

ESCALA DE RINGELMANN NA AVALIAÇÃO DA FUMAÇA EMITIDA PELA FROTA DE ÔNIBUS URBANO DE PORTO VELHO, RONDÔNIA

Robison Costa de Souza

Universidade Federal de Rondônia, Mestrando, Pós-Graduação em Geografia, Porto Velho, RO, Brasil
robisoncosta@hotmail.com

Márcio Felisberto da Silva

Universidade Federal de Rondônia, Doutorando, Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, Porto Velho, RO, Brasil
felisbertomarcio@gmail.com

Eloíza Elena Della Justina

Universidade Federal de Rondônia, Docente, Pós-Graduação em Geografia, Porto Velho, RO, Brasil
eloizadella@gmail.com

Recebido: 23/07/15; Aceito para publicação: 20/06/16

RESUMO

A Organização Mundial de Saúde aponta o material particulado presente na fumaça como sendo um dos principais responsáveis por enfermidades relacionadas ao sistema respiratório. Entre as fontes móveis de poluição se encontram os veículos automotores, como os ônibus urbanos. Este trabalho avaliou o grau de cor da fumaça emitida pelos ônibus de Porto Velho, empregando a escala de Ringelmann, amplamente utilizada por órgãos ambientais. Sua metodologia consiste em comparar a cor da fumaça emitida pelos ônibus, com as cores pré-definidas no cartão, seu baixo custo e fácil utilização em campo torna imprescindível o seu uso nos demais veículos a diesel. Para elaborar o mapa de representação espacial com a concentração da poluição nos bairros foram criados arquivos vetoriais, onde cada aferição realizada em campo foi representada por um ponto e representada em cinco categorias. Cada cor representou um dos cinco níveis na escala de Ringelmann. Em Porto Velho do número de ônibus avaliados das duas empresas, constatou-se que parte encontra-se fora dos padrões aceitáveis pela legislação (níveis 3, 4 e 5 na escala). Perante o conhecimento das fontes poluidoras é possível formular políticas que minimizem a poluição atmosférica, contribuindo para melhoria da qualidade de vida da população.

Palavras-Chave: Grau Colorimétrico; Material Particulado; Qualidade do ar; Poluição por veículos.

ESCALA DE RINGELMANN EN LA AVALIACIÓN DE HUMO EMITIDA POR LA FLOTA DE BUS URBANO DE PORTO VELHO, RONDÔNIA

RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud dice que la materia en partículas presente en el humo como siendo un importante contribuyente a las enfermedades relacionadas con el sistema respiratorio. Entre las fuentes móviles de contaminación son los vehículos automotores, como los autobuses urbanos. Este estudio evaluó el grado de color del humo que emiten los autobuses urbanos en la ciudad de Porto Velho, por el método de la escala Ringelmann, ampliamente utilizado y regulado por varias agencias ambientales brasileñas. Su metodología es comparar el color de la emisión de humo en autobús, con los colores predefinidos en la tarjeta. Para preparar la representación espacial del mapa con la concentración de la contaminación en los barrios fueron creados archivos vectoriales, donde cada medición realizada en el campo estaba siendo representado por un punto y representadas en cinco categorías, cada color representa uno de los cinco niveles en el rango de Ringelmann. En la ciudad de Porto Velho operan dos compañías de autobuses urbanos, donde se evaluaron 59 autobuses en 9 puntos finales. Los resultados se encontró que 28,89% son estándares aceptables fuera de la ley (niveles 3, 4 y 5 en la escala). El mapa muestra la concentración en la Avenida Sete de Setembro en el centro de la ciudad, la principal zona afectada por los vertidos procedentes de los vehículos, por lo tanto más vulnerables a las enfermedades respiratorias.

Palabras clave: Grado Colorimétrico; Material Particulado; Calidad del Aire; La Contaminación por el Vehículos.

INTRODUÇÃO

As discussões acerca da qualidade ambiental tem sido tema frequente em diversos setores da sociedade, sejam nas comunidades acadêmicas e científicas, em organizações não governamentais e principalmente na Organização das Nações Unidas (ONU), onde se tem debatido muito sobre emissão de gases poluentes na atmosfera, causada por alguns países industrializados. Todas essas discussões têm como objetivo, a priori, ações de escala global visando combater o aquecimento global.

Em escala mundial o Brasil é o quarto colocado no ranking dos países que mais emitem gases de efeito estufa (GEE). Em escala nacional, as duas principais fontes das emissões desses gases provem da queima de combustíveis fósseis e alteração no uso e ocupação da terra na Amazônia (queimadas, desmatamento). Somente a Região Amazônica contribui com 61%, do total dos lançamentos de GEE (IPAM, 2011). No entanto, não se pode abrir mão da preocupação com as questões locais, onde emissões diárias de gases de efeito estufa causam impacto direto no meio ambiente e principalmente na saúde humana.

Órgãos públicos ambientais de todas as esferas (federal, estadual e municipal) têm buscado combater as práticas que causam a poluição atmosférica, agindo por meio de fiscalização e autuações para quem desrespeita a legislação, com o intuito de garantir uma melhor qualidade de vida para a população nos núcleos urbanos, porém devido aos custos dos equipamentos para avaliar essas emissões poucos são os órgãos que possuem no Brasil.

