



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Comparação da concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS) na Zona de Amortecimento e interior da Reserva Biológica Serra dos Toledos - Itajubá/MG

Tailine Corrêa dos Santos¹; Rykio Rocha Kawai²; Daniela Rocha Teixeira Riondet Costa³; Michelle Simões Reboita⁴

¹Bacharel em Ciências Atmosféricas, Mestranda do Programa de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – tai_unifei@yahoo.com.br (autor correspondente) ²Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – rykio_kawai@yahoo.com.br. ³Doutora em Meio Ambiente pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e Professora da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – daniela.unifei@gmail.com. ⁴Pós-Doutora em Meteorologia pela Universidade de São Paulo (USP) e Professora da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) – mireboita@gmail.com

Artigo recebido em 05/11/2016 e aceito em 13/01/2017

RESUMO

As Unidades de Conservação (UC's) proporcionam contribuições relevantes para a manutenção e melhoria da qualidade do ar, para a saúde e bem-estar das pessoas e do ambiente. Mas para que isso ocorra, faz-se necessário o cumprimento dos parâmetros definidos pelas Resoluções CONAMA 05/1989 e 03/1990, que estabelecem os padrões primários e secundários para qualidade do ar, bem como a adequação das áreas do território nacional quanto a estes padrões. O objetivo deste estudo é comparar os padrões de Partículas Totais em Suspensão (PTS) na Zona de Amortecimento (ZA) e interior da UC na Reserva Biológica da Serra dos Toledos, no sul de Minas Gerais, assim como sua conformidade com os parâmetros e exigências legais previstos. Nesse intuito, foram coletadas amostras de PTS no dia 30 de outubro de 2015 no período matutino, com o *datalogger Nephelometer*. Sendo os pontos de amostragem selecionados de forma a abranger o interior da UC e sua ZA. Conforme a Resolução CONAMA 03/1990, as UC's e ZA são áreas Classe I e II, respectivamente, portanto, a ZA segue o padrão secundário, já as UC's não há padrão numérico definido para esta classe. Os resultados obtidos apontaram a conformidade com o padrão secundário de 150 µg/m³ para ZA, a adequação da Reserva e sua Zona de amortecimento em áreas Classe II e I, e ainda permitem sugerir o padrão de 60 µg/m³ para o parâmetro PTS, para o interior da UC, Classe I.

Palavras-chave: qualidade do ar; Unidades de Conservação; Zona de Amortecimento; Partículas Totais Suspensas.

Comparison of Concentration of Total Suspended Particles (TSP) in the Buffer Zone and inside of Biological Reserve of Sierra of Toledos - Itajubá/MG

ABSTRACT

The Conservation Units (CUs) provide significant contributions to the maintenance and improvement of air quality, health and wellbeing of people and the environment. However, for these conditions, it is necessary to the fulfillment of standards defined by CONAMA Resolutions 05/1989 and 03/1990, which set the primary and secondary standards for air quality and the adequacy of the national area with regard to these standards. The goal of this study is to compare the quantity of the Total Suspended Particles (TSP) into the buffer zone and into the CU in Biological Reserve of Sierra of Toledos, in South of Minas Gerais, with the usual parameters and the legal limit. To achieve this goal, it was necessary to gather data of TSP on October 30th 2015 during the morning, using the *datalogger Nephelometer*. The sampling points were collected in a way to include the inside of the CU and its buffer zone. In addition, the data compared between the CU and the Buffer zone. According to CONAMA Resolution 03/1990, the CUs and ZA are Class I and II, respectively, so the ZA follows the secondary standard, as UC 's no numerical standard defined for this class. The results showed compliance with the secondary standard of 150 µg/m³ for ZA, the adequacy of the Reserve and its buffer zone in areas II and Class I, and still allow us to suggest the standard of 60 µg/m³ for the parameter PTS, into the UC Class I.

Keywords: air quality; Conservation Units; Buffer Zone; Total Suspended Particles.

Introdução

Com o aumento das emissões de gases atmosféricos, principalmente a partir da queima de combustíveis fósseis, agravado pelo processo de industrialização e urbanização, passou-se a associar qualidade de vida, também, à qualidade do ar (Waldheim et al, 2006).

Durante um longo período de monitoramento da qualidade do ar em regiões metropolitanas, como por exemplo, Rio de Janeiro e São Paulo, foi possível observar que os principais problemas referentes ao tema, estão relacionados com altas concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) (Seinfeld, 2012). Estas são formadas por partículas líquidas e sólidas encontradas em suspensão na atmosfera, podendo estar aglomeradas a outras substâncias nocivas, portanto, trata-se de um poluente representativo da condição da qualidade do ar local (Seinfeld, 2012).

Convém ressaltar que diversos estudos epidemiológicos no Brasil comprovaram que as altas concentrações de PTS provocam efeitos prejudiciais na saúde humana (Penna e Duchiade, 1991; Saldiva et al., 1994; Braga et al., 2002; Gouveia et al., 2003). Estes estudos concluíram que, mesmo em concentrações abaixo do padrão de qualidade do ar estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os poluentes atmosféricos acarretam afecções no trato respiratório como asma e bronquite, principalmente, no que se refere às populações mais vulneráveis como crianças e idosos (Schwartz et al., 1992; Braga et al., 2002; Schwartz et al., 2004).

