, parte dos gráficos”, “Tive mais facilidade ao aprender, as aulas ficaram interessantes e os alunos entusiasmados”, “Foi mais fácil, mais agradável e melhorou a compreensão do conteúdo”.

Pelas respostas dos alunos, pode-se perceber o entusiasmo pelo modo como as aulas de Matemática foram realizadas.

A segunda questão foi: “Mudou o seu sentimento com relação à disciplina de matemática, após o trabalho realizado com Modelagem Matemática? Justifique sua resposta”.

Da mesma forma que a primeira, houve respostas positivas com relação a esta pergunta.

Alguns comentários dos alunos: “Sim. Não gostava muito da matemática, mas com o modo diferente que foi trabalhado, comecei a gostar”, “O meu sentimento mudou muito, porque antes eu tinha muito medo...”, “Mudou, porque eu achava que a matemática era só fazer contas, mas a matemática serve para outras coisas”, “Mudou porque eu não gostava muito de fazer cálculos, mas agora desse jeito eu e os meus colegas realizamos exercícios de matemática com muita convicção do que estávamos fazendo e desenvolvemos muito bem o nosso trabalho”.

Muitas foram as respostas com sentido positivo em relação à mudança de sentimento a disciplina de matemática. Além das colocações já citadas, um dos alunos colocou que desse modo foi muito mais divertido e mais fácil entender matemática, compreendendo que é uma disciplina bem legal, só é preciso que os professores e os alunos trabalhem juntos.

Alguns alunos disseram que da maneira como a Matemática foi trabalhada, além de conseguirem entender, ajudou a perderem a ansiedade que tinham com a disciplina, percebendo a importância da matemática em suas vidas.

De todas as respostas, apenas duas alunas responderam que continuam não gostando da matemática.

Percebe-se a grande diferença das respostas comparando o segundo questionário com o primeiro. Houve uma mudança muito grande em relação aos sentimentos dos alunos para com essa disciplina. Estas respostas evidenciam a necessidade de modificar a maneira de ensinar matemática.

A terceira questão era a seguinte: “Você observou mudança no seu modo de aprender? Justifique”.

Nesta pergunta, todas as respostas foram significativas e positivas com relação ao modo de aprender e em relação à questão da concentração em sala de aula, mudando sua maneira de pensar.

Obteve-se respostas do tipo: “Sim, porque eu aprendi com muita facilidade, como se faz um gráfico e uma função quadrática e linear”, “Percebi que a matemática não é um “bicho de sete cabeças” como eu pensava

porque quando se trabalha de modo diferente acontece várias mudanças no nosso aprendizado”, “Sim foi um jeito mais fácil e mais alegre de aprender, eu não prestava atenção, mas agora eu estou começando a gostar da matemática”.

Alguns alunos, ainda colocaram que, com certeza, o aprendizado melhorou, pois o modo como foi trabalhado facilitou mais do que o outro “tradicional”. Realizando atividades diferentes acaba auxiliando na aprendizagem, pois foi trabalhado com pesquisas e em grupo, ocorrendo debates e trocas de informações entre os colegas.

A quarta pergunta do questionário foi: “Você achou interessante trabalhar os conteúdos de matemática conjuntamente com o tema “Poluição do ar, do solo e das águas”?”

Algumas das respostas: “Achei muito interessante por ser uma maneira nova de aprender matemática”, “Achei uma experiência nova para nós e muito boa para a nossa vida”, “Sim, porque o tema está no nosso dia-a-dia”, “Sim, porque podemos usar um modelo matemático para medir a poluição”.

Os demais colocaram que foi interessante, pois além de aprender a matemática, aprenderam sobre a poluição, conscientizando-se da preservação do meio ambiente.

A quinta pergunta era a seguinte: “Existe a possibilidade de aplicar os conhecimentos de Função quadrática ou de função linear na vida real? Cite exemplos”.

A maioria dos alunos respondeu que sim. Citaram, para uma função quadrática, exemplos como no jogo de futebol, com um tiro de meta, pular de um trampolim em uma piscina, e o arremesso da bola em um jogo de vôlei.

Para a função linear foram citados exemplos como uma pesquisa de ibope para eleições e a queda da bolsa.

A sexta questão do questionário era a seguinte: “Foram realizadas atividades, trabalhos e discussões sobre o tema em estudo, você seria capaz de citar algumas conseqüências causadas pela poluição? Quais?”.

Esta pergunta gerou várias respostas. Os alunos colocaram que, devido ao grande índice de poluição no mundo, estamos tendo grandes problemas com o meio ambiente como o buraco na camada de ozônio, a destruição da natureza, o efeito estufa que provoca o aumento da temperatura, que é o aquecimento global da Terra, as indústrias e os automóveis provocando chuva ácida, o desperdício e a poluição que poderá provocar a falta de água, a poluição do ar que provoca danos a saúde humana, tudo isso pode provocar mudanças climáticas.