Dentre os agentes poluidores presentes nos centros urbanos responsáveis pela poluição atmosférica, destacam-se fontes de emissões fixas e móveis. As fontes fixas são representadas pelas indústrias, geradoras de energia (termoelétricas), alimentícia, lavanderias, indústrias petroquímicas, metalúrgica, indústrias de cerâmicas, indústrias de asfalto, dentre outras. As fontes móveis são classificadas como frotas marítimas, aéreas e terrestres, sendo esta última a de maior potencial poluidor e seu componente principal são os veículos automotores, os quais devido a sua quantidade, distribuição espacial e mobilidade, representam um potencial, nove vezes maior que as indústrias.

Os veículos automotores variam quanto ao potencial ofensivo, conforme o tipo de combustível que é utilizado. Dentre as substâncias emitidas na atmosfera por veículos automotores, destacam-se o Monóxido de Carbono, Enxofre, Óxido Nitroso, Hidrocarbonetos e Material Particulado. Os veículos automotores variam quanto ao potencial ofensivo, conforme o tipo de combustível que é utilizado. Os veículos a diesel são mais danosos ao meio ambiente, visto que as quantidades dessas substâncias emitidas na atmosfera são bem maiores que os emitidos pelos demais veículos movidos com outros combustíveis.

As fontes de poluição quanto a sua gênese, podem ser classificadas como natural e antrópica. Nas naturais destacam-se os vulcões, enquanto que as provocadas pelo homem são fábricas e queima de combustíveis fósseis.

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) classifica os poluentes de acordo com o seu estado físico em materiais particulados e gases. Os Poluentes são classificados como primários e secundários, onde os primários são emitidos diretamente para a atmosfera, os secundários surgem da reação dos primeiros com os encontrados na atmosfera.

Para Assunção (2004), o material particulado presente na fumaça expelida pelos veículos, é classificado de acordo com a sua formação em: poeiras, fumos, névoas e fumaça, este último possui diâmetro menor que 10 micrômetros e recebendo atenção por ter penetração superior a 50% no sistema respiratório humano. Para a saúde humana, esse poluente é um dos responsáveis por diversos problemas respiratórios, onde os principais afetados com essas alterações da qualidade do ar são crianças e idosos.

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS, não há um limite mínimo tolerado para o homem, ou seja, a exposição em locais que há incidência desse componente é prejudicial à saúde humana, causando doenças relacionadas ao sistema respiratório e cardiovasculares. Segundo a Política Nacional de Meio Ambiente, lei número 6.938 de 31 de agosto de 1981, a poluição é definida como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde humana, interfira nas atividades econômicas e

sociais, afetem a biodiversidade e sejam lançadas em desacordo com as normas ambientais (BRASIL, 1981).

O método da escala de Ringelmann é amplamente utilizado no monitoramento de veículos em algumas cidades do Brasil, onde destacamos, como por exemplo, o estudo desenvolvido por Carvalho, Rosa e Marinho (2007) em Campinas, no monitoramento dos ônibus urbanos e ainda o de Rodrigues *et al.* (2013) em Maceió, ao analisar a fumaça da frota de ônibus correlacionando os resultados com a legislação pertinente.

Neste contexto, buscou-se avaliar a qualidade da fumaça emitida pela frota de ônibus urbanos que atendem os mais de 60 bairros da cidade de Porto Velho, capital de Rondônia, levando em consideração o seu grau colorimétrico de acordo com o método da Escala de Ringelmann, com ação voltada à verificar se os veículos estão de acordo com a legislação vigente, bem como, espacializar os pontos mais críticos da qualidade do ar na cidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