Em termos legais, a fim de garantir a manutenção e melhoria do meio ambiente, saúde e bem-estar da população, há uma concentração limite máxima para cada poluente, que não deve ser superada. As concentrações foram definidas pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 2000) sendo “o nível de um poluente atmosférico, como a concentração ou índice de deposição, que é adotado pelas autoridades regulatórias como leis”.

Os padrões de qualidade do ar são regulamentados no Brasil pelas Resoluções CONAMA nº 05/1989 e 03/1990. A primeira Resolução instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR, o qual limita os níveis de emissões de poluentes por fontes em nível nacional, assim como os poluentes prioritários e estabelece um referencial de limites máximos (CONAMA, 1989). Estes limites máximos são diferenciados em função da classificação de usos pretendidos para diversas áreas. Já a Resolução CONAMA 03/1990, dispõe

sobre os padrões de qualidade do ar previstos no PRONAR, portanto, define valores para os padrões primários e secundários para cada tipo de poluente (CONAMA, 1990).

Com isso, ficaram estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar: o primário e o secundário. O primário é aquele cuja concentração de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, sendo estes, os níveis máximos toleráveis. Já os secundários, são os níveis desejados, prevê o mínimo efeito adverso sobre a população e sobre o meio ambiente (CONAMA, 1989).

Com o aspecto normativo apresentado na resolução CONAMA nº 05/1989 em que os limites máximos são diferenciados em função de usos pretendidos para diversas áreas, estabeleceu-se a seguinte classificação de usos pretendidos: a Classe I refere-se às Unidades de Conservação, áreas de preservação onde podem ser praticados o lazer e o turismo, tais como Parques Nacionais e Estaduais, Reservas e Estações Ecológicas, nestas deverá ser mantida a qualidade do ar o mais próximo possível do verificado sem intervenção antropogênica. Já as Classes II e III são áreas cujos níveis são limitados pelos padrões secundário e primário, respectivamente (CONAMA, 1989).

As Unidades de Conservação (UC), segundo Ribeiro (2013), são áreas de terra e/ou mar especialmente dedicadas à manutenção e proteção da diversidade ecológica e de seus recursos naturais e culturais associadas e manejadas através de instrumentos legais ou outros meios efetivos. Estas têm como uma de suas funções a manutenção e melhoria da qualidade do ar para a população existente em seu entorno.

Segundo a Lei Federal nº 9985/00, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, além da área que representa o núcleo da UC, existe a necessidade da delimitação de uma Zona de Amortecimento (ZA) no seu entorno, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade. Sendo assim, elas funcionam como filtros impedindo que os danos ambientais gerados no ambiente externo influenciem o interior das UC's (BRASIL, 2000).

Segundo o Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA, 2015), existe uma carência de estudos que envolvam o monitoramento e controle da qualidade do ar em UCs, visando avaliar o impacto das atividades do entorno na área protegida, bem como a necessidade de obtenção de dados para que se

realize a revisão dos padrões de qualidade do ar estabelecidos pelo CONAMA, já que há uma tendência em se adotar um padrão único de qualidade do ar estabelecido pela OMS.

Conforme a Lei do SNUC, no que tange à qualidade do ar para a ZA, são válidas as mesmas resoluções legais previstas para o interior de uma UC. De acordo com o INEA (2015), não há monitoramento adequado nessas áreas e nem a adoção de padrões específicos categorizados, portanto, para as áreas definidas como Classe I não se possui um valor determinado para controle (CONAMA, 1989).

Estas mesmas normas não estabeleceram punições para os infratores que não as cumpram, merecendo destaque as observações feitas por Vitalli et al. (2009), quando se refere a Lei do SNUC ao definir que na ZA as atividades humanas estarão sujeitas a normas e restrições específicas, fica implícito que tais restrições carecem de regulamentação. Em relação a ZA, também foi apontado por Bensusan (2006), que o SNUC não estabeleceu sanções para o descumprimento das normas nesta área, não há respaldo jurídico para se fazer valer estas normas a não ser aqueles contidos na Resolução CONAMA nº 428/2010 que dispõe, sobre licenciamento ambiental em UCs; no artigo 27 do Decreto Federal nº 9.9274/1990 que regulamenta a criação de estações ecológicas e áreas de proteção ambiental e na Lei nº 9.605/1998, sobre Crimes Ambientais.

A ausência de um limite máximo para as concentrações de poluentes definido para a Classe I, as deficiências na fiscalização e punição e considerando também as interferências proporcionadas pelas condições atmosféricas desfavoráveis nos níveis de qualidade do ar, são elementos complicadores para os processos biológicos da biodiversidade de uma UC. Sendo possível observar no estudo de Almeida (1999) que os efeitos da poluição atmosférica sobre a vegetação incluem desde a necrose de folhas, caules e frutos; a redução e/ou supressão da taxa de crescimento, o aumento da suscetibilidade a doenças, pestes, e em clima adverso até a interrupção total do crescimento da planta.

