

## **Interdisciplinaridade entre o ensino da educação ambiental e a disciplina de matemática - análise de alguns parâmetros relacionados ao relatório da qualidade do ar da região metropolitana da Grande Vitória**

Interdisciplinarity between the teaching of environmental education and the mathematics discipline - analysis of some parameters related to the air quality report of the metropolitan region of Great Vitória

Rita de Cassia Feroni e Elson Silva Galvão<sup>2</sup>

*ritaferoni@gmail.com; elsongalvao@gmail.com*

### **RESUMO**

Este trabalho apresenta uma abordagem sobre a interdisciplinaridade na Educação Ambiental, como forma de trazer ao aluno as aplicações práticas do processo de aprendizagem de conceitos e fundamentos básicos das disciplinas base como a Matemática, ofertada ao longo de sua trajetória acadêmica. Assim, realiza-se uma contextualização sobre o ensino de Educação ambiental e a Matemática, associando os conceitos fundamentais da matemática com um problema prático e atual na região da Grande Vitória, a poluição do ar. Uma análise da qualidade do ar na Grande Vitória é abordada através da interpretação de dados e gráficos apresentados no Relatório de Qualidade do Ar de Vitória para o ano de 2013. Em tal interpretação, são demonstrados que a análise da qualidade do ar de uma região está diretamente relacionada ao processo de aprendizado de fundamentos básicos matemáticos como: médias, medianas, máximos e mínimos, amplitude, análises de proporção, porcentagem, representação de funções de coordenadas cartesianas, geometria, assim como a interpretação e representação gráfica de dados como forma de geração de informação a partir de um conjunto de dados. Dessa forma, o presente trabalho é capaz de demonstrar a interação que existe entre os dois tópicos abordados, ensino da Matemática e Educação ambiente, a partir de um problema local de qualidade do ar da região de estudo.

**Palavras-chave:** Interdisciplinaridade; Educação Ambiental; Matemática

### **ABSTRACT**

This paper presents an approach about the interdisciplinarity in Environmental Education as a way to present the student some practical applications on the learning process of concepts and basic fundamentals of disciplines such Mathematics offered along their academic career. This paper presents a contextualization of the Environmental Education and Mathematics teaching, involving the fundamental concepts of mathematics with a practical and current problem in the region of Greater Vitória, the air pollution. An analysis of the air quality in Greater Vitória is covered by some interpretations of data and graphics presented in the Air Quality Report of the Greater Vitória, published for 2013. It is demonstrated that the analysis of air quality in a region is directly related to the learning process of the mathematical fundamentals, such as mean, median, maximum and minimum, amplitude, ratio analysis, percentage representation of Cartesian coordinate functions, geometry, as well as the data interpretation and images in order to generate information from a data set. Therefore, the current work is capable to show the interaction between the two topics, the teaching of mathematics and environment education, from a local air quality issue related to the region of study.

**Keywords:** Interdisciplinarity; Environmental Education; Mathematics

## I INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos, a humanidade vem modificando a natureza com a ideia de melhor aproveitá-la. Segundo Cuba (2010), a Revolução Industrial é a marca do capitalismo que, ao modificar o sistema de produção, consegue aumentar a margem de lucro do capitalista, promovendo uma enorme poluição do ar, dos rios e do solo. Neste contexto, a educação ambiental vem ganhando espaço, junto a disciplinas do núcleo básico, nas instituições de ensino, sendo um dos seus objetivos entender as modificações do espaço físico realizado pelo homem.

A educação ambiental ganhou grande destaque com a promulgação da Lei 9.795/99 (BRASIL, 1999), que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental. Esta lei estabelece a obrigatoriedade da Educação Ambiental em todos os níveis do ensino formal da educação brasileira.

Como políticas relacionadas à conscientização sobre o meio ambiente, alguns eventos históricos foram surgindo, entre tais pode-se citar a Rio-92, evento na qual a Educação Ambiental foi definida como uma educação crítica da realidade, com o fortalecimento da cidadania para a população como um todo, e não para um grupo restrito, concretizando-se pela possibilidade de cada pessoa ser portadora de direitos e deveres e de se converter, portanto, em um ator com uma corresponsabilidade em defesa da qualidade de vida, estabelecendo uma educação que seja crítica e inovadora, a nível formal, na escola, e não formal, fora da escola (DIAS, 2004).

Segundo Dias (2004), a educação ambiental na escola não deve ser aquela cujos ensinamentos conduzem somente ao uso racional dos recursos naturais e à manutenção de um nível ótimo de produtividade dos ecossistemas, mas sim a educação voltada para o meio ambiente, o que implica em uma profunda mudança de valores com uma nova visão de mundo.

Documentos como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) abordam a importância da Educação Ambiental ser tratada no contexto escolar, em uma perspectiva interdisciplinar. Dessa forma, cada profissional poderá contribuir com o conhecimento da sua área, interagindo com o conteúdo de Educação Ambiental (BRASIL, 2004). As primeiras abordagens sobre interdisciplinaridade surgiram no Brasil a partir da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) Nº 5.692/71 (BRASIL, 1971), e vem sendo exploradas no contexto da aprendizagem. A interdisciplinaridade pode proporcionar um trabalho dinâmico e facilitador da aprendizagem, pois trabalha com componentes curriculares interligados entre si, além de possibilitar uma maior motivação dos alunos envolvidos (ROSA, 2016).

No contexto da interdisciplinaridade, a Educação Ambiental não está vinculada a nenhuma disciplina específica, assim deve estar associada a todas as áreas do conhecimento, incluindo disciplina como a Matemática. Ao se promover uma associação entre essa disciplina em conjunto a um estudo de caso local, vivenciado diariamente pelos estudantes, espera-se que um melhor aprendizado possa ser obtido. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é identificar a interdisciplinaridade existente entre o ensino da Educação Ambiental com a disciplina de Matemática associado ao problema de poluição atmosférica por material particulado total em suspensão (PTS) na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) a partir da análise do Relatório de Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013).

## 2 DESENVOLVIMENTO

Tendo como referência o documento Relatório de Qualidade do Ar de Vitória para o ano de 2013, último relatório publicado até a presente data, será mostrada a interdisciplinaridade que pode ser encontrada entre as disciplinas de Matemática e Educação Ambiental, associando essa interdisciplinaridade a um estudo local de poluição atmosférica.

### 2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO SOBRE O ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MATEMÁTICA

A Matemática é uma disciplina muito abrangente das ciências exatas e possui grande importância científica. A dificuldade no ensino da Matemática nas escolas, em alguns casos, concentra-se na forma descontextualizada e fragmentada dos conteúdos programados, tendo como consequência o desinteresse do aluno por essa área do conhecimento. Dessa forma, a interação interdisciplinar tem como principal finalidade uma conexão entre diferentes ciências com a função prática de desenvolver atividades que levem ao conhecimento e aprendizagem.