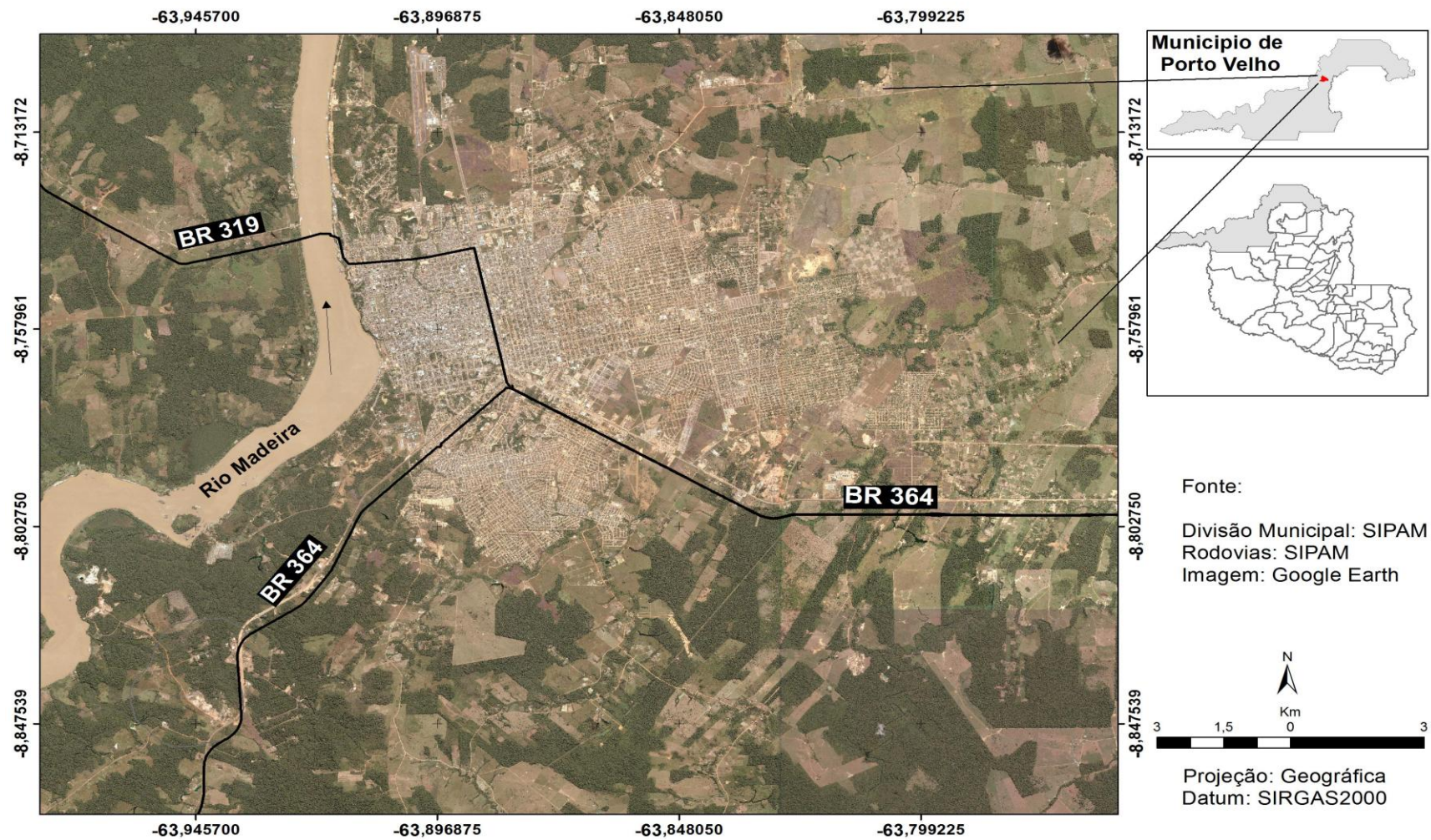
A cidade de Porto Velho está localizada na região Norte do Brasil, na margem direita do Rio Madeira (Figura 01), principal afluente da margem direita do Rio Amazonas, detentor da maior bacia hidrográfica do planeta, a bacia amazônica. O sítio urbano tem como coordenadas geográficas 08°45'42" S e 63°53'30" W.

A área urbana de Porto Velho está inserida na unidade geomorfológica denominada Planalto Retrabalhado da Amazônia Ocidental (SILVA, 2012), em um platô com superfície plana constituída por diversos morrotes residuais de topo aplainado, controlados estruturalmente pela presença de laterítos maduros e imaturos. A altitude local não ultrapassa os 110 m. Esta configuração de sedimentos se estende sobre um substrato granítico-gnáissico antigo, que apresenta um relevo dissecado que faz parte de uma extensa superfície peneplanizada. As áreas mais baixas, em torno de 60 metros de altitude são constituídas por uma sequência de sedimentos terció-quadernários de origem fluvial, colúvio-aluvial e flúvio lacustre da Formação Rio Madeira. A sua altitude média é de 85m, sendo que a altitude entre os pontos analisados nesta pesquisa tiveram uma variação de 65 a 95m.

O clima da cidade, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw – Tropical chuvoso com estação seca. A temperatura média anual é de 25,2° C e a precipitação média anual é de 2.262 mm (CAMPOS, 1998). A precipitação média mensal no período chuvoso, que compreende os meses de novembro a abril, é superior a 220mm por mês, e no período seco, que compreende os meses de junho a agosto, a média diminui drasticamente para 55mm por mês, ou inferiores, quando a umidade relativa do ar as médias presenciadas variam entre 75 a 88% (SILVA, 2012).

Porto Velho tornou-se Município no dia 2 de outubro de 1914, e seu território atual compreende uma área de 34.096,394 km². O desenvolvimento da capital do Estado de Rondônia foi marcado por diversos ciclos econômicos, dentre eles a construção da Estrada de Ferro Madeira Mamoré, o ciclo da cassiterita e o ciclo do ouro. Atualmente a cidade está sob a final influência do último ciclo ocorrido que foi o da construção das Usinas Hidrelétricas no Rio Madeira que promoveu um incremento populacional de 130 mil pessoas entre 2007 e 2010 quando o município passou a abrigar 499.013 habitantes, conforme dados do censo demográfico (IBGE, 2010).

Figura 1. Mapa do Perímetro Urbano da Cidade de Porto Velho.