Neste contexto, indicadores biológicos também são utilizados para monitoramento da qualidade do ar, bem como plantas sensíveis a determinados poluentes ou bioacumuladores, como também espécies de animais. Os anfíbios e determinadas espécies de aves são importantes indicadores biológicos, pois são os primeiros a sofrerem os problemas das alterações climáticas, principalmente os que afetam água e ar, com isso a existência de uma grande diversidade dessas

espécies são indicadores de uma boa qualidade do ar (IEF, 2006; Verdade et al., 2010).

Tendo em vista que são escassos os estudos sobre PTS em UC e ZA, o objetivo deste estudo é comparar os padrões de Partículas Totais em Suspensão (PTS) na Zona de Amortecimento (ZA) e interior da UC na Reserva Biológica da Serra dos Toledos, no sul de Minas Gerais, assim como sua conformidade com os parâmetros e exigências legais previstos. Com os resultados obtidos será possível sinalizar à necessidade de criação ou adequação das normas que regulamentam o assunto, aprimorando os padrões de qualidade do ar, para ZA e áreas no interior da unidade.

Material e métodos

Área de Estudo

A "Reserva Biológica Municipal da Serra dos Toledos", é uma unidade de conservação criada pela Lei Municipal nº 2.088/96. Está totalmente localizada no território do município de Itajubá (Figura 1) e numa distância menor do que 10 km da área urbana e distrito industrial (Itajubá, 2009).

Esta UC está inserida na Área de Proteção Ambiental da Mantiqueira, sendo o maior trecho de Mata Atlântica preservada da região sul mineira (Itajubá, 2002a). A Reserva possui área total de 1.128,60 hectares, com vegetação de Mata Atlântica. Sua cobertura vegetal original é representada pela Floresta Ombrófila Densa/Floresta Ombrófila Mista (Itajubá, 2002a). A Reserva abriga além da riqueza em recursos hídricos, grande diversidade de espécies da fauna e flora endêmica (Itajubá, 2002a). O estudo realizado pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF, 2006) nesse ecossistema revela a presença de espécies importantes como: o grande número de espécies de aves, bem como de espécies endêmicas e espécies ameaçadas, como exemplo, *Oryzoborus maximiliani* (bicudo), *Nothura minor* (codorna-mineira), *Spizastur Melanoleucus* (gavião pato), *Leucopternis lacernulata* (gavião-pomba), entre outras.

De acordo com Reboita et al. (2015), em Minas Gerais (MG) os maiores totais anuais de precipitação ocorrem no sul do estado, onde se localiza a Reserva. As temperaturas são influenciadas tanto pela latitude quanto pela topografia, com o setor sul de MG apresentando médias anuais de cerca de 20°C e o Norte de 26°C. Os ventos em escala sinótica são de direção nordeste a maior parte do ano. O estado tem condições úmidas em toda sua área no verão e, predominantemente, áridas no inverno.

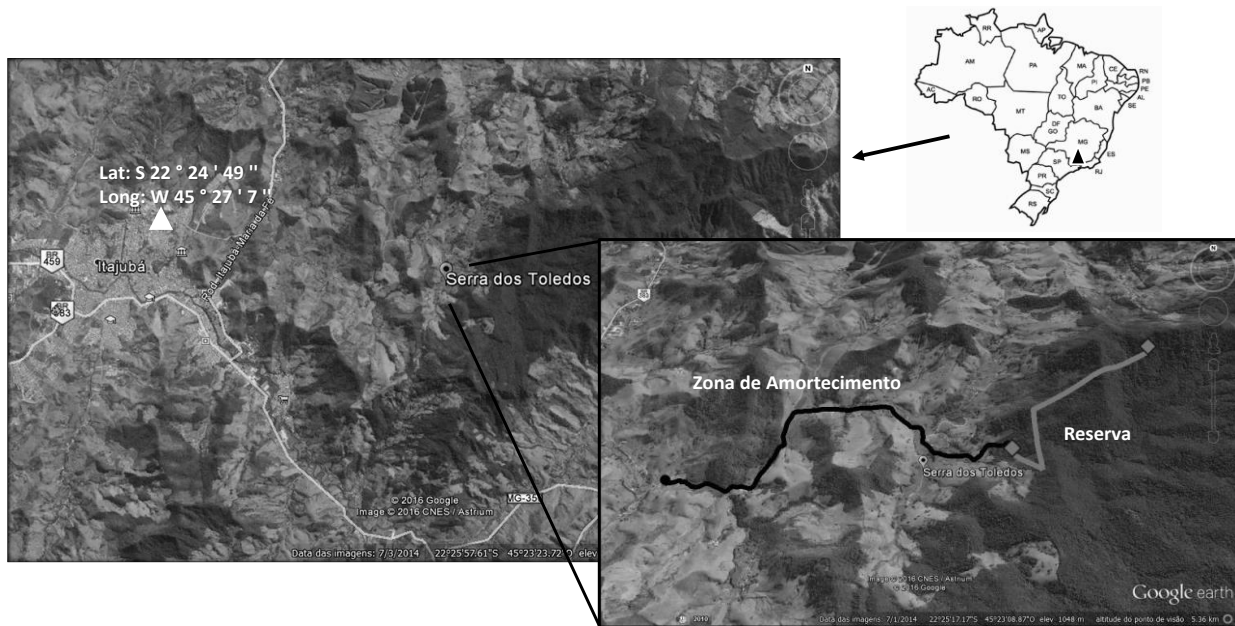


Figura 1. Localização da Reserva Biológica da Serra dos Toledos e o percurso de amostragem do estudo. A linha azul indica o percurso na ZA e a linha verde dentro da Reserva.