Segundo Zanella (1999), a aprendizagem é algo que deve ser significativo na vida do indivíduo, onde se sobressai a qualidade de desenvolvimento pessoal permanente e que vai ao encontro das suas necessidades. Neste contexto, a Educação Ambiental foi integrada ao currículo escolar pelos PCN como tema transversal. Dessa forma, ela pode ser inserida em todas as áreas do conhecimento, de acordo com as realidades locais e regionais,

podendo estabelecer na prática educativa uma relação entre aprender os conhecimentos teóricos sistematizados e questões práticas da vida real (BRASIL, 1999).

Segundo Silva e Groenwald (2012) em uma perspectiva de integração entre a Matemática e Educação Ambiental, devem ser considerados temas relacionados ao equilíbrio e ao respeito ao meio ambiente. Dessa forma, cria-se no aluno um sentimento de ética, através de uma educação crítica em um cenário real. A matemática entra como uma ferramenta, auxiliando na verificação e resolução de problemas que envolvam o bem-estar e a qualidade de vida do cidadão.

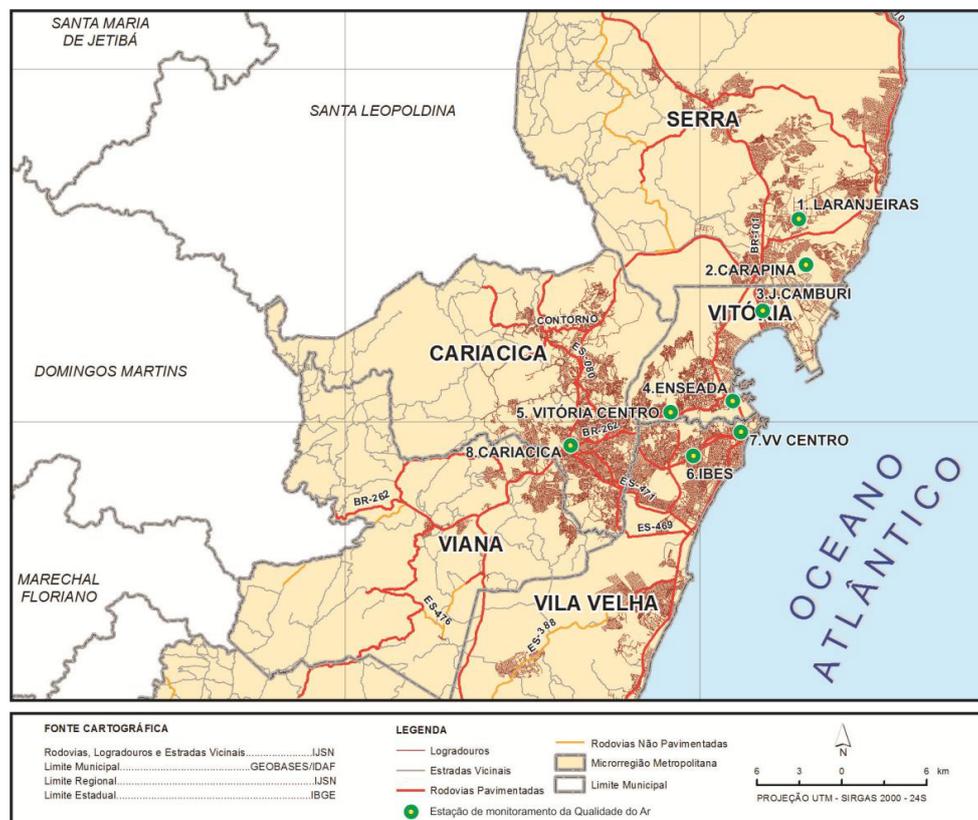
O PCN/ Matemática, (BRASIL, 1997) mostra que a compreensão das questões ambientais pode ser favorecida pela organização de um trabalho interdisciplinar em que a matemática esteja inserida. A quantificação de aspectos envolvidos em problemas ambientais promove uma visão mais clara desses problemas, possibilitando uma visão crítica do estudante, o que o possibilita a tomar decisões e fazer intervenções necessárias.

## 2.2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO DE ESTUDO E DO PROBLEMA

A RMGV apresenta uma região urbana altamente industrializada e em processo de expansão, onde vive aproximadamente 48% da população do estado do Espírito Santo. Nessa região encontram-se fontes antropogênicas, ou seja, poluição atmosférica advinda das atividades humanas, como: indústrias minero-siderúrgicas, portuárias, veículos automotores, entre outras.

O Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado do Espírito Santo (IEMA) implantou em 06 de junho de 2000 a Rede Automática de Monitoramento Automático da Qualidade do Ar (RAMQAr) com o objetivo de monitorar continuamente os níveis de poluição atmosférica da RMGV, objetivando os principais poluentes atmosféricos relacionados na Resolução CONAMA n. 03/90 (BRASIL, 1990), que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar. Em 2009, a rede foi atualizada e expandida, sendo implementada a Rede Manual de Monitoramento de Partículas Sedimentadas. A RAMQAr é uma rede formada por oito estações de monitoramento da qualidade do ar, sendo elas: Laranjeiras, Carapina, Jardim Camburi, Enseada do Suá, Vitória-Centro, Vila Velha, Ibes e Cariacica, distribuídas pela RMGV, como pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana da Grande Vitória-ES



Fonte: IEMA. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 14 jun. 2017

O IEMA divulga diariamente os índices de qualidade do ar na RMGV nos jornais locais e em sua página eletrônica. Por outro lado, o Relatório anual da Qualidade do Ar de 2013, tem como um dos seus objetivos caracterizar, para o período, a qualidade do ar na RMGV, transformando um conjunto de dados – descritos na forma de valores numéricos - em uma linguagem visual, por meio de gráficos, tabelas e infográficos, como forma de avaliar tendências na qualidade do ar, promovendo informações para ações futuras.

Dessa forma, a seção seguinte traz uma investigação entre a interdisciplinaridade entre as disciplinas de Educação Ambiental e Matemática, avaliando aspectos relacionados ao Relatório da Qualidade do Ar da RMGV de 2013.

### 2.3 CONTEXTO DO PROBLEMA DE QUALIDADE DO AR NA RMGV COM O ESTUDO DAS DISCIPLINAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MATEMÁTICA

O clima e as condições meteorológicas de uma região são fortemente condicionados pela localização geográfica e relevo que, em ação conjunta com os grandes sistemas atmosféricos, controlam a distribuição pluviométrica, a evaporação, a temperatura, a umidade do ar e o regime de ventos da região (VIANELLO e ALVES, 1991). A RMGV está situada em uma região litorânea, apresentando clima tropical quente, inverno ameno e seco, e verão chuvoso e quente (IEMA, 2013).