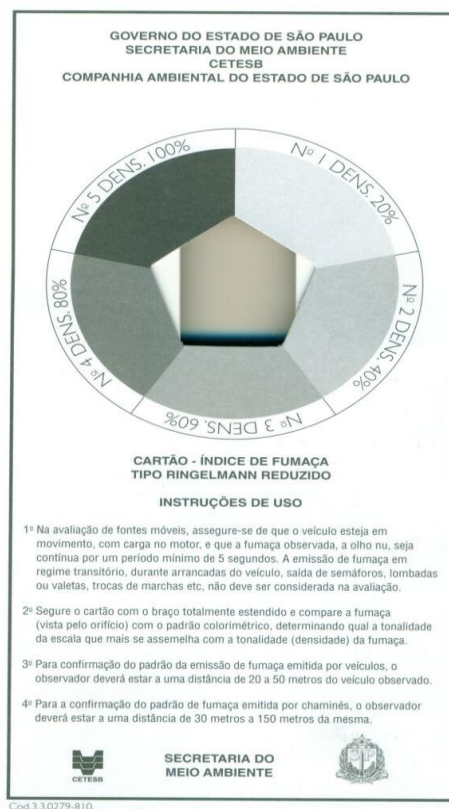
A malha urbana da cidade de Porto Velho está configurada com cerca de 60 bairros que abrigam as bases logísticas dos pontos finais dos ônibus. Nesta pesquisa foram avaliados o bairro Nacional, localizado no noroeste da cidade, que apresenta grande concentração de empresas distribuidoras de derivados de petróleo, predominância de residências e limites com a zona rural representada pelo setor chacareiro); bairro Industrial, ao norte, onde está localizado o complexo hospitalar da cidade, abrangendo também o aeroporto e onde concentra o terceiro maior fluxo de coletivos da cidade; os bairros 4 de Janeiro e Esperança da Comunidade, a nordeste, são predominantemente compostos por áreas residenciais; o bairro Ulisses Guimarães, na zona leste da cidade, onde predomina comércio local dinâmico, faz limite com BR 364 e a zona rural; os bairros Aeroclub, Castanheira e Cohab estão localizados na zona sul da cidade onde também concentra intenso comércio e conjunto residenciais; o bairro Triângulo localizado a oeste, as margens do rio Madeira e próximo da usina Hidrelétrica de Santo Antônio e do cemitério da cidade, conta com apenas uma linha de ônibus que atende esse itinerário; a Vila Princesa localizada também a oeste de Porto Velho, abriga a linha Campus/Unir, que atende a comunidade universitária e aos moradores da vila.

DESCRIÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa foi realizada em duas etapas, campo e gabinete. No campo foram realizadas as mensurações do grau de colorimétrico da fumaça emitida pelos ônibus urbanos. Em gabinete procedeu-se a análise dos dados e a representação espacial por meio de geoprocessamento.

Os materiais utilizados compreenderam cartão utilizado em campo (Figura 2) que representa a escala de avaliação de cores, constituída de cinco níveis de classes: nível 1- densidade 20%; nível 2- densidade 40%; nível 3- densidade 60%; nível 4- densidade 40% e nível 5- densidade 100%.

Figura 2. Cartão da escala de Ringelmann.



Fonte: CETESB (2015)

Em sua origem, a Escala de Ringelmann consistiu em método para avaliar visualmente os níveis de fumaça da queima de carvão emitidos pelas chaminés das casas europeias (1898). Este mecanismo é datado como a primeira forma de fiscalização e monitoramento da poluição do ar (VIEIRA, 2009).

Esse método de aferição dos níveis de fumaça é empregado por diversos órgãos ambientais oficiais brasileiros como a CETESB e DETRAN, para verificar os poluentes lançados na atmosfera. As legislações que oficializam este procedimento são Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, Lei nº 8.723, de 28 de outubro de 1993, Portaria MINTER nº 100 de 14 de julho de 1980, Portaria IBAMA nº 85 de 17 de outubro de 1996 e Portaria do Denatran nº 38 de 01 de abril de 2014.

Os procedimentos realizados em campo para a mensuração dos níveis de fumaça são descritos na norma técnica/metodológica constante no cartão de índice de fumaça (CETESB, 2015) e também na NBR 6016 (ABNT, 2015).

Inicialmente com o motor do veículo funcionando normalmente, se utilizou uma placa de madeira com tamanho de 75 X 75 cm, na cor branca. A placa foi posicionada rente a saída do escapamento, para produzir o contraste com a fumaça emitida pelo ônibus, facilitando sua leitura. Na sequência, o observador posicionou-se a uma distância entre 20 a 50 m da fonte de emissão e segurando o cartão com o braço totalmente esticado e realizou-se a observação visual através do orifício presente no cartão da escala de Ringelmann, cuja função é a comparação clara entre a cor da fumaça emitida pelo automóvel (observada através do orifício) e as cores presentes no cartão (na borda do orifício) (Figura 3).

Figura 3. Avaliação de Fumaça no Ponto Final do Bairro Nacional



Os níveis de tolerância para as emissões de fumaça proveniente de veículos automotores movidos a diesel, segundo a escala de Ringelmann, não podem ultrapassar o nível 2 ou 40%, quando o monitoramento/fiscalização estiver sendo realizada(o) em locais com altitude até 500 m. Já em locais que estejam situados em altitudes acima de 500 m, a tolerância é o nível 3 ou 60%, da Escala de Ringelmann.

Para elaborar o mapa de representação espacial do adensamento da poluição (Figura 5 - Espacialização dos níveis de Densidade da Fumaça Emitida pelos Ônibus Segundo a Escala de Ringelmann), foram criados arquivos vetoriais do tipo shapefile, onde cada aferição realizada em campo ficou sendo representada por meio de um ponto. Foram criadas cinco categorias de densidade da poluição representadas em cores distintas, onde o verde

representa baixo nível e o vermelho representa o mais elevado nível de poluição conforme a escala de Ringelmann.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No espaço porto-velhense trafegavam, na malha urbana, uma frota de mais de duzentos mil veículos até 2013, conforme dados do DETRAN-RO (RONDÔNIA, 2014). O número de veículos em circulação cresceu mais de 150% em oito anos, sendo o crescimento anual médio de 10%, (Tabela 1).