A Zona de Amortecimento da Reserva Biológica foi definida pelo Decreto Municipal nº 4.136/2009 que estabeleceu a área total de 2784,30 ha, que abrange um raio que varia de 1 km dos limites, no ponto mais próximo e 3,3 km dos limites, no ponto mais distante e confrontações.

Na região de entorno da Reserva e ZA, a comunidade pratica a agricultura e a pecuária tradicional de subsistência. As matas de topo de morro e ciliares da região estão em decadência pela ação dos desmatamentos e da agricultura ribeirinha. Na região existem sítios arqueológicos com diversos vestígios e ruínas de antigas fazendas (IEF, 2006).

Coleta de dados

A fim de avaliar a concentração de PTS na UC e ZA, foram realizadas medições de campo pelos autores no dia 30 de outubro de 2015 no período matutino, com o auxílio do aparelho digital *Nephelometer* que mede partículas no ar, usando um motor de laser. A luz laser é dispersa pelas partículas e detectada por um sensor de foto. Esta informação é, então, multiplicada por um fator K exibido na tela e registrado como um evento de amostra (Sensidyne, 2010).

O *Nephelometer* é um datalogger que registra cada amostra na memória e, após, os dados são transferidos para um computador utilizando um *software*. Em cada amostragem é registrada a hora, data, número de série, uma

concentração média, mínima e máxima de PTS (Sensidyne, 2010).

As condições meteorológicas em 30 de outubro de 2015, dia da coleta dos dados no campo, de acordo com dados da estação meteorológica do Centro de Estudos e Previsão de Tempo e Cima de Minas Gerais (CEPreMG) alocada no campus da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), eram de céu claro e ventos fracos com média diária de 1,35 m/s. A temperatura mínima no dia da coleta foi de 15°C no horário das 5 horas e 40 minutos e a máxima foi de 30°C durante a tarde da coleta, ou seja, com grande amplitude térmica, de 15°. A média diária da temperatura do ar foi de 23°C. A umidade relativa também apresentou grande amplitude nos dados diários, com valores mínimo e máximo registrados de 40% às 14 horas e 92% às 6 horas, respectivamente, e média de 64%.

Os pontos de amostragem foram selecionados de forma a comparar o interior da UC com sua ZA, ou seja, foram escolhidos de forma a abranger o interior da unidade (núcleo) deslocando-se para áreas periféricas, até atingir a ZA, a fim de criar um caminho de medições de dentro para fora da unidade (Figura 1). Com isso, na Reserva a cada minuto, foram realizadas medições em um trecho de aproximadamente 5 km contando 2,5 km em direção ao interior da reserva e 2,5 km de percurso de volta, com um total de 97 pontos de amostragem que foram utilizados para os cálculos estatísticos. Já na ZA foram coletados 32 pontos de amostragem, em 3

km, somente em uma direção, no sentido oposto à Reserva, ou seja, se afastando desta como mostra na Figura 1. Considerando o caminhamento previsto, ou seja, do interior da Reserva para a ZA foram utilizados nos cálculos 71 pontos de amostragem.

Análise dos dados

De posse dos valores de PTS, foi realizado um estudo quantitativo e comparativo, quanto à média, desvio-padrão e variância, através de análise estatística descritiva, a fim de se obter o comportamento das séries dos dados. Com isso foi possível comparar a concentração de PTS na Reserva e na ZA e também averiguar se os valores de concentrações encontrados, na área de estudo, atendem os padrões estabelecidos pelas Resoluções do CONAMA nº 05/1989 e 03/1990, adotadas como referências em Minas Gerais, já que não são encontradas outras resoluções referentes ao tema para o estado.

Com base nas resoluções descritas anteriormente será verificado se a Reserva se enquadra como Classe I, região em que não há limites estabelecidos, apenas a afirmação de que as concentrações nesta devem ser o mais próximo do verificado em áreas sem intervenção antrópica. Sendo também verificado se a ZA, se enquadra como área de Classe II pela mesma norma, em que o limite máximo nas concentrações é o padrão secundário (Tabela 1).

Visto que entre os padrões primário e secundário estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/1990 dispostos na Tabela 1, a

diferença é de $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, considerando-se o tempo de amostragem de 24 horas, uma estimativa pode ser feita neste estudo para áreas de Classe I. Assim, ao se extrair o valor da diferença entre os padrões ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) do valor estipulado para o padrão secundário de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para 24 horas, tem-se o valor de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o qual será levado em consideração, neste estudo, para áreas Classe I.