A Figura 2 apresenta as normais climatológicas (1961 a 1990) das variáveis meteorológicas: precipitação acumulada, temperatura média, temperatura máxima e temperatura mínima, monitoradas pela estação climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014). Esta figura permite a discussão de quatro resultados gráficos distintos, relacionados a cada variável de estudo, e agrupados para melhor interpretação. A representação, construção e interpretação de funções em conjunto com a parte gráfica, abordados no ensino da matemática, constitui um dos recursos mais eficientes no estudo de fenômenos ambientais. O gráfico é uma das formas de representação de dados, cujo objetivo é o de reproduzir no leitor, uma impressão visual mais rápida e viva do fenômeno de estudo (CRESPO, 2002).

Na Figura 2, algumas abrangências relacionadas às duas áreas de conhecimento podem ser discutidas. A primeira delas é que a partir de um conjunto de dados, como os dados de monitoramento, por exemplo, o aluno pode tabelá-los e então, com auxílio de um programa computacional gráfico ou mesmo manualmente, quando opta-se por uma pequena análise de dados, gerar gráficos. Os gráficos o auxiliarão a extrair informações a respeito do conjunto de dados, que somente na forma de valores tabelados não é possível ou muito dificultado. Além disso, os dados brutos utilizados para a construção do gráfico representado na Figura 2 tiveram que ser trabalhados para que gerassem um valor representativo da variável temperatura relacionado as médias, mínimas e máximas para o período entre 1961 e 1991. Neste caso, utiliza-se a média aritmética, que é uma medida de tendência central e surge do resultado da divisão do somatório dos números dados pela quantidade de números somados.

A precipitação, mostrada a partir de um gráfico de colunas na Figura 2, é representada por uma série de retângulos, dispostos verticalmente (CRESPO, 2002). As temperaturas média, mínima e máxima são mostradas através de gráficos de linha, que constituem uma aplicação do processo de representação das funções em um sistema de coordenadas cartesianas e posteriormente ligados por uma linha (CRESPO, 2002). Ou seja, dois tipos de gráficos estão expostos em uma única figura.

Em um segundo momento, uma interpretação da área ambiental deve ser realizada. Nota-se que, historicamente, a temperatura média (linha amarela) na cidade de Vitória não varia consideravelmente ao longo do ano, apresentando uma temperatura média anual igual a 24,2 °C, com leve queda nos meses do inverno e suave aumento durante o verão, não excedendo uma variação ( $\Delta T$ ) de 6 °C. Avaliando os valores extremos da temperatura do ar, observa-se que o mês de julho é o mês mais frio, ou seja, no mês de julho ocorre o valor mínimo do gráfico, dado por 18,8 °C (linha azul). O mês de fevereiro é o mês mais quente com média das temperaturas máximas igual a 31,6 °C, ou seja, em fevereiro ocorre o valor máximo de temperatura dado por 31,6 °C, gráfico representado pela linha vermelha. Pode-se notar que o “período quente” está compreendido de outubro a abril, pontos com maiores valores representados no gráfico de linha vermelha.

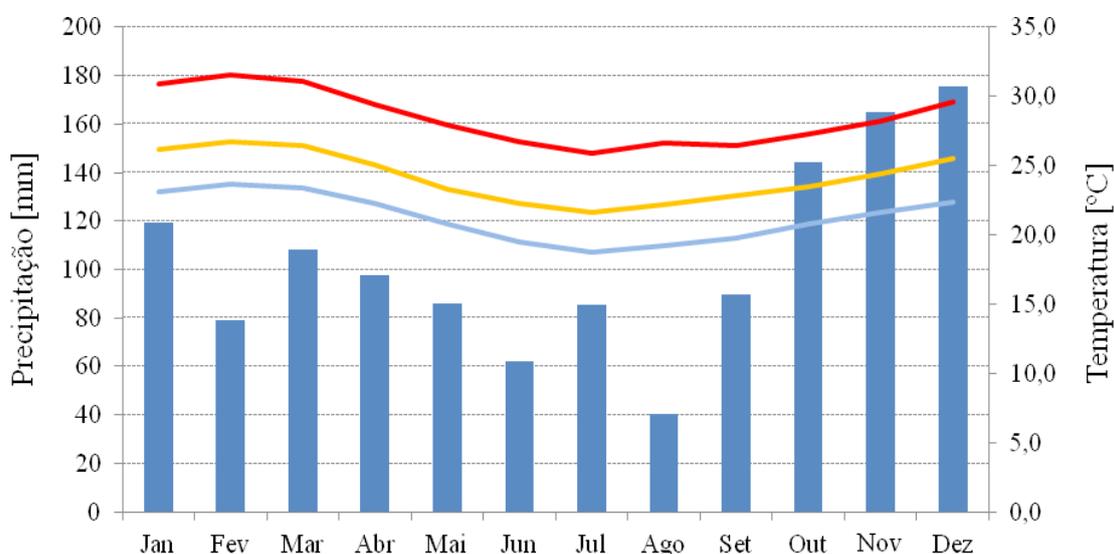
Em relação à precipitação, gráfico de colunas, nota-se que o inverno (junho a agosto) é o período mais seco, sendo que no mês de agosto ocorre a menor precipitação (40,3 mm). Dessa forma, a amplitude da barra que representa esta precipitação é menor que todas as outras. Por outro lado, a coluna que representa o mês de dezembro é a de maior amplitude entre as demais, apresentando um valor em torno de 175,8 mm. Assim, conclui-se que esse mês é onde ocorreram as maiores precipitações, ou seja, o período mais chuvoso.

A Figura 2, relacionada a parâmetros meteorológicos, se faz importante para o monitoramento da qualidade do ar, uma vez que, os poluentes atmosféricos estão sujeitos a processos de transporte, dispersão e

transformações químicas, principalmente afetados pelas condições meteorológicas. O entendimento da meteorologia local por meio de funções gráficas é essencial, pois, as condições meteorológicas locais desempenham papel importante na caracterização dos eventos de poluição do ar, podendo influenciar no aumento ou diminuição das concentrações dos poluentes na atmosfera. Como exemplo, pode-se citar a alta umidade ou a presença de precipitação (chuva) que ajuda na “lavagem” da atmosfera diminuindo a concentração de poluentes, ou os eventos de inversão térmica que promovem um aprisionamento dos poluentes próximo ao solo, aumentando a concentração destes e piorando a qualidade do ar local e a saúde da população.