A sétima pergunta: “Você poderia afirmar que a Modelagem Matemática facilitou a sua compreensão nos conceitos que envolvem funções e estatística?”.

A maioria afirmou que a Modelagem Matemática facilitou muito a compreensão dos conceitos de funções e estatística, pois foi uma maneira diferente, agradável e muito interessante de aprender. Pode-se ver pelas respostas dos alunos: “Facilitou, foi muito mais fácil de aprender matemática desse jeito”, “Sim, agora eu posso afirmar que eu entendi funções e estatística”.

A oitava questão era um espaço reservado para observações e comentários que desejassem fazer em relação ao tema do presente questionário:

Neste espaço, a grande maioria dos alunos falou sobre a poluição.

Alguns se referiram ao seu desempenho e elogiaram a iniciativa da professora em oportunizar um trabalho diferente, como podemos ver nas seguintes declarações: “Foi, e está sendo muito interessante o que a professora está fazendo com os alunos, e esse modo de aprender matemática, é muito entusiasmante” e “Acho que este questionário foi uma realização bem legal, onde a professora se preocupa com o aprendizado do aluno, visando melhorar e se aperfeiçoar em seu trabalho. Parabéns pelo trabalho feito, pela paciência e sabedoria, a qual passou no momento de ensinar não só a matemática, como também o tema escolhido”.

Houve outros comentários dizendo que haviam achado interessante e gostado muito de trabalhar dessa forma, bem como o tema do questionário,

onde a professora demonstra preocupação em saber o que o aluno pensa da matemática, podendo entendê-lo melhor.

Na fase inicial da pesquisa, quando foi aplicado o primeiro questionário (Apêndice A), as respostas mais presentes, com relação aos sentimentos que a Matemática desperta, foram: de incerteza e de preocupação. Alguns alunos colocaram que a Matemática desperta um sentimento ruim, de pânico, de desânimo e de angústia, pois não conseguem realizar os exercícios ou não entendem a matéria.

Neste questionamento percebe-se o conflito de sentimentos que os alunos enfrentam frente à Matemática, isso faz com que os professores se dêem conta de que há necessidade urgente de mudança para que a Matemática passe a ser uma disciplina menos traumática.

Ao concluir o trabalho com Modelagem Matemática, aplicou-se o segundo questionário aos alunos (Apêndice C), cujas respostas apresentadas, muitas tiveram sentido positivo em relação à mudança de sentimento com a disciplina de Matemática. A maioria dos alunos afirmou que a Modelagem Matemática facilitou a compreensão dos conceitos de funções e estatística, pois foi uma maneira diferente, agradável e muito interessante de aprender.

Os alunos, após a realização do trabalho com Modelagem Matemática, demonstraram que ao trabalharem de modo diferente começaram a gostar de matemática, pois de acordo com Scheffer (1999), a Modelagem Matemática envolve o afetivo, já que o aluno desenvolve por meio de uma atividade o gosto e o prazer pelo trabalho matemático.

Pelas respostas, o trabalho foi participativo e informativo, onde os alunos tiveram oportunidades de trabalhar em grupos, debatendo e pesquisando os assuntos, demonstrando estarem mais entusiasmados. Com relação às aulas, estas apresentaram-se diferentes e interessantes, onde se teve mais facilidade em aprender.

Desta forma, abrange-se algumas das razões para incluir a Modelagem Matemática no currículo de acordo com Blum, citado por Barbosa (2003b), como motivação, pois os alunos conseguiram verificar a aplicabilidade do que estavam estudando; facilitação da aprendizagem, pois conectaram o que estavam estudando com outros assuntos, e o desenvolvimento de habilidades

gerais de exploração, no momento que estavam pesquisando e investigando os assuntos sobre o tema.

Percebe-se a grande diferença das respostas em relação aos sentimentos dos alunos para com a disciplina de Matemática, comparando o segundo questionário com o primeiro. As respostas evidenciam a necessidade de modificar a maneira de ensinar Matemática e as experiências realizadas permitiram desenvolver capacidades para lidar com a atividade Matemática, reconhecendo os problemas, buscando e selecionando informações para a tomada de decisões.

## CONCLUSÃO

A pesquisa realizada mostrou a possibilidade da Modelagem Matemática favorecer, nos alunos, experiências significativas, desenvolvendo competências e habilidades na resolução das situações-problemas propostas envolvendo o tema: Poluição do ar, do solo e das águas.

A escolha do tema estimulou a participação ativa e interessada dos alunos, transformando, desta forma, o espaço escolar em algo mais dinâmico e significativo. Além disso, os resultados obtidos são animadores, pois se observa, nos alunos, uma mudança das concepções e do sentimento que a Matemática desperta, notando uma maior motivação pela disciplina e pelos conteúdos de matemática estudados, além de uma melhora significativa no desempenho dos mesmos.