Tabela 1. Evolução da Frota de veículos de Porto Velho no período 2005-2013

Veículos	Anos								
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Automóvel	45.151	49.246	53.810	58.922	66.415	76.354	83.352	94.255	100.211
Caminhão	3.111	3.308	3.515	3.971	4.550	5.168	5.778	6.190	6.317
Caminhão Trator	643	703	800	909	934	1.000	1.003	1.098	1.171
Caminhonete	3.802	4.733	5.633	7.603	9.796	12.326	18.375	17.208	18.763
Outros	1	1	1	2	2	5	12	15	17
Ciclomotor	168	168	169	167	165	164	172	182	186
Microônibus	159	178	192	209	252	311	377	411	445
Moto	20.463	24.129	29.190	37.828	48.072	59.535	71.875	80.114	86.683
Ônibus	614	622	744	777	945	1.077	1.446	1.605	1.639
Reboque	1.568	1.673	1.778	1.929	2.160	2.486	2.851	3.065	3.331
Semi-Reboque	1.066	1.153	1.302	1.538	1.637	1.747	1.693	1.875	1.948
Side-Car	4	5	12	11	11	11	10	11	11
Trator de Esteira	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trator de Rodas	1	1	1	3	6	9	9	10	9
Triciclo	14	17	19	26	26	35	45	59	66
Utilitários	75	102	153	337	459	648	891	971	1.111
Total	76.840	86.039	97.319	114.232	135.430	160.876	187.889	207.069	221.908

Fonte: DETRAN - RO (RONDÔNIA, 2014)

A frota é fiscalizada pelos órgãos de trânsito, sendo necessária sua vistoria pelos órgãos ambientais, uma vez que a fumaça expelida por esses veículos é uma das principais fontes da deterioração da qualidade do ar.

A frota de ônibus urbano existente em Porto Velho pertence a duas empresas distintas e cada empresa possui 82 carros, totalizando 164 veículos. Todos os veículos circulam diariamente pela malha urbana da capital, no período de 05:00h às 00:00h.

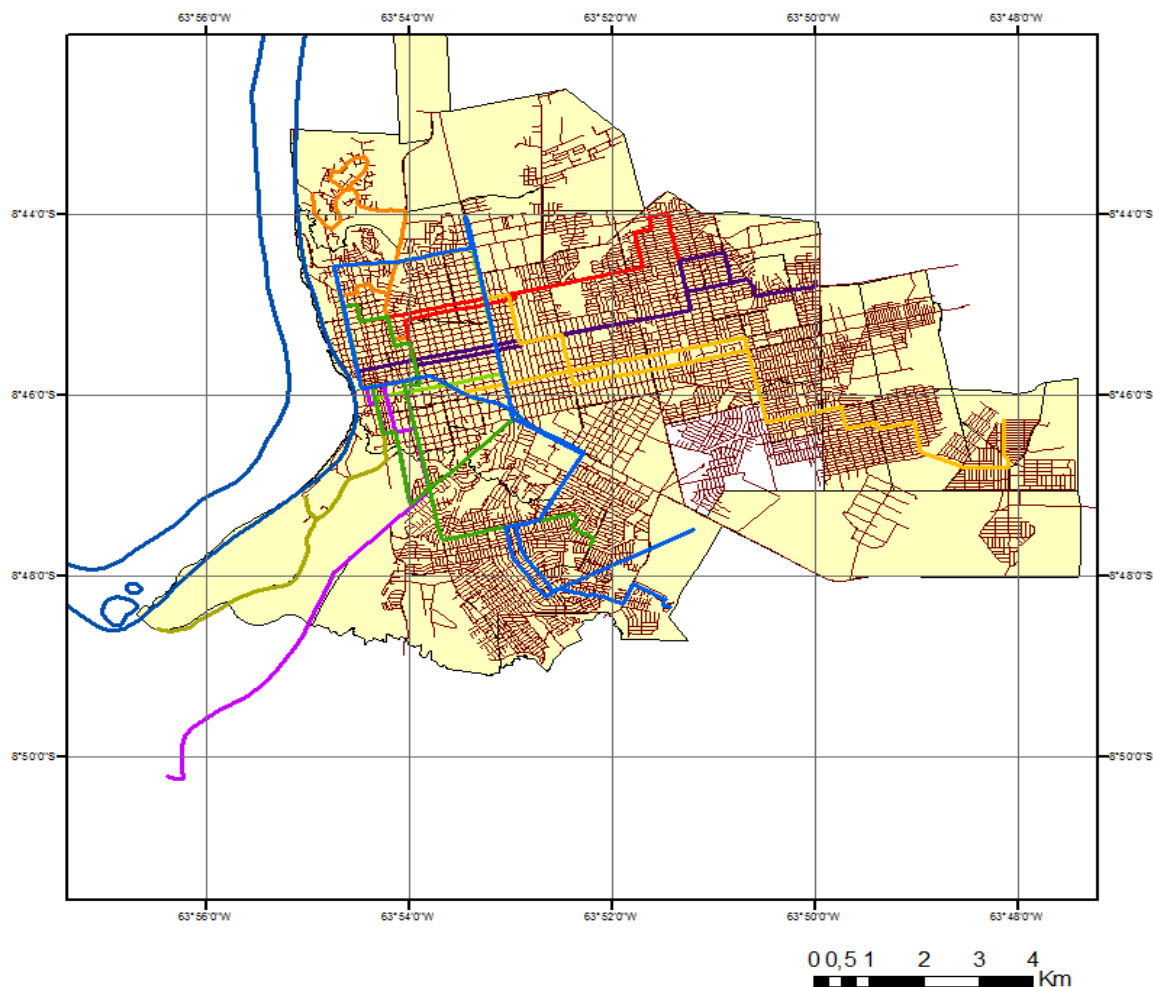
Na cidade há 16 pontos finais de linhas de ônibus. As mensurações foram realizadas em nove principais pontos finais, sendo: bairro Nacional, bairro Triângulo, bairro Aeroclube (linha Norte Sul), bairro Ulisses Guimarães, bairro Cohab, bairro 4 de Janeiro, Campus da Universidade Federal de Rondônia, bairro Industrial (linha Hospital de Base) e bairro Esperança da Comunidade.