A Figura 2 é um gráfico que representa a média das variáveis em um grande intervalo de anos. Assim, tem-se de certa forma, uma característica da atmosfera com o decorrer dos anos. No Relatório de Qualidade do Ar de 2013, as variáveis meteorológicas do ano de 2013, são comparadas com essas variáveis encontradas na média de um período longo de tempo (Figura 2) para que se possa identificar se essas variáveis estão influenciando na qualidade do ar, e por fim, classificar qualitativamente e quantitativamente a atmosfera local em relação a poluição.

Figura 2 – Normais climatológicas do município de Vitória durante o período de 1961 a 1990, para os parâmetros meteorológicos: precipitação acumulada mensal (colunas), temperatura média (linha amarela), temperatura mínima (linha azul) e temperatura máxima (linha vermelha) (INMET, 2014)



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

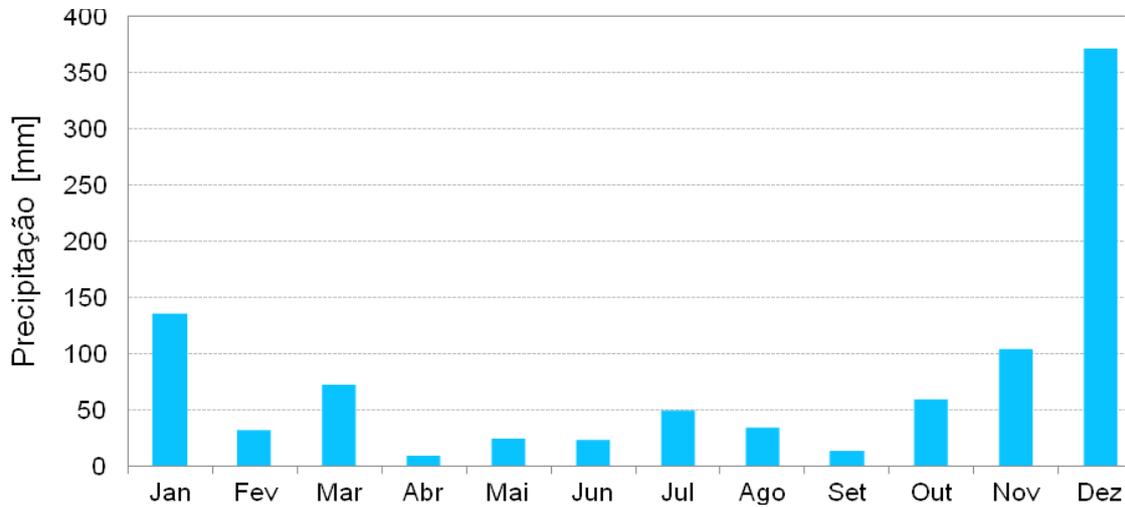
Em uma região urbana altamente industrializada e em processo de expansão, como a RMGV, a qualidade do ar é afetada por fontes como, veículos automotores e empreendimentos industriais. As emissões industriais, relacionadas no Relatório de Qualidade do Ar de 2013, consideram 88 empresas com maior potencial de emissão de poluentes atmosféricos, estando incluídas empresas de pequeno, médio e grande porte, que representam aproximadamente 91% das emissões de poluentes atmosféricos de origem industrial na RMGV (IEMA, 2013).

Para a caracterização meteorológica da RMGV durante o ano de 2013, foram utilizados os dados medidos na estação meteorológica RAMQAr de Carapina. Essa estação monitora variáveis como: temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, radiação solar, precipitação, direção e velocidade do vento. No presente estudo, apenas os dados sobre as variáveis precipitação, temperatura e radiação solar, serão mostrados.

A Figura 3 apresenta a evolução mensal de precipitação acumulada na estação de Carapina em 2013. Este é um gráfico do tipo coluna e possui dados acumulados, ou seja, um somatório de toda a precipitação ocorrida em um mês, matematicamente diferente dos dados médios encontrados na Figura 2. Observa-se que em todos os meses choveu menos que a normal climatológica para Vitória (Figura 2), exceto em dezembro quando choveu 370,4 mm, aproximadamente o dobro do esperado. Dessa forma, surge o conceito de proporção. O mês mais chuvoso foi o mês de dezembro, uma vez que a coluna está mais elevada no eixo vertical, das ordenadas, onde se encontra a variável precipitação. O mês de abril destacou-se pela ocorrência de apenas 10% do valor total de chuva esperado, antecipando dessa forma o início do período de estiagem que climatologicamente acontece nos meses de inverno. O conceito de porcentagem neste caso, exige um somatório total da precipitação do ano para

que o valor seja encontrado. A partir do mês de outubro, inicia-se o período chuvoso na região que se estende até dezembro. Esse fato pode ser observado na Figura 3, pelo crescimento das colunas que se inicia no mês de outubro e se estende até o mês de dezembro.

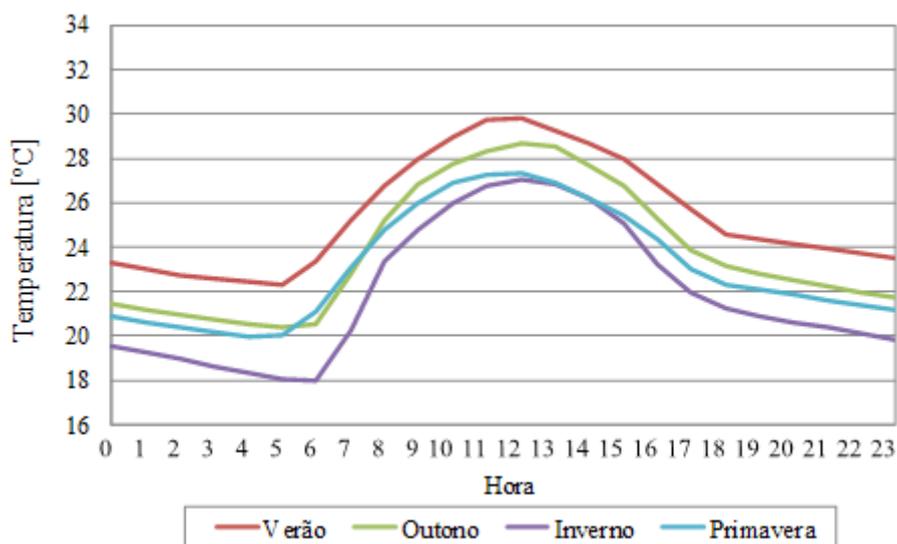
Figura 3 – Precipitação acumulada mensal na estação Carapina



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

As maiores diferenças de temperatura da RMGV são observadas entre as estações de inverno e verão como pode ser observado na Figura 4. O gráfico apresenta ponto de máximo e valor máximo, e ponto de mínimo e valor mínimo, de acordo com cada estação. Esses pontos podem ser comparados entre si. Ao longo do dia, na estação de Carapina, a amplitude da variável temperatura é menor que 10°C em qualquer época do ano. Matematicamente, a amplitude de uma variável é dada pela diferença entre o maior e o menor valor da variável,  $\Delta T$  (CRESPO, 2002).