É comum ouvir de professores de matemática que muitas escolas públicas de Ensino Fundamental e Médio refletem a mesma realidade da turma que foi pesquisada, onde os alunos apresentam impressões negativas com relação à disciplina de Matemática. Esta pesquisa constatou que após a realização do trabalho com a estratégia de Modelagem Matemática, que envolve investigação, por meio da pesquisa exploratória, levantamento e resolução dos problemas, bem como o desenvolvimento da Matemática relacionada ao tema e análise crítica dessas soluções, os alunos passaram a mostrar mudanças positivas em relação a essas concepções.

Constatou-se, também, que os conteúdos relacionados aos conceitos sobre Funções e Estatística foram aprendidos de uma maneira mais fácil, muito tranquila e de forma concreta, mais do que se estivessem sendo apenas expostos como no método tradicional. Com relação à compreensão e análise das conseqüências da poluição ambiental, verificou-se que os alunos, no momento em que entraram em contato com textos que mostraram a real situação em que se encontra o Planeta, acabaram tomando consciência da importância do tema, observando com isso, a necessidade de uma conscientização mundial, concluindo que as pessoas devem mudar suas atitudes em relação à preservação do meio ambiente, não poluindo o ar, o solo e as águas.

Foram observadas, nos alunos, algumas habilidades desenvolvidas como representações de tabelas, gráficos e a construção dos modelos; o bom raciocínio, que se apresentou no momento da realização dos cálculos, mostrando, em algumas vezes, uma certa facilidade em fazê-los; e também, a colaboração dos grupos entre si.

Precisa-se ressaltar que o trabalho investigativo, nas aulas realizadas com Modelagem Matemática, merece atenção não apenas no que diz respeito às concepções dos estudantes, mas também, às atividades propostas e à maneira como o professor conduz o trabalho em aula, orientando e motivando o educando, sem, no entanto, esquecer a cultura e o interesse do aluno por temas da realidade para que se estimule uma maior participação, fazendo com que se estabeleçam questionamentos e relações de curiosidades, motivando para a pesquisa, e assim, buscando possibilidades de criar, em sala de aula, um ambiente que venha propiciar momentos de construção de conhecimento, de descoberta, de troca de idéias, de produção de significados e de crítica.

O papel do professor orientador-motivador, de acordo com Caldeira e Meyer é de:

[...] indicar, orientar os alunos numa direção - sem necessariamente fazer ele esse caminho - direção essa de entender *para que serve o conhecimento*, e motivar a aprendizagem através do compromisso dos alunos com seus cotidianos, de modo que lhes caiba alunos a percepção de que a matemática é uma poderosa ferramenta para compreender e interferir na realidade. [...] cabe aos alunos a construção dos conhecimentos a partir da necessidade de quantificar aspectos da realidade na definição de estratégias para a tomada de decisões: uma pedagogia de conteúdo crítico. (2001, p. 166) [grifo do autor].

Outra questão, que merece atenção, é com a adequação do tempo para a aprendizagem, pois observa-se que o trabalho de Modelagem Matemática é bastante extenso para desenvolver estratégias de ensino, buscando mudanças significativas com relação ao interesse, à participação e a sua contribuição para uma aprendizagem concreta da Matemática.

Com relação a essas considerações, não se pode deixar de lembrar, igualmente, da importância da escolha de uma metodologia que represente a



formação integral, procurando formar o educando, não somente no saber-fazer, mas no saber-ser, oportunizando uma educação voltada para a cidadania, buscando, dessa forma, uma análise crítica do contexto social. De acordo com Rays, “A escolarização para a cidadania, ao contrário da escolarização para a exclusão e para a submissão, requer uma metodologia de trabalho pedagógico crítico”. (2000, p. 66)

Foi um grande desafio desenvolver o trabalho com Modelagem Matemática, em uma turma regular do Ensino Fundamental, pois é necessário vencer obstáculos, entre eles: a rigidez do programa a cumprir, a carga horária semanal que os professores do Ensino Fundamental devem realizar, o preconceito de pais e, ainda, o tempo necessário para o estudo do tema e a ausência de bibliotecas e de laboratórios de computação junto às escolas.

Pode-se afirmar que houve mudanças significativas, sobretudo, com relação às concepções pedagógicas da professora, e que isto ocorreu em função da prática desenvolvida.

O estudo realizado demonstrou que a Modelagem Matemática proporciona a possibilidade de se ter outras atitudes, frente aos alunos e ao conteúdo, pois oferece a oportunidade de aproveitar o tempo para discutir com o aluno e verificar o que ele entendeu, tentando orientá-lo, mediando e intervindo, quando necessário, para uma aprendizagem com sentido real.

Assim, a Matemática, por meio de estratégias como a de Modelagem, faz com que o estudante encontre significado no que está aprendendo, oportunizando-o a pensar, relacionar, justificar e analisar, construindo um conhecimento matemático que servirá para a apreensão concreta de várias facetas da realidade, possibilitando, com isso, a inserção no mundo de trabalho, das relações sociais e ambientais.