Tabela 1. Padrões de Partículas Totais em Suspensão (PTS) estabelecidos pela resolução Conama 03/90

Poluente	Tempo de Amostragem (Horas)	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas Totais em Suspensão	24	240	150
(PTS)	MGA ¹	80	60

¹Média Geral Anual. Fonte: Resolução CONAMA n. 03/1990

Resultados e discussão

A partir dos dados de PTS coletados na Reserva Biológica da Serra dos Toledos e em sua respectiva ZA, foi possível observar um padrão de aumento de variação nos dados e um pequeno aumento na concentração de PTS da Reserva (Figura 2) em direção à ZA. Alguns picos são devido a cachoeiras encontradas tanto na Reserva quanto na ZA, e outros são devido à passagem de carros na ZA durante medição.

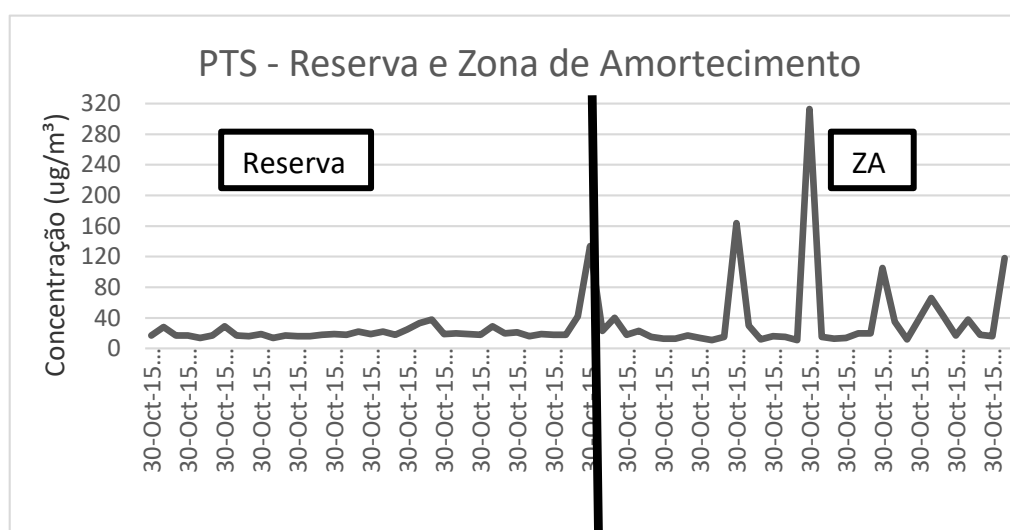


Figura 2. Série temporal dos dados de PTS dentro da Reserva e na Zona de Amortecimento. Linha preta indicando o final das medições na Reserva e o início na ZA.

Com as medições iniciadas às 10h, até aproximadamente 10 horas e 35 minutos tem-se as medições dentro da UC e é possível notar um comportamento mais uniforme dos dados. A partir das 11 horas e 14 minutos, o comportamento nos dados se altera, a variabilidade é maior na série. Esses comportamentos distintos devem-se principalmente aos contrastes entre a Reserva Biológica e sua ZA. O cenário que antes na Reserva era de mata fechada sem interferência antrópica, passa a ser de campo aberto com sítios, fazendas e estradas, na ZA e, portanto, sujeito a maiores influências de mudanças em curto prazo, como observado na Figura 2 acima.

Na Tabela 2, foram utilizados 71 pontos de amostragem para o cálculo estatístico. A partir disto, obteve-se a média da concentração medida pelo aparelho neste percurso de aproximadamente $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, com uma variância alta e desvio-padrão de 43,64. Os valores mínimos apresentam média de $12,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e os máximos de $126,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$, com desvio padrão de 3,70 e 234,34, respectivamente.

Tabela 2. Estatística descritiva de PTS na Reserva e na Zona de Amortecimento

	Concentração	Mínimo	Máximo
Pontos de Amostragem	71	71	71
Média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31,41	12,01	126,04
Variância	1904,59	13,67	54916,78
Desvio padrão	43,64	3,70	234,34

Com base nos valores obtidos pode-se observar que todos estão abaixo dos padrões tanto primários quanto secundários de PTS que para 24 horas é um valor de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e também do valor de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estimado neste estudo para áreas Classe 1.

O comportamento dos valores somente dentro da Reserva é mais uniforme, com poucas variações como é possível observar na Figura 3. O maior pico ao final da série pode ser devido a uma cachoeira existente neste local, onde há uma estação de captação de água.