Figura 4 – Temperatura média horária por estações do ano na estação de Carapina

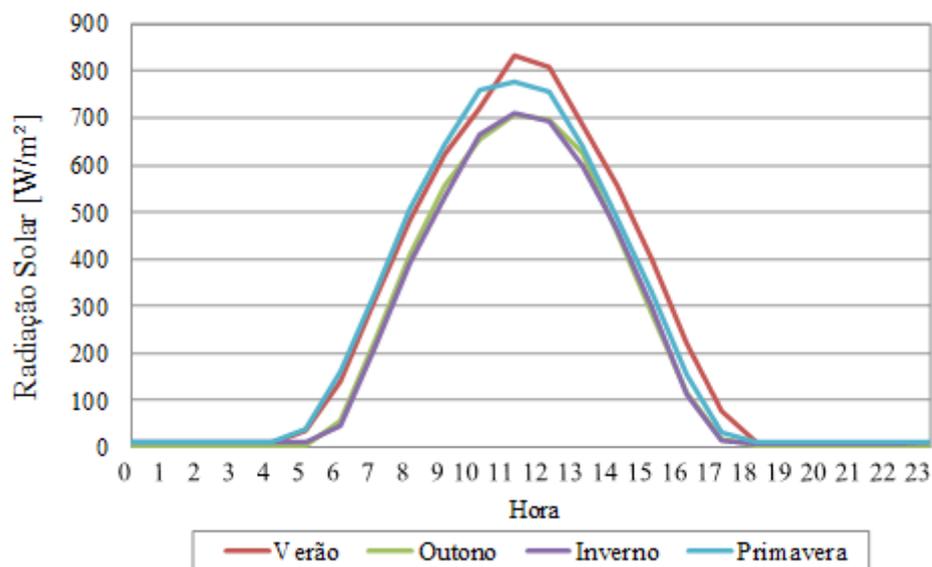


Fonte: Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

A radiação solar indica o fluxo de energia solar incidente sobre uma determinada área. A Figura 5 apresenta as médias horárias de radiação solar, monitoradas na estação Carapina. Observa-se um comportamento

típico, com máximos que ocorrem ao meio dia nos meses de primavera e verão e com mínimos durante o período noturno nos meses de outono e inverno. Dessa forma, o ponto de máximo é encontrado aproximadamente no mesmo local do gráfico para todas as estações, entre 11h e 12h, período que coincide com a maior incidência de radiação solar na superfície. Por outro lado, o valor máximo se difere de acordo com cada estação do ano.

Figura 5 – Radiação solar média horária do ano na estação Carapina



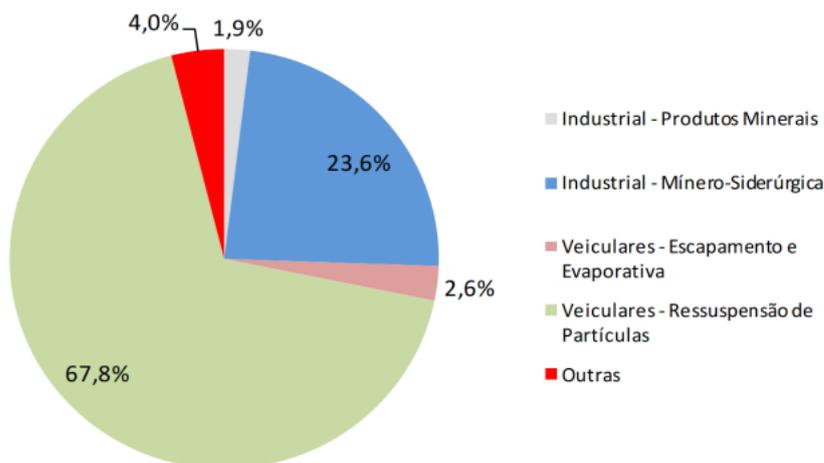
Fonte: Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

No presente trabalho, optou-se por analisar o poluente atmosférico Partículas Totais em Suspensão (PTS), um dos poluentes analisados no Relatório da Qualidade do Ar de 2013, e também um dos poluentes de maior preocupação atualmente, pelos órgãos ambientais e sociedade civil organizada na Grande Vitória. O PTS é um dos responsáveis pelo chamado “pó preto” que tanto afeta o bem-estar da população da RMGV. As Partículas Totais em Suspensão (PTS) são partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. (BRAGA, 2005). O tamanho dessas partículas é menor que 100 micrômetros. Para que o aluno possa ter uma relação mais amigável com essa unidade de medida, um micrômetro (1  $\mu\text{m}$ ) é equivalente a  $10^{-6}$  m. De uma forma visual, pode-se fazer uma analogia ao diâmetro de um fio de cabelo que possui em torno de 70 micrômetros. Ou seja, a constituição da PTS engloba uma porcentagem de partículas muito menores que o diâmetro de um fio de cabelo.

A Figura 6 apresenta as contribuições percentuais de cada grupo de fontes emissoras para as emissões de PTS. Segundo o Inventário de Emissões Atmosféricas da Grande Vitória (IEMA, 2011), pode-se observar que os dados indicam que 67,8 % das emissões de partículas para a atmosfera da RMGV estão relacionadas a ressuspensão de partículas depositadas nas vias (ruas e avenidas) pelo tráfego veicular, dependendo do tamanho das partículas. Emissões de escapamento e desgaste de pneus contribuem com percentual de 2,6% das emissões na RMGV. Nota-se que, segundo o inventário, 95% das emissões veiculares estão ligados à ressuspensão de partículas já depositadas nas vias e não à emissão direta nos gases de escapamento (IEMA, 2011). O segundo grupo mais importante para a emissão de partículas é o setor industrial minero-siderúrgico, que contribui com 23,6% das emissões de PTS.