Espera-se que este trabalho venha contribuir para superar as dificuldades encontradas pelos professores, no que diz respeito ao ensino-aprendizagem de Matemática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Lourdes Maria Werle de; BRITO, Dirceu dos Santos. Modelagem Matemática na sala de aula: algumas implicações para o ensino e aprendizagem da Matemática. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 11., 2003, Blumenau. **Anais**. Blumenau: FURB, 2003. 1 CD-ROM.

ALVES, Lauro. De R\$ 0,77 até R\$ 6,14 Isso é o que a maioria terá de pagar como nova taxa de iluminação pública. *Diário de Santa Maria*, Santa Maria, 4 out. 2005.

ANDRÉ. Marli E. D. A.; LÜDKE, Menga. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

ANDREOLI, Cleverson; FERRERIA, Andreia Cristina; ILHENFELD, Ricardo G. K; PEGORINI, Eduardo Sabino; TORRES, Patrícia Lupion. A Transversalidade e as Mudanças Climáticas. In: TORRES, Patrícia Lupion; BOCHNIAK, Regina (org.). **Uma leitura para os temas transversais: ensino fundamental**. Curitiba: SENAR, 2003.

ANDREOLI, Cleverson; FERRERIA, Andreia Cristina; ILHENFELD, Ricardo G. K; PEGORINI, Eduardo Sabino; TORRES, Patrícia Lupion. A Transversalidade, o Solo e a Agricultura. In: TORRES, Patrícia Lupion; BOCHNIAK, Regina (org.). **Uma leitura para os temas transversais: ensino fundamental**. Curitiba: SENAR, 2003.

ANDREOLI, Cleverson; FERRERIA, Andreia Cristina; ILHENFELD, Ricardo G. K; PEGORINI, Eduardo Sabino; TORRES, Patrícia Lupion. A Transversalidade e a Água. In: TORRES, Patrícia Lupion; BOCHNIAK, Regina (org.). **Uma leitura para os temas transversais: ensino fundamental**. Curitiba: SENAR, 2003.

ATIVIDADES Humanas Promovem Aumento Do Efeito Estufa. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/clima07.htm>> Acesso em: 31 out. 2005.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores**. Rio Claro: UNESP, 2001. Tese (Doutorado em Educação Matemática), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 2001.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática e a Perspectiva Sócio-crítica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM

EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2, 2003a, Santos. **Anais**. São Paulo: SBEM, 2003. 1 CD-ROM. Não paginado

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem Matemática na sala de aula. **Perspectiva**, Erechim (RS), v. 27, n. 98, p. 65 – 74, junho 2003b.

BARBOSA, Jonei Cerqueira. Modelagem na Educação Matemática: Uma perspectiva. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais**. Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino – aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia**. São Paulo: Contexto, 2002, 389 p.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem Matemática & Implicações no Ensino-Aprendizagem de Matemática**. Blumenau: Furb, 1999, 134 p.

BIEMBENGUT, Maria Salett. **Modelagem matemática no ensino**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2002, 125 p.

BRAGA, Benedito et al. *Introdução à Engenharia Ambiental*. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002. p. 145 – 148, p. 173 – 178. cap. II. Poluição Ambiental.

BRANCO, Samuel Murgel; MURGEL, Eduardo. **Poluição do ar**. São Paulo: Moderna, 1995, 87 p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, 1998.

BURAK, Dionísio. Modelagem Matemática e a sala de aula. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais**. Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.

CALDEIRA, Ademir Donizete; MEYER, João Frederico da Costa. Educação Matemática e Ambiental: Uma Proposta de Formação Continuada – e de Mudanças. **Zetetiké – CEMPEM – FE/UNICAMP**, Campinas, v. 9, n. 15/16, p. 155 – 170, jan/dez.2001.

CALDEIRA, Ademir Donizeti. Modelagem Matemática e a prática dos professores do Ensino Fundamental e Médio. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais**. Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.

COUTINHO, Leonardo. Cada vez mais quente. **Veja**, São Paulo, ed. 1837, ano 37, n.3, p. 94-99, jan. 2004.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática da teoria à prática**. 10. ed. Campinas, SP: Papirus, 1996, 120 p.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Desafios da Educação matemática no novo milênio. **Educação Matemática em Revista-SP**, n. 11, p. 14-17, dez. 2001.

DISPONIBILIDADE Mundial. Disponível em:

<<http://www.deca.com.br/vitrine/agua/agua.html>> Acesso em: 20 mar. 2005.

ECOLOGIA II. Britannica. São Paulo, 2002. Fita, 36 min, color., narrado, 8mm. VHS. FITA DE VÍDEO.

EFEITO Estufa. Disponível em:  
<<http://paginas.terra.com.br/lazer/staruck/efeitoestufa.htm>> Acesso em: 21 set. 2005.

EUREKA! Mundo terá efeitos de mudanças do clima em 20 anos. **Zero Hora**, Porto Alegre, 30 jan. 2005.