A escolha desses pontos finais se deu levando em consideração as principais zonas da cidade, zona norte, leste, oeste, sul e central. Ressalte-se que todas as linhas possuem itinerários que convergem dos pontos finais para a região central da cidade, retornando ao seu ponto de origem. Essa movimentação pode exercer influência negativa no meio ambiente, caso a fumaça que é emitida por esses referidos meios de transporte estejam fora dos padrões toleráveis.

No mapa, a distribuição dos pontos finais e o trajeto dos ônibus urbanos pela malha urbana da cidade estão representados por números (Figura 4), onde:

Ponto 1- Bairro Nacional; Ponto 2- Bairro Industrial (Complexo hospitalar); Ponto 3- Bairro 4 de Janeiro; Ponto 4- Bairro Esperança da Comunidade; Ponto 5- Ulisses Guimarães; Ponto 6- Bairro Aeroclube; Ponto 7- Bairro Cohab e Bairro Castanheira; Ponto 8- Bairro Triângulo; Ponto 9- Campus Unir.

Figura 4. Mapa de fluxo esquemático das linhas de ônibus do ponto final para região central da cidade de Porto Velho, Rondônia.



Legenda

- | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|
| Rio Madeira | Linha Campus Unir | linha cohab floresta |
| linhas de onibus pvh | linha Esperança | linha nacional |
| Rotas_onibus | linha HB | linha norte sul |
| Linha 4 de janeiro | linha Ulisses | linha triangulo |
| | ruas pvh | |
| | bairros pvh | |

Fonte: SEMPLA 2007
SEMTRAN 2015
Organizado por Robison Costa
Labcart-UNIR

Para a análise, a variável altitude é considerada importante pois a partir dessa informação se definiu qual é o nível de tolerância na avaliação do grau de enegrecimento da fumaça. Na escala de Ringelmann, que possui 5 níveis de densidade, em altitudes até 500 metros a tolerância é até o nível 02 de densidade. Em altitudes acima de 500 metros, a tolerância corresponde ao nível 03 de densidade.

Na área de estudo, as cotas de altitudes atingem valores muito abaixo de 500 m, variando entre 65 e 95m nos pontos analisados. Diante da baixa altitude local, o nível de tolerância adotado para essa avaliação foi o nível 02 de densidade na escala de Ringelmann.

As avaliações do grau colorimétrico da fumaça dos ônibus ocorreram nos dias 02, 05, 06 e 10 de março de 2015. Foram cobertos nove terminais de ônibus, nesse intervalo de tempo e vistoriados 59 veículos (Tabela 2).

Tabela 2. Níveis de densidade segundo a escala de Ringelmann, avaliados na emissão de fumaça dos ônibus urbanos da cidade de Porto Velho, Rondônia, no ano de 2015.

Pontos Finais	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5	Total de ônibus nos pontos finais	Ônibus Vistoriados
Nacional	0	1	1	0	0	3	2
Triângulo	1	0	0	0	0	1	1
Norte Sul	3	1	2	3	2	18	11
Ulisses Guimarães	6	2	4	0	0	20	12
Cohab	3	2	2	0	0	13	7
4 de Janeiro	3	2	1	0	0	12	6
UNIR	1	1	0	0	0	4	2
Hospital de Base	9	3	1	0	0	15	13
Esperança Comunidade	2	2	1	0	0	9	5
Total	28	14	12	3	2	95	59

A partir dos resultados obtidos concluiu-se que 71,19% dos 59 veículos vistoriados estão dentro dos padrões de qualidade segundo o método utilizado, inseridos nos níveis 1 e 2, com grau de densidade 20 e 40%, respectivamente.