Na Figura 6 um novo tipo de gráfico é mostrado, um gráfico de setor (pizza). Este gráfico é usado com base em um círculo, e é empregado sempre que se deseja ressaltar a participação de um dado no total (CRESPO, 2002). Com essa nova figura é possível estudar outra ferramenta matemática essencial no estudo de questões ambientais, a trigonometria no estudo dos ângulos. Cada uma das fontes estudadas corresponde a uma porcentagem, que por sua vez, é proporcional a um setor e um ângulo no gráfico. Fica evidente também, que a forma do gráfico é importante, ou seja, o estudo da geometria, representada por um círculo. Como resultado final, tem-se uma porcentagem igual a 100%, com um somatório dos ângulos igual a  $360^\circ$ .

Figura 6 – Contribuições percentuais de cada grupo de fontes emissoras para as emissões de PTS na RMGV

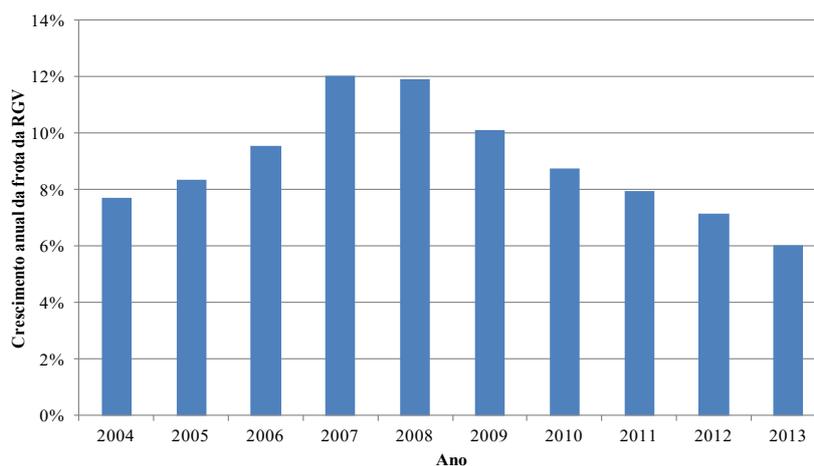


Fonte: Inventário de Emissões Atmosféricas da Grande Vitória (IEMA, 2011)

Partindo da análise gráfica da Figura 6, verifica-se que a maior contribuição para partículas totais em suspensão está relacionada à fonte veicular. Deve-se então verificar se o crescimento da frota veicular da RMGV tem sido significativo. Dessa forma, este resultado pode ser melhor explorado. É possível trabalhar em sala de aula com os dados brutos tabelados do Departamento Nacional de Trânsito (Denatran, 2014) e gerar o gráfico da Figura 7. Neste gráfico, visualizam-se conceitos da geometria, já que se têm as representações dadas por paralelepípedos e a forma do gráfico, que é um gráfico de colunas. Fica clara a abordagem relacionada à porcentagem e uma relação entre picos de maior e menor amplitude.

A Figura 7 mostra que a taxa de crescimento da frota veicular teve seu auge nos anos de 2007 e 2008, alcançando um crescimento de 12% ao ano, mas vem desacelerando desde então e chegando ao nível de crescimento de 6% ao ano em 2013. Mantida essa taxa de crescimento, é possível projetar um aumento da frota veicular em mais de 50% até o ano de 2020, que além de causar grandes dificuldades ao transporte urbano, pode causar significativa deterioração na qualidade do ar da região.

Figura 7 – Taxa de crescimento da frota de veículos automotores registrados na RMGV de 2004 a 2013



Fonte: DENATRAN (2014) apud Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

A Tabela 1 traz valores máximos e mínimos de PTS para todas as estações analisadas. Verifica-se também, a média geométrica anual, escolhida em detrimento da média aritmética, devido a legislação CONAMA n. 03/90, sobre qualidade do ar. Para calcular a média geométrica entre números, deve-se realizar a multiplicação entre eles e, logo em seguida, extrair a raiz com índice igual ao número de fatores utilizados na multiplicação.

Os valores máximos das médias de 24h de concentração de PTS foram mais elevados nas estações Cariacica ( $333,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Laranjeiras ( $143,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Ibes ( $110,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e mais baixos em Jardim Camburi ( $82,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Enseada do Suá ( $91,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e VIX-Centro ( $91,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como pode ser visto na Tabela 1 e Figura 8. Neste caso, optou-se por um gráfico de barras, cuja definição é a mesma dos gráficos de coluna, porém agora disposto na horizontal.

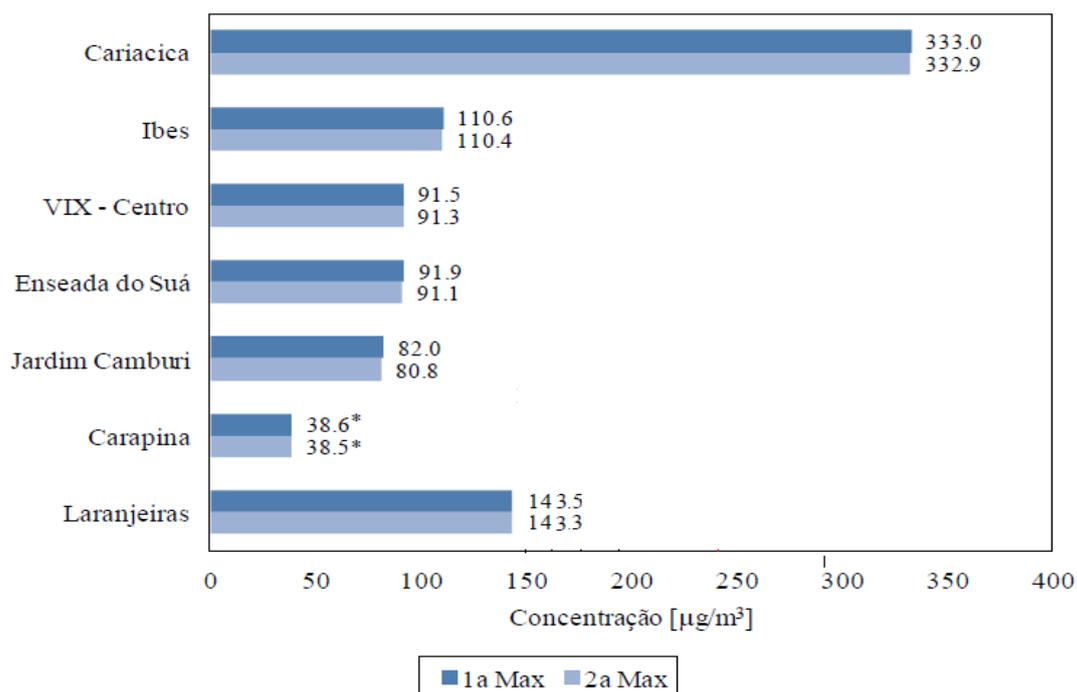
Tabela 1 - Valores das máximas médias de 24h (Max) e da média anual de concentração de PTS em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ano base 2013)

	Laranjeiras	Carapina	Jardim Camburi	Enseada do Suá	VIX - Centro	Ibes	Cariacica
1ª Max	143,5	38,6(*)	82,0	91,9	91,5	110,6	333,0
2ª Max	143,3	38,5(*)	80,8	91,1	91,3	110,4	332,9
Media geométrica anual	39,3(*)	18,0(*)	29,5	29,5	32,2	32,3	56,1

(\*) valores não representativos.