FEPAM. **Inventário Nacional de Resíduos Industriais**. Disponível em:  
<<http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/rsi.asp>> Acesso em: 17 mar. 2005.

FEPAM. **Qualidade Ambiental – Índice de qualidade do ar (IQAr)**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/iqar.asp>> Acesso em: 17 mar. 2005.

FEPAM. **Qualidade Ambiental: Poluentes – Fontes e Efeitos**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/poluentes.asp>> Acesso em: 17 mar. 2005.

FERREIRA, Eduardo Sebastian. São Paulo, 2 abr. 2000. Educação Matemática: Em revista, São Paulo, ano 8, n. 11, p.4-7, dez. 2001. Entrevista concedida a Célia Carolino Pires.

FERRUZZI, Elaine Cristina, Modelagem matemática no ensino tecnológico. In: ENCONTRO PARANAENSE DE MODELAGEM EM EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA, 1., 2004, Londrina. **Anais.** Londrina: UEL, 2004. 1 CD-ROM.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996, 148 p.

GASES Do Efeito Estufa. Disponível em: <<http://www.geocities.com/Augusta/7135/estufagasesde.htm>> Acesso em: 27 agost. 2005.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GONÇALVES, Juliano Costa; RIZZO, Marçal Rogério; JÚNIOR, Osvaldo Natalin. **Água: Um Bem que deve ser Preservado!** Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br>> Acesso em: 20 mar. 2005.

ILHA DAS FLORES. Jorge Furtado. Porto Alegre, 1989. Fita, 12 min, col., narrado, 8mm. VHS. FITA DE VÍDEO.

INTRODUÇÃO ao Estudo da Poluição. Disponível em: <<http://www.ecoambiental.com.br/mleft/poluicao.htm>> Acesso em: 17 mar. 2005.

JACOBI, Pedro. **A Água na Terra está se Esgotando? É Verdade que no Futuro próximo teremos uma Guerra pela Água?** Disponível em: <<http://www.geologo.com.br/aguahisteria.asp>> Acesso em: 20 mar. 2005.

LIXO. Disponível em: <<http://paginas.terra.com.br/lazer/staruck/lixo.htm>> Acesso em: 29 set. 2005.

MACHADO, Elisa Spode. **Modelagem Matemática e Resolução de Problemas.** Porto Alegre: PUC, 2006. Dissertação (Mestrado em Educação), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2006.

MOUVIER, Gerard. **A Poluição Atmosférica.** Lisboa: Dominós, 1995.

NUNES, Cássia. **Aquecimento Global.** Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/biosseguranca/bis/infantil/aquecimentoglobal.htm>> Acesso em: 24 out. 2005.

O EFEITO estufa. Disponível em: <<http://www.msantunes.com.br/juizo/oefeito.htm>> Acesso em: 31 out. 2005.

ONUHCIC, Lourdes de La Rosa. Ensino-Aprendizagem de Matemática através da Resolução de Problemas. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org.). **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999.

POLUIÇÃO do ar. Disponível em: <<http://paginas.terra.com.br/lazer/staruck/poluiçãodoar.htm>> Acesso em: 21 set. 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Dados gerais e econômicos do município**. Disponível em: < <http://www.santamaria.rs.gov.br> > Acesso em: 17 abr. 2006.

RAYS, Oswaldo Alonso. **Trabalho Pedagógico – hipótese de ação didática**. Santa Maria: Pallotti, 2000.

SCHEFFER, Nilce F. Modelagem matemática: uma abordagem para o ensino-aprendizagem da matemática. **Educação Matemática em Revista-RS**, n.1, p. 11-16, mai.1999.

SILVEIRA, Carlos Alexandre Cernach. et al. **Água e Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.cf.org.br/cf2004/aguaeenergia.doc>> Acesso em: 26 set. 2005.

SKOVSMOVE, Ole. **Educação matemática crítica: A questão da democracia**. Campinas, SP: Papirus, 2001, 160 p.