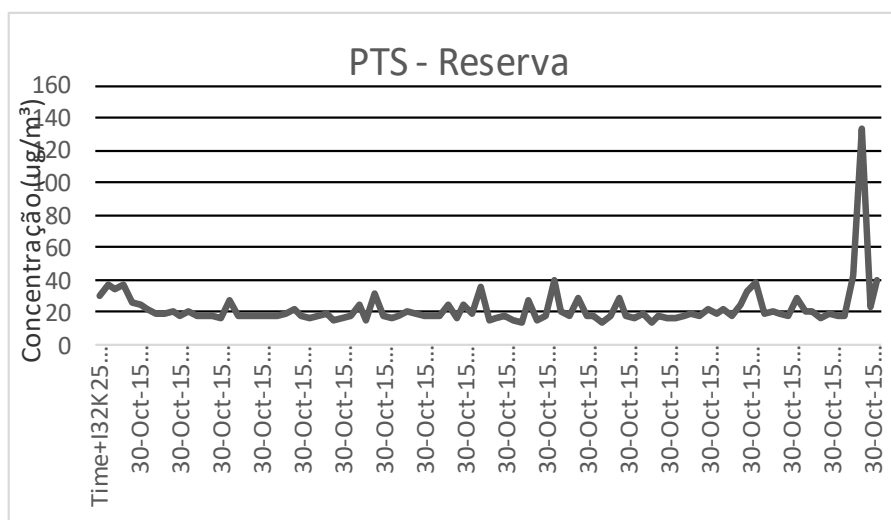


Figura 3. Série temporal dos dados de PTS da Zona de Amortecimento.

Com um total de 97 pontos medidos dentro da Reserva, considerando um percurso de ida e volta, com aproximadamente 2,5 km mata adentro de 2,5 km de volta, se observa uma concentração média de $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com um desvio-padrão relativamente baixo de aproximadamente $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e variância de 174,31. Nas médias de valores mínimos e máximos encontrados se tem $13,72$ e $67,98 \mu\text{g}/\text{m}^3$, com desvios-padrões de 2,20 e 81,75 (Tabela 3).

Tabela 3. Estatística descritiva de PTS na Reserva

	Concentração	Mínimo	Máximo
Pontos de Amostragem	97	97	97
Média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	22,00	13,72	67,98
Variância	174,31	4,83	6683,42
Desvio padrão	13,20	2,20	81,75

Com base nesses valores da reserva, foi possível concluir que os resultados estão em conformidade com os Padrões Nacionais de Qualidade de Ar estabelecido pela Resolução Conama 03/90, pois encontram-se abaixo dos valores determinados para padrão PTS, e sendo uma região Classe 1 está abaixo também do valor estimado neste estudo, de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para essa

área.

Já na ZA o comportamento foi mais variado e com picos (Figura 4), por ser uma região aberta, com campos e até algumas casas e fazendas. Nestas circunstâncias os valores extremos são mais recorrentes, pois há maior interferência antrópica nesta área.

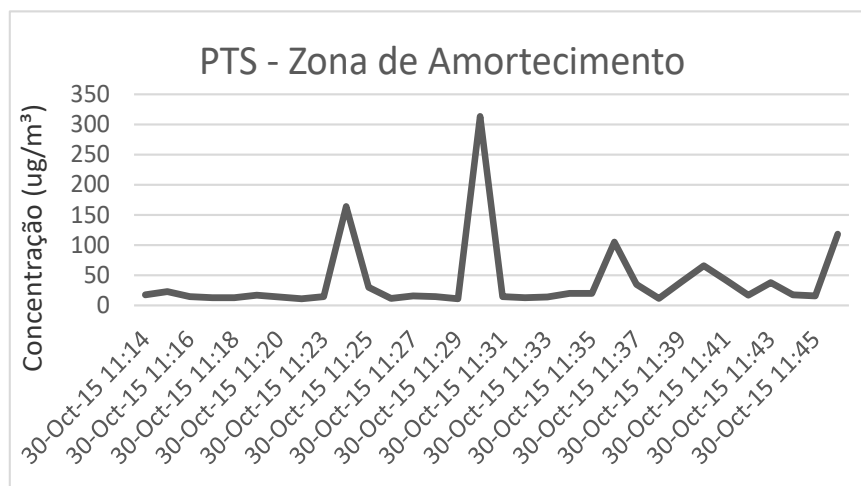


Figura 4. Série temporal dos dados de PTS dentro da Reserva

Essa região, de acordo com a Tabela 4, apresenta valores médios de $40,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o que é superior à média da Reserva, com também maiores valores de variância de desvio padrão em relação aos obtidos no interior da Reserva, com $60,80$ de desvio-padrão e variância de $3696,06$. A média dos valores mínimos e máximos são de $9,53$ e $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e os desvios padrões de $3,89$ e $319,09$, respectivamente, ou seja, esta região apresenta valores mínimos menores do que a Reserva e máximos bem acima.

Tabela 4. Estatística descritiva de PTS na Zona de Amortecimento

	Concentração	Mínimo	Máximo
Pontos de Amostragem	32	32	32
Média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40,25	9,53	181,00
Variância	3696,06	15,16	101815,74
Desvio padrão	60,80	3,89	319,09

Com base nesses dados também foi possível concluir que esses valores são aceitáveis, considerando que a região em questão se enquadra na Classe II, estando, portanto, sujeita ao padrão secundário, sendo a média encontrada abaixo

deste: de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e ainda, até mesmo abaixo da estimativa feita neste estudo para Classe I de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

A alta diversidade biológica da Reserva, constatada em estudo feito pelo IEF - Instituto Estadual de Florestas (2006), conta com a presença de 17 espécies de anfíbios e 79 de aves que podem servir como indicadores biológicos, uma vez que são sensíveis à mudanças no ambiente e sofrem influências de degradação, incluindo a qualidade do ar. Neste contexto, os resultados mostram que essa grande biodiversidade corrobora com os resultados encontrados nas medições deste trabalho. Ainda de acordo com o estudo feito pelo IEF (2006), o levantamento da avifauna da reserva comparado com as listas oficiais das espécies ameaçadas de extinção, detectou a existência de aves em risco, ampliando a importância da prática da conservação da área.