Fonte: Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

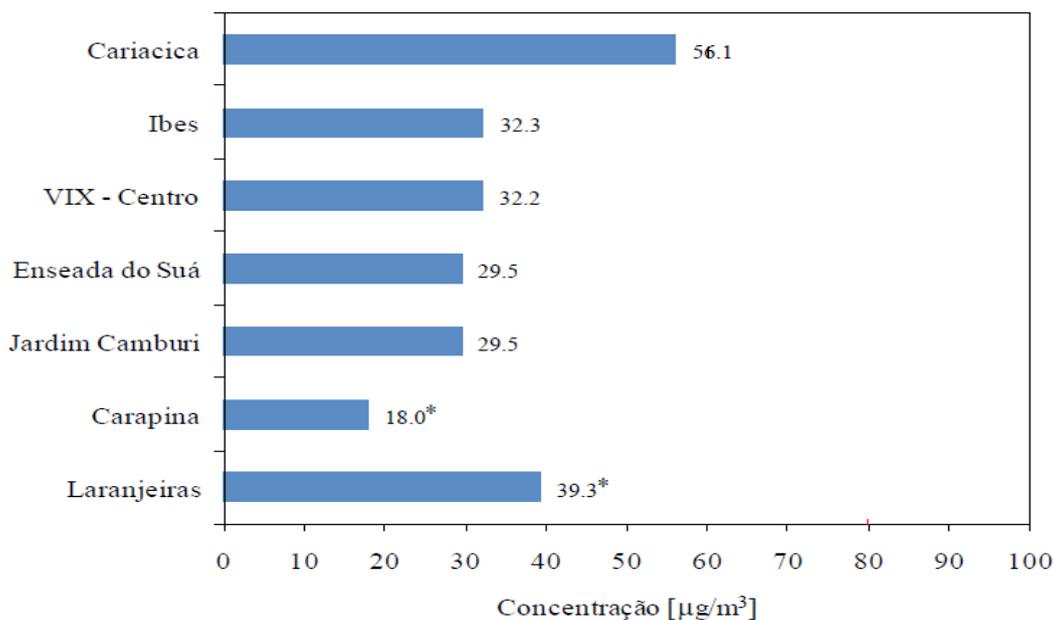
Figura 8 - Concentração máxima média de 24h de PTS nas estações da RAMQAr (ano base 2013)



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

Os valores de média anual também foram mais elevados na estação Cariacica ( $56,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e mais baixos em Jardim Camburi ( $29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e Enseada do Suá ( $29,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como pode ser visto na Figura 9. Na estação Carapina, os valores máximos e a média anual não foram representativos devido ao baixo número de dados válidos para o cálculo desses valores. Na estação Laranjeiras, a média anual calculada também não é representativa.

Figura 9 - Concentração média anual de PTS nas estações da RAMQAr (2013)



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

O Índice de Qualidade do Ar (IQA) é uma ferramenta matemática utilizada para transformar as concentrações medidas dos diversos poluentes em um único valor adimensional que possibilita a comparação com os limites legais de concentração para os diversos poluentes, estabelecidos conforme a Resolução CONAMA n. 03/90. O cálculo do IQA é obtido através de uma função linear segmentada, na qual os pontos de inflexão representam os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar e os critérios para episódios agudos da poluição do ar, para cinco poluentes atmosféricos, a saber: Material Particulado, Dióxido de Enxofre, Dióxido de Nitrogênio, Ozônio e Monóxido de Carbono, conforme a Figura 10.

Como resultado desta análise tem-se o índice de qualidade do ar (IQA) em 2013, mostrado na Figura 11, gerada a partir dos dados analisados nas Figuras 8 e 9. Para fazer esse gráfico é necessária uma comparação com o padrão estabelecido pela Resolução CONAMA n. 03/90, que dispõe sobre padrões de qualidade do ar.

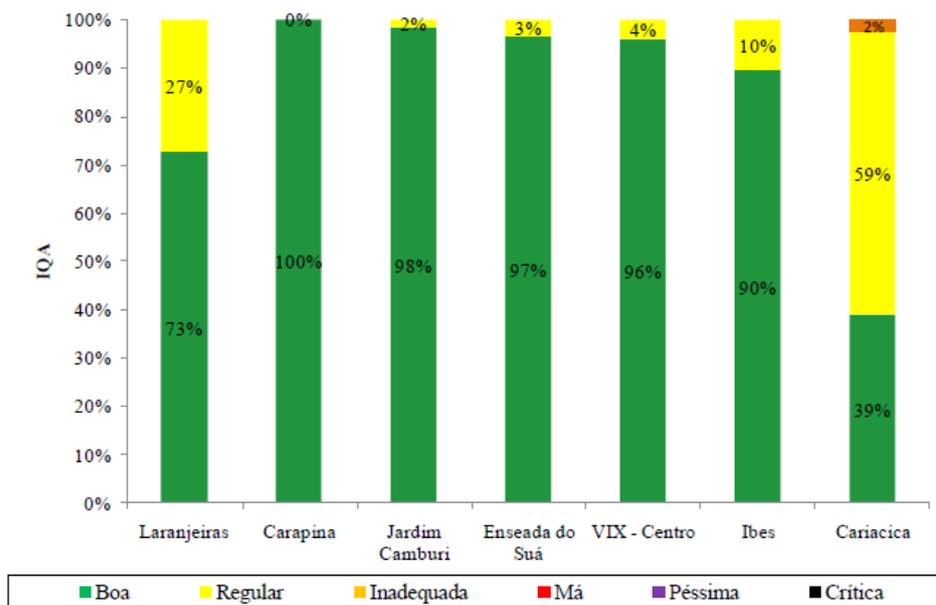
Figura 10 - Faixa de concentração dos poluentes para o cálculo do IQA