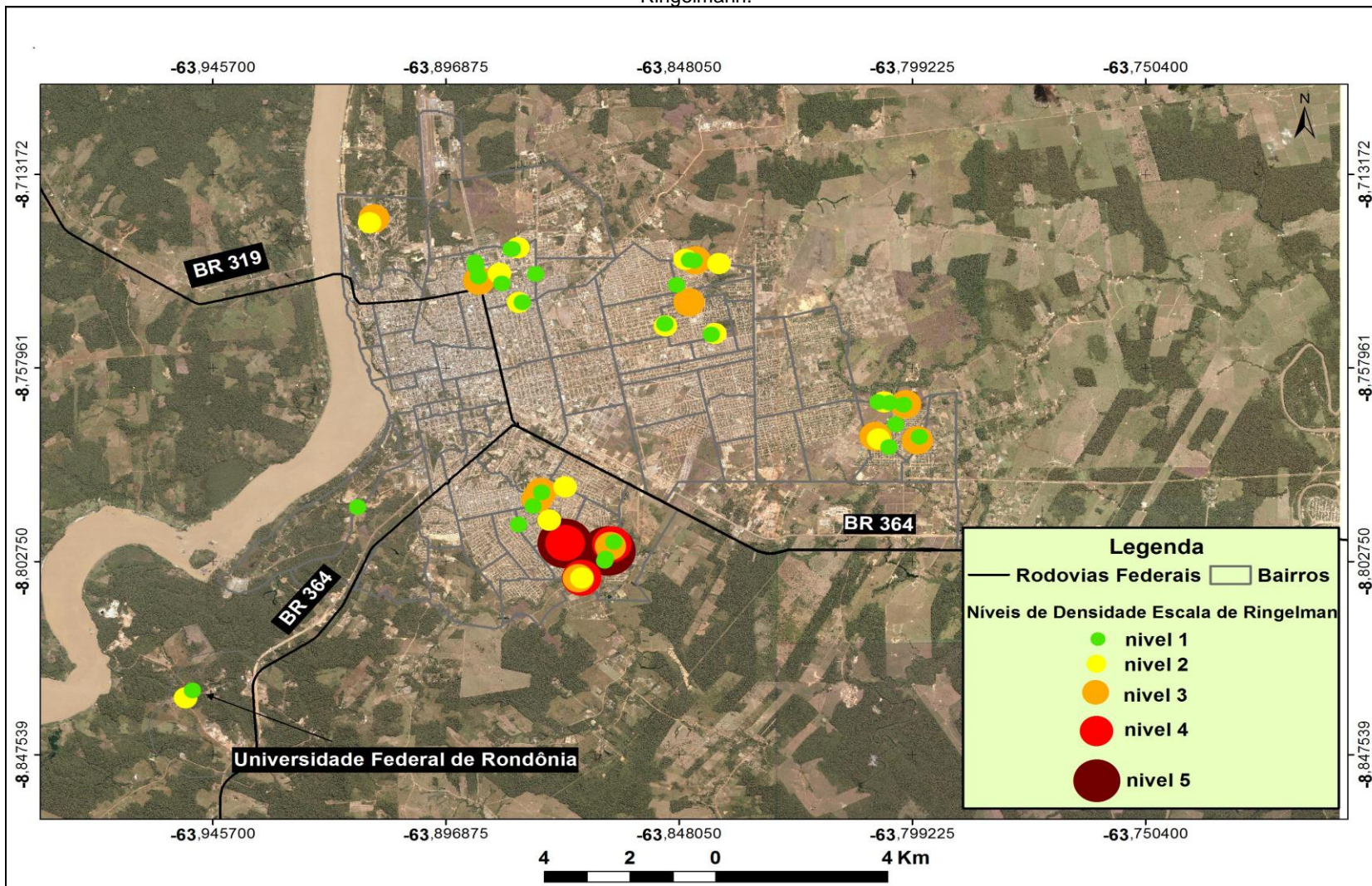
Vale ressaltar que 14 veículos foram classificados como nível 2, no limite de tolerância dos padrões da escala de Ringelmann, apontando para a necessidade de se manter uma rotina de manutenção preventiva, por parte das empresas de ônibus.

Os 28,81% restante dos veículos vistoriados foram avaliados fora dos padrões de qualidade, onde 12 veículos foram classificados com densidade de 60% (nível 3), três veículos com densidade 80% (nível 4) e dois foram classificados no grau máximo de 100% (nível 5).

Constatou-se pela espacialização dos níveis de densidade da poluição do ar, onde cada ponto final está representado conforme a classificação do grau de densidade (Figura 5).

Foi possível detectar que os ônibus que atendem os bairros da Zona Sul de Porto Velho apresentaram os maiores níveis de poluição de acordo com a escala de Ringelmann, e destes, 7 (sete) servem as linhas Norte Sul e 2 (dois) a linha Cohab, são os que apresentam os piores níveis de emissão, portanto se encontra fora dos padrões de qualidade, causando dano a saúde pública e aos bens patrimoniais.

Figura 5. Mapa com a Avaliação dos níveis de Densidade a partir dos Valores Obtidos na Avaliação da Fumaça Emitida pelos Ônibus Segundo a Escala de Ringelmann.



Para a análise da mobilidade desses poluentes, cabe destacar que apesar da figura mostrar o ponto final, estes ônibus circulam pela cidade e que, em sua maioria, trafegam pela avenida Sete de Setembro, no centro da cidade, principal área atingida pelas descargas negras dos veículos, portanto é a área de maior vulnerabilidade à doenças respiratórias.

Importante mostrar que o material particulado presente na fumaça dos ônibus urbanos contribuem também para a deteriorização do espaço urbano. Sobretudo por que o material particulado, além de exercerem influência negativa a saúde humana, também interferem na rugosidade urbana (edificações, monumentos). De acordo com Assunção (2004) as edificações e monumentos são afetados com a deposição desse material, afetando sua estética, exigindo uma manutenção constante, conforme pode ser visualizados na figura 6.

Figura 6. Material Particulado impregnado em caixa d'água, localizada na Rua Brasília com Sete de Setembro, Porto Velho, Rondônia.



Na flora, a deposição desse material afeta diretamente o desenvolvimento das árvores, pois o material depositado nas folhas dificulta seu crescimento, ao obstruir seus estômatos (Figura 7).

Figura 7. Material particulado em folha de Mangueira (*Mangifera indica*), coletada do canteiro central da av. Jorge Teixeira (BR-319) com rua D. Pedro II, via com intenso tráfego de veículos.