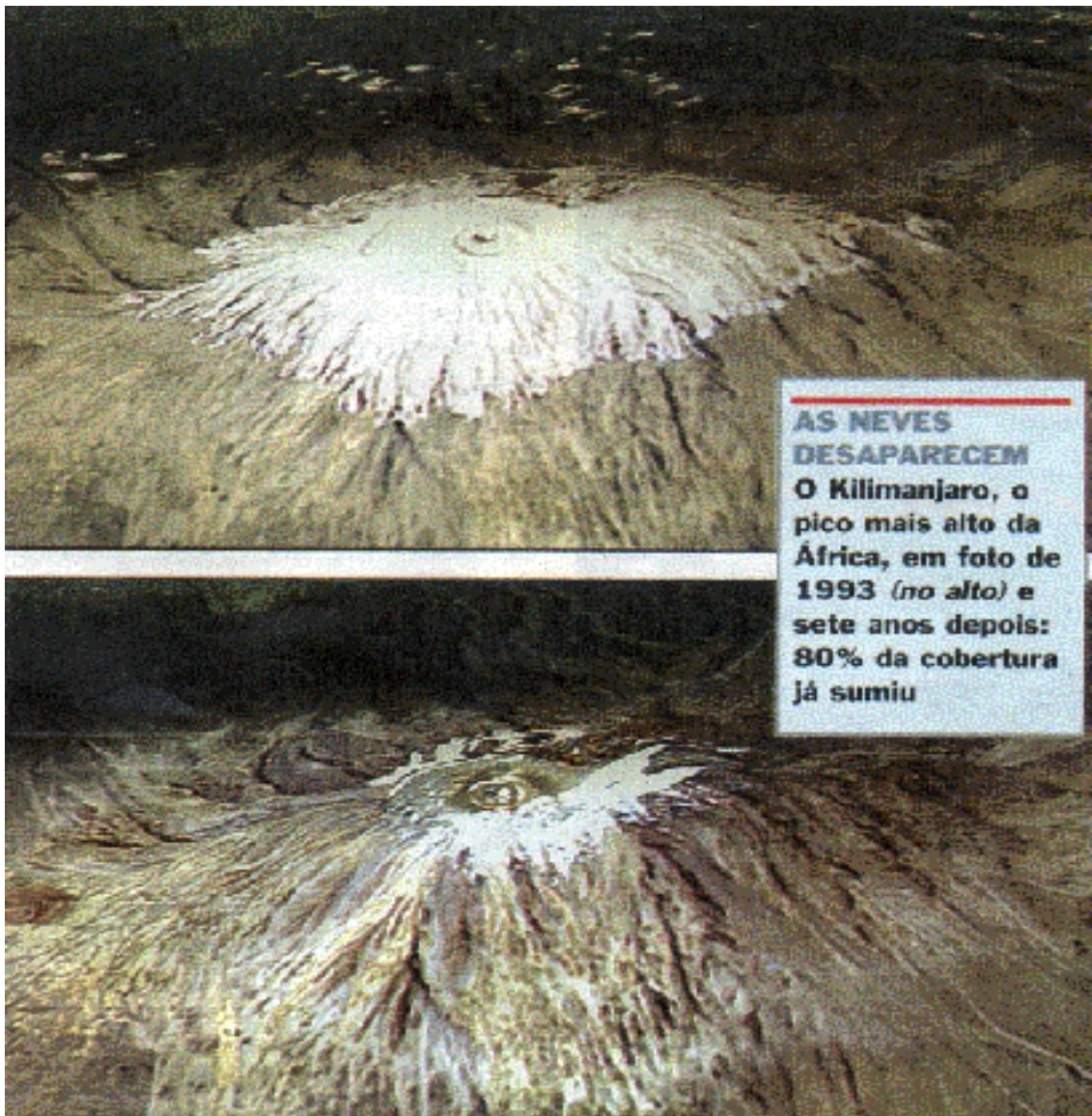
SOUZA, Okky de. O Calor que Ameaça a Vida. **Veja**, São Paulo, ed. 1843, ano 38, n.8, p.62 - 67, fev. 2005.

SUSSMAM, Art. **Guia para o Planeta Terra – Para terráqueos de 12 a 120 anos**. São Paulo: Cultrix, 2000, 120 p.

TORRES, Rosa Maria. **Que (e como) é necessário aprender**. 5ª ed. Campinas: Papirus, 1994.

## **ANEXOS**

ANEXO A - As neves desaparecem do Kilimanjaro.