Considerando-se este contexto, aliado aos resultados apresentados neste estudo, observa-se a necessidade em buscar alternativas que envolvam a preservação ambiental e/ou a criação e adequação de normas e padrões que garantam e promovam a qualidade do ar para áreas protegidas.

Conclusões

Este estudo teve como objetivo comparar os padrões de Partículas Totais em Suspensão (PTS) na Zona de Amortecimento (ZA) e interior da UC na Reserva Biológica da Serra dos Toledos, no sul de Minas Gerais, assim como sua conformidade com os parâmetros e exigências legais previstos. Neste intuito, o valor de concentração média encontrado na ZA (40,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), foi superior ao encontrado na Reserva (22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Da mesma maneira foi observado o comportamento da média para os valores de concentração máxima onde obteve-se 181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para ZA e 67,98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para a UC, confirmando-se a expectativa quanto ao comportamento dos valores superiores encontrados na ZA.

Quanto ao comportamento do valor médio para concentrações mínimas, observou-se um comportamento contrário das expectativas, pois neste caso a média observada na ZA foi inferior à da Reserva. O que mostra uma maior variação das concentrações na ZA em relação à UC, sendo a ZA uma região com maior influência antropogênica.

A concentração média de 40,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ obtida na ZA (Área Classe II), encontra-se abaixo e, portanto, em conformidade com o valor estipulado padrão secundário de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mesmo apresentado maior oscilação nos valores da série comparando-se aos valores da reserva. Este comportamento condiz com as expectativas quanto ao desempenho das funções da ZA em relação à Reserva Biológica.

O enquadramento das UC's em áreas definidas como Classe I, em que a qualidade do ar deve ser mantida o mais próximo possível ao que se observa onde não há atividade antropogênica, apenas indica que há a necessidade de diferenciação para os padrões da qualidade do ar, em relação às áreas de Classe II, sem determinar um valor limite, no entanto.

Os valores de concentração média encontrados respectivamente para ZA e para a Reserva Biológica confirmam de fato tal diferenciação, assim, ao se sugerir a adoção do padrão de 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o parâmetro PTS nas áreas de Classe I, atende-se a necessidade do estabelecimento de marco referencial numérico para este parâmetro, contemplando-se o aspecto técnico com o devido respaldo legal, ante o fato da Resolução CONAMA 05/89 permitir que os estados adotem valores mais rígidos para limites máximos de emissão interferindo desta forma na qualidade do ar.

Neste contexto observou-se que o estado

de Minas Gerais não promoveu alterações para os padrões de qualidade do ar, o que torna a necessidade da definição de um padrão mais urgente, tanto no aspecto ambiental quanto legal.

E por fim, pode-se concluir que a simples adoção dos padrões que regulam a qualidade do ar embora necessária não é garantia de sua melhoria, sendo necessário o estabelecimento de ações complementares, que possam mitigar os efeitos danosos da poluição do ar. Assim também, a ampliação e aprimoramento do monitoramento da qualidade do ar, e ainda a criação e ampliação de UC's se apresentam como ações altamente desejáveis e complementares.

Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES pelo auxílio Financeiro; a Prefeitura Municipal de Itajubá pela liberação a visita e as medições na Reserva Biológica da Serra dos Toledos em Itajubá/MG concedida pela Secretária Municipal de Meio Ambiente; e ao Professor Luiz Felipe Silva da Universidade Federal de Itajubá pelo empréstimo do aparelho utilizado nas medições.

Referências

- Almeida, I.T., 1999. A Poluição Atmosférica por Material Particulado Na Mineração de Céu Aberto. Dissertação (Mestrado). São Paulo, USP.
- Bensusan, N., 2006. Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. FGV Editora, Rio de Janeiro.
- Braga, A., Pereira, L.A.A., Saldiva, P.H.N., 2002. Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana. Sustentabilidade na geração e uso de energia no Brasil: os próximos vinte anos. Campinas.
- Brasil, 1998. Lei nº 9605, de 12 de Fevereiro.
- Brasil, 2000. Lei nº 9985, de 18 de Julho.
- Brasil, 1990 Decreto federal 99274, de 06 de Junho.
- Cavalcanti, P.M.P.S., 2003. Avaliação dos impactos causados na qualidade do ar pela geração termelétrica. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro, UFRJ.
- CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente, 1989. Resolução n. 05, de 15 de junho. Institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR. Brasília: DOU de 30/08/1989.
- CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, 1990. Resolução n. 03, de 28 de junho.

- CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, 1990. Resolução nº 13 de 06 de dezembro.
- CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2010. Resolução nº 428 de 17 de dezembro.
- Gouveia, N., Mendonça, G. A. S., León, A. P., Correia, J. E. M., Junger, W. L., Freitas, C. U., Daumas, R. P., Martins, L. C., Giuseppe, L., Conceição, G. M. S., Manerich, A., Cunha-Cruz, J., 2003. Air pollution and health effects in two brazilian metropolis. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* 12, 29-40.
- INEA. Instituto Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro. Disponível: http://www.rj.gov.br/web/guest/exibeconteudo;jsessionid=54B94F08F12A48B305833D6F0D8D02F2.lportal2?p_p_id=exibeconteudo_INSTANCE_2wXQ&p_p_lifecycle=0&refererPlid=11702&_exibeconteudo_INSTANCE_2wXQ_struts_action=%2Fext%2Fexibeconteudo%2Frs&_exibeconteudo_INSTANCE_2wXQ_groupId=132946&_exibeconteudo_INSTANCE_2wXQ_articleId=2498300. Acesso: 24 out. 2015
- IEF. Instituto Estadual de Florestas, 2006. Caracterização da Avifauna, Herpetofauna e Ictiofauna da Reserva Biológica da Serra dos Toledos. Prefeitura Municipal de Itajubá, Minas Gerais.
- Itajubá. Prefeitura Municipal, 2002a. Elaboração do Plano de Manejo: Reserva Biológica Serra dos Toledos. (Administração 2001-2004). Itajubá, Documento apresentado ao Fundo Nacional do Meio Ambiente. Edital 10/2001: Apoio à Gestão Integrada em Unidades de Conservação de Proteção Integral de Reservas Particulares do Patrimônio Natural.
- Itajubá, 2009. Decreto nº 4.136, de 11 de dezembro.
- Itajubá. Secretaria Municipal da Educação, 2002b. Atlas escolar, histórico e geográfico do Município de Itajubá. (Administração 2001-2004). Itajubá.
- OMS. Organização Mundial da Saúde, 2000. Update and revision of Who air quality guidelines for europeu.
- OMS. Organização Mundial da Saúde, 2005. Air Quality Guilelines Global Update.
- Reboita, M.S., Assireu, A., Silva, L.C., Rios, N., 2014. Evidências de circulação de brisa Vale-Montanha na Serra da Mantiqueira: Cidade de Itajubá, MG. *Ciência e Natura* 36, 61-71. doi: 10.5902/2179460X12876
- Reboita, M.S., Rodrigues, M., Silva, L.F., Alves, M.A., 2015. Aspectos Climáticos do Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Climatologia* 17, 206-226. doi: 10.5380/abclima.v17i0.41493
- Ribeiro, M.F., 2013. Análise Ambiental Aplicada à Definição de Zona de Amortecimento no Parque Estadual da Pedra Branca (Município do Rio de Janeiro/RJ) com base em Geoprocessamento. Tese (Doutorado). Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE.
- Penna, M.L., Duchade, M.P., 1991. Air pollution and infant mortality from pneumonia in the Rio de Janeiro Metropolitan Area. *Relation Bulletin of the Pan American Health Organization* 25, 47-56.
- Saldiva, P.H.N., Lichtenfels, A.J.F.C., Paiva, P.S.O., Barone, I.A., Martins, M.A., Massad, E., Pereira, J. C. R., Xavier, V. P., Singer, J. M., Böhm, G. M., 1994. Association Between Air Pollution and Mortality Due to Respiratory Diseases in Children in Sao Paulo, Brazil: A Preliminary Report. *Environmental Research* 65, 218-225. doi: 10.1006/enrs.1994.1033.
- Sensidyne, Industrial Health & Safety. Instrumentation, 2010. Nephelometer Operation Manual. Clearwater, USA. Disponível: http://isgcihazlari.com/lib/images/urunler/604_Gilian%20Nephelometer%20Manual.pdf. Acesso: 10 out. 2015.
- Schwartz, J., Dockery, D.W., 1992. Increased mortality in Philadelphia associated with daily air pollution concentrations. *American Review of Respiratory Disease* 145, 600-604. doi: 10.1164/ajrccm/145.3.600
- Schwartz, J., 2004. Air pollution and children's health. *Pediatrics* 113, 1037-1043.
- Seinfeld, J.H., Pandis, S.N., 2012. Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change, 2 ed. John Wiley & Sons, Estados Unidos.
- Verdade, V.K., Dixo, M., Curcio, F.F., 2012. Os riscos de extinção de sapos, rãs e pererecas em decorrência das alterações ambientais. *Estudos avançados* 24, 161-172. Doi: 10.1590/S0103-40142010000100014
- Vitalli, P.L., Zakia, M.J.B., Durigan, G., 2009. Considerações sobre a legislação correlata à zona tampão de unidades de conservação no Brasil. *Ambiente & Sociedade* 12, 67-82.
- Waldheim, P.V., Araujo, R.M.M., Carvalho, V.S.B., 2006. Relação entre altas concentrações de partículas inaláveis e o condicionamento meteorológico na região metropolitana do Rio de Janeiro entre 2000 e 2005. *Congresso Brasileiro de Metereologia*. Florianópolis.