Classificação e Faixas do IQA	PTS Média (24h) µg/m³	PM <sub>10</sub> Média (24h) µg/m³	SO <sub>2</sub> Média (24h) µg/m³	NO <sub>2</sub> Média (1h) µg/m³	O <sub>3</sub> Média (1h) µg/m³	CO Média (8h) µg/m³
Bom (0-50)	0-65	0-45	0-40	0-50	0-70	0-5.000
Regular (51-100)	66-180	46-120	41-60	51-240	71-140	5.001-10.000
Inadequada (101-199)	181-375	121-250	61-800	241-1.130	141-200	10.001-17.000
Má (200-299)	376-625	251-420	801-1.600	1.131-2.260	201-800	17.001-34.000
Péssima (300-399)	626-875	421-500	1.601-2.100	2.261-3.000	801-1.000	34.001-46.000
Crítica Acima de 400	876-1.000	501-600	2.101-2.620	3.001-3.750	1.000-1.200	46.001-50.000

Fonte: IEMA. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>> Acesso em: 14 jun. 2017

O IQA para 2013, indica que a qualidade do ar pode ser classificada como boa durante quase todo o período (>95%) nas estações Carapina, Centro, Enseada do Suá e Jardim Camburi, tendo como referência o poluente PTS. Nas estações Laranjeiras e Ibes, a qualidade do ar foi regular durante 27% e 10% do período, respectivamente. Na estação Cariacica, a qualidade do ar foi considerada boa, regular e inadequada durante 39%, 59% e 2% do período, respectivamente. Novamente, tem-se um gráfico do tipo coluna, porém mais elaborado do que os vistos nas Figuras 3 e 7. Neste caso, há mais informações passadas pelo gráfico, além de informações quantitativas uma análise qualitativa também é evidente.

Figura 11 - Índice de qualidade do ar com base no poluente PTS nas estações da RAMQAr (ano base 2013)



Fonte: Relatório da Qualidade do Ar da Grande Vitória de 2013 (IEMA, 2013)

### 3 CONCLUSÃO

Os conteúdos trabalhados na Educação Ambiental de forma interdisciplinar oferecem meios para que os alunos compreendam problemas reais aplicados ao cotidiano de uma região, como exemplo, os problemas de poluição atmosférica atuantes na RMGV. A RMGV apresenta problemas peculiares relacionados a poluição do ar que é discutido constantemente pelos meios de comunicação local, porém muitas vezes mal compreendidos pela população pela dificuldade de interpretação das informações.

Neste contexto, a Matemática surge como ferramenta para desempenhar papel importante no desenvolvimento da capacidade intelectual, na organização do pensamento lógico, na agilidade do raciocínio indutivo, na aplicação e resolução de problemas de situações da vida cotidiana, e no apoio da construção de conhecimento do aluno dentro e fora da sala de aula.

O estudo atual mostra que é perfeitamente possível associar o ensinamento da Educação Ambiental com a Matemática de forma dinâmica, onde os conhecimentos sobre os dois conteúdos são ensinados aos alunos, proporcionando uma aprendizagem contextualizada. No exposto, é possível verificar a matemática como ferramenta para interpretação dos dados ambientais, enquanto as informações relacionadas a qualidade do ar funcionam como fator motivador do aprendizado das ciências.

### REFERÊNCIAS

Braga, B.; Hespanhol, I.; Conejo, J. G. L.; Mierzwa, J. C.; Barros, M. T. L.; Spencer, M.; Porto, M.; Nucci, N.; Juliano, N.; Eiger, S. Introdução a Engenharia Ambiental. São Paulo: Editora Pearson Prentice Hall, 2005. 336 p.

Brasil. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria Especial de Direitos Humanos. Parâmetros Curriculares Nacionais - Meio Ambiente. Brasília (Brasil): MEC; 2004. Disponível em: <ftp://ftp.fnnde.gov.br/web/pcn/05\_08\_meio\_ambiente.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2017.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Lei n. 9.795/1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília (Brasil): MMA; 1999. Disponível em: <http://www.mma.>

gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=321>. Acesso em: 12 jun. 2017.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Departamento de Educação Ambiental. Os diferentes matizes da educação ambiental no Brasil: 1997-2007. Brasília (Brasil): MMA; 2008. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/\\_publicacao/20\\_publicacao04062009105709.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_publicacao/20_publicacao04062009105709.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2017.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar. Brasília (Brasil), MMA; 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

Brasil. Ministério da Educação e Cultura. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: matemática/ Secretaria de Educação Fundamental. Brasília (Brasil): MEC; 1997. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro03.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2017.

Brasil. Senado Federal. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 5692/71. Brasília (Brasil): senado; 1971. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L5692.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm)>. Acesso em: 09 set. 2017.

Crespo, A. A. Estatística Fácil. São Paulo: Editora Saraiva, 2002. 232 p.

Cuba, M. A. Educação ambiental nas escolas. ECCOM. 2010;1(2):23-31.

DENATRAN - Departamento Nacional de Trânsito, Frota de Veículos 2004-2013. Brasília (Brasil): DETRAN; 2014. Disponível em <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em 15 fev. 2017.

Dias, G. F. Educação ambiental: princípios e práticas. São Paulo: Editora Gaia, 2004. 551 p.

IEMA - Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Espírito Santo. Relatório de qualidade do ar da Grande Vitória, Vitória-ES, 2010-2013. Vitória (Brasil): IEMA; 2013. Disponível em: <<http://www.meioambiente.es.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

IEMA - Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Espírito Santo. EcoSoft Consultoria e Softwares Ambientais (EcoSoft). Inventário de emissões atmosféricas da região da grande vitória. Acordo de Cooperação Técnica IEMA & EcoSoft nº 010/2009. Vitória (Brasil); 2011. Disponível em: <[http://www.meioambiente.es.gov.br/download/RTC10131\\_R1.pdf](http://www.meioambiente.es.gov.br/download/RTC10131_R1.pdf)>. Acesso em: 01 maio 2017.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Brasília (Brasil): INMET; 1992. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

Rosa, C. P. Matemática e física: juntas pela função afim. In: III Escola de Inverno de Educação Matemática e 1º encontro Nacional PIBID- Matemática. Santa Maria, 2012. Disponível em <[http://w3.ufsm.br/ceem/eiemat/Anais/arquivos/RE/RE\\_Rosa\\_Carine\\_Pedroso.pdf](http://w3.ufsm.br/ceem/eiemat/Anais/arquivos/RE/RE_Rosa_Carine_Pedroso.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2017.

Silva, C. K.; Groenwald, C. L. O. Integrando a matemática ao tema educação ambiental. Artigo. 2012. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/iiienpec/Atas%20em%20html/o71.htm>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

Vianello, R. L.; Alves, A. R. Meteorologia Básica e Aplicações. Viçosa: Minas Gerais, 1991. 449 p.

Zanella, L. Aprendizagem uma Introdução. In: Rosa, J. L. Psicologia da educação: o significado do aprender. Porto Alegre: Editora EDIPUCRS, 2003. p. 23-38.