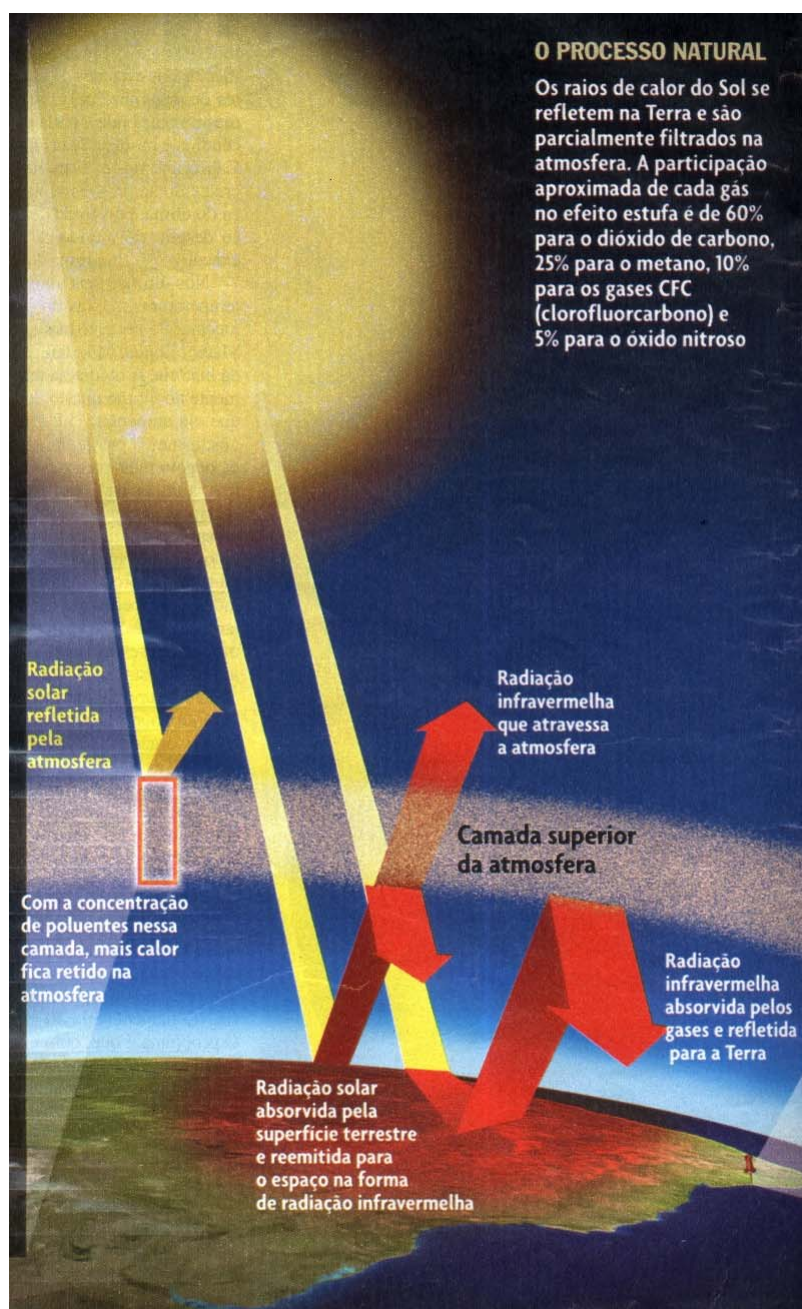




**ANEXO B – Veneza sob as águas**

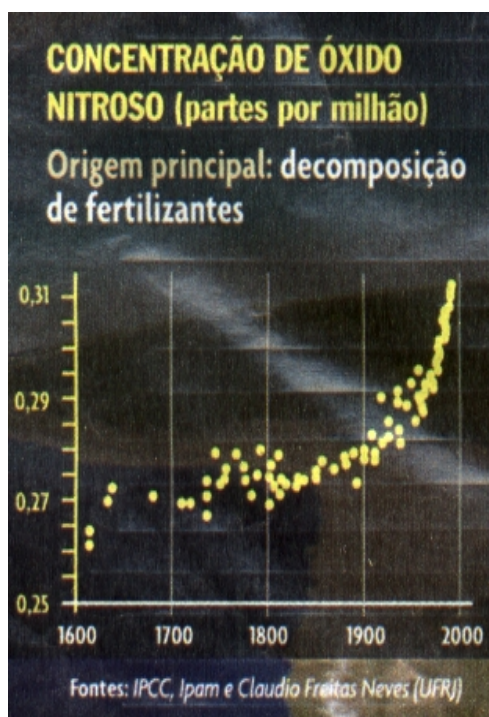
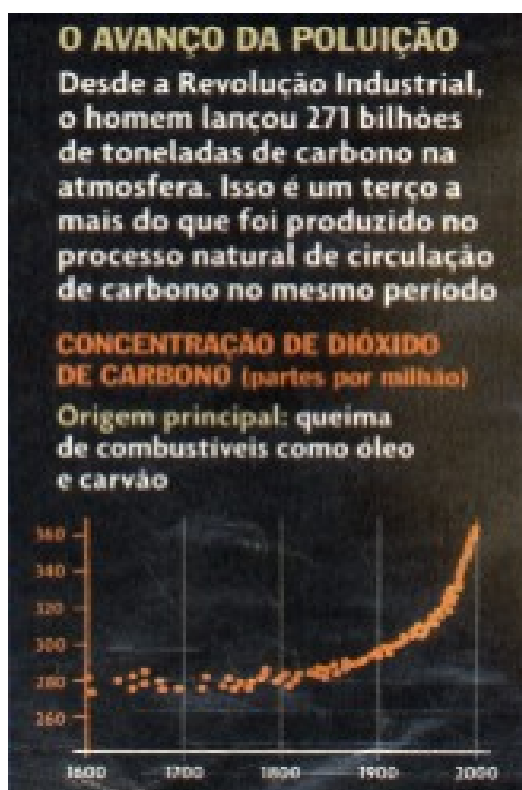
Gamma in Coutinho, 2004, p. 99

## ANEXO C – O Efeito Estufa



Coutinho, 2004, p. 96

**ANEXO D –** Gráficos que mostram a concentração de dióxido de carbono, do óxido nítrico e do gás metano.



**APÊNDICES**

**APÊNDICE A – Questionário 1**

**Opinião dos alunos sobre a disciplina de Matemática**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO FRANCISCANO DE SANTA MARIA  
ÁREA DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLÓGICAS  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE FÍSICA E  
MATEMÁTICA**

**Prezado(a) aluno(a):**

**Sou aluna do curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e Matemática do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria - UNIFRA e estou em fase de elaboração de minha dissertação de mestrado.**

**Venho, assim, por meio desta, solicitar a sua contribuição para o desenvolvimento da pesquisa que estou realizando sobre a aprendizagem da matemática por meio do tema: Poluição do ar, do solo e das águas, cujo objetivo é verificar, em uma experiência concreta, envolvendo, concomitantemente, funções e estatística com o tema poluição do ar, do solo e das águas, as possibilidades da Modelagem Matemática contribuir para o aprendizado da matemática.**

**As respostas às questões do questionário anexo muito me ajudarão na compreensão do tema a que me propus pesquisar.**

**Grata pela sua colaboração.**

**Santa Maria, 13 de setembro de 2005.**

**Lozieler Maria Moro dos Santos.**

## QUESTIONÁRIO

**1) Você considera a matemática uma disciplina que possui aplicações práticas? Explique.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**2) A matemática é útil para o nosso dia-a-dia? Por quê?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**3) A maioria dos conteúdos de matemática estão relacionados com a vida fora da escola? Explique.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**4) Que tipo de sentimento a matemática te desperta? Justifique tua resposta.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**5) Os conteúdos de matemática são interessantes? Por quê?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**6) Quais os conteúdos que mais lembra de matemática? Por quê?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**7) Você apresenta dificuldades em relação à maneira como os professores ensinam a matemática? Por quê?**

---

---

---

---

---

---

---

---

8) Durante as aulas de matemática, o material didático utilizado pelos professores tem facilitado a sua aprendizagem? Explique.

---

---

---

---

---

---

---

---

9) Quais são as suas dificuldades mais frequentes na aprendizagem dos conteúdos matemáticos?

---

---

---

---

---

---

---

---

10) Utilize o espaço abaixo para observações e comentários que desejar fazer em relação ao tema do presente questionário.

---

---

---

---

---

---

---

---





**APÊNDICE C – Questionário 2****Opinião dos alunos após o trabalho com Modelagem Matemática****CENTRO UNIVERSITÁRIO FRANCISCANO DE SANTA MARIA  
ÁREA DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLÓGICAS  
MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA**

**Prezado(a) aluno(a):**

**Sou aluna do curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e Matemática do Centro Universitário Franciscano de Santa Maria - UNIFRA e estou em fase de elaboração de minha dissertação de mestrado.**

**Venho, assim, por meio desta, solicitar a sua contribuição para o desenvolvimento da pesquisa que estou realizando sobre a aprendizagem da matemática por meio do tema: Poluição do ar, do solo e das águas, cujo objetivo é verificar, em uma experiência concreta, envolvendo, concomitantemente, funções e estatística com o tema poluição do ar, do solo e das águas, as possibilidades da Modelagem Matemática contribuir para o aprendizado da matemática.**

**As respostas às questões deste segundo questionário muito me ajudarão na compreensão do tema a que me propus pesquisar.**

**Grata pela sua colaboração.**

**Santa Maria, 06 de dezembro de 2005.**

**Lozicler Maria Moro dos Santos.**

## QUESTIONÁRIO

**1) Durante o trabalho que acabamos de desenvolver sobre o tema da poluição, você observou alguma diferença no modo de como ele foi trabalhado? Explique.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**2) Mudou o seu sentimento com relação à disciplina de matemática, após o trabalho realizado com Modelagem Matemática? Justifique sua resposta.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**3) Você observou mudança no seu modo de aprender? Justifique.**

---

---

---

---

---

---

---

---

**4) Você achou interessante trabalhar os conteúdos de matemática conjuntamente com o tema “Poluição do ar, do solo e das águas”?**

---

---

---

---

---

---

---

---

**5) Existe a possibilidade de aplicar os conhecimentos de Função quadrática ou de função linear na vida real? Cite exemplos.**

---

---

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

**6) Foram realizadas atividades, trabalhos e discussões sobre o tema em estudo, você seria capaz de citar algumas conseqüências causadas pela poluição?Quais?**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

**7) Você poderia afirmar que a Modelagem Matemática facilitou a sua compreensão nos conceitos que envolvem funções e estatística?**

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

8) Utilize o espaço abaixo para observações e comentários que desejar fazer em relação ao tema do presente questionário.

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

Pauta de observações:

Turma: \_\_\_\_\_ Identificação do grupo: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

- Atividade desenvolvida:
- Perguntas que os alunos fizeram:  
*(Dificuldades apresentadas pelos alunos)*
- Interesse e participação do grupo:
- Colocações feitas pelos alunos:  
*(Interação entre os alunos: os alunos trocam idéias com o professor?)*
- Observações:

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)