Assunção et al. (2004) afirmam que na fauna também são percebidas influências negativas a partir da emissão desses poluentes, uma vez que é possível ter essa percepção a partir da diminuição das espécies em ambientes onde o poluente é encontrado em grandes proporções.

Em números, os resultados obtidos nesta pesquisa foram de que 71,19% dos veículos vistoriados estavam dentro dos padrões de qualidade, no momento da vistoria/monitoramento de campo. Comparando este estudo com alguns realizados em outras cidades do Brasil, como por exemplo, o desenvolvido por Carvalho, Rosa e Marinho (2007) em Campinas, onde 88% dos ônibus urbanos vistoriados estavam dentro dos padrões de qualidade e ainda o de Rodrigues *et al.* (2013) em Maceió, onde 61,87%, dos veículos vistoriados estavam de acordo com a legislação.

Fica claro que, a escala de Ringelmann como metodologia de campo para avaliação rápida de veículo do ciclo diesel torna-se eficaz em casos onde o veículo vistoriado está com lançamento de fumaça negra num estágio bem avançado, ainda, devido sua praticidade o resultado da vistoria é imediato. Esse mecanismo também facilita nas vistorias de veículos em atividades de blitz de trânsito, pois se utilizando desta metodologia torna-se desnecessário deslocamento de maquinário especializado para avaliação desses veículos, pois geralmente a análise realizada por máquinas demanda de um tempo maior, energia para funcionamento dos equipamentos bem como técnicos especializados para operar esses equipamentos. Nem sempre disponíveis numa ação de campo, haja vista as limitações do poder público.

Em contrapartida, destacamos as limitações desta metodologia, as quais apontam apenas o grau de enegrecimento da fumaça, não sendo possível verificar a concentração e os gases presentes que saem das descargas dos veículos, diferentemente de equipamentos mais especializados e modernos, os quais podem constatar o quanto o veículo vistoriado está lançando no momento e não induz o avaliador a falha. Mesmo que os veículos não estejam lançando fumaça preta, por questões de manutenção veicular, são passíveis de estarem lançando gases nocivos acima do permitido. Fato este que pode passar despercebido pelo utilizador da escala de Ringelmann, mas não por um equipamento especializado.

CONCLUSÃO

Nas avaliações realizadas nas empresas de ônibus urbano da cidade de Porto Velho, constatou-se que a maioria dos veículos avaliados (71,19%) estava dentro dos padrões aceitáveis pela legislação.

Na Avenida Sete de Setembro, a principal via do centro da cidade onde se converge todas as linhas de ônibus urbano, está a principal área atingida pelas descargas dos veículos que se apresentam fora dos padrões aceitáveis, bem como oferece maior vulnerabilidade a doenças respiratórias para os transeuntes.

Ficou constatado que a metodologia aplicada apresenta um baixo custo, como também é de simples aplicação e facilidade de utilização em campo.

É importante que se faça também a aplicação desta técnica nos demais veículos do ciclo diesel, uma vez que nesta pesquisa avaliou-se apenas a fumaça lançada pelos ônibus urbanos.

A partir do conhecimento das fontes poluidoras, é possível que os entes públicos formulem políticas que minimizem a poluição atmosférica, proporcionando qualidade de vida para a população inserida neste contexto.

Diante dos fatos é cabível afirmar que a metodologia aplicada é de grande importância não só para a área de estudo aqui apresentada, mas também para as demais cidades e estados do Brasil, fazendo com que essas atividades que buscam avaliar a poluição atmosférica através de lançamentos por diversas fontes, se figurem como ações preventivas e fiscalizadoras em prol da boa qualidade do ar.

Em Porto Velho e no Estado de Rondônia o monitoramento da qualidade do ar é inexistente, devido a falta de equipamentos, incentivo em pesquisas bem como interesse dos próprios

órgãos responsáveis. Por essa razão, mesmo com as limitações metodológicas existentes, apresentamos aqui uma proposta simples e eficaz de controle e combate a poluição do ar.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6016: Avaliação de Teor de Fuligem com a Escala de Ringelmann**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSUNÇÃO, J.V. Controle ambiental do ar. In: PHILIPPI JR, A.; ROMERO, M. A.; BRUNA, G. C. (Ed.). **Curso de Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2004. p. 101-154.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 15 de março de 2015.

BRASIL. **Portaria Minter nº100, de 14 de julho de 1980**. Dispõe sobre a emissão de fumaça por veículos movidos a óleo diesel. Disponível em: <http://www.marconatto.com.br/conteudo/legislacao/portaria_minter_n100_1980.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2015.

CAMPOS, J.C.V. Avaliação Preliminar do Potencial Hidrogeológico da Cidade de Porto Velho (RO). In: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 1998. p.1-9. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1188/showToc>>. Acesso em 14 de março de 2016.

CARVALHO, A.D.; ROSA, H.A.; MARINHO JR, J.P. Avaliação da Intensidade de Emissão de Fumaça Preta Pelo Transporte Coletivo na Cidade de Campinas. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**. v. 3, n. 2, p. 6-9, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. **Infográficos: evolução populacional e pirâmide etária**. Disponível em <<http://cod.ibge.gov.br/2353K>>. Acesso em: 14 de março de 2015.

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. **Perguntas e Respostas Sobre o Aquecimento Global**. Belém: IPAM. 2010. Disponível em: <http://www.observatorioeco.com.br/wp-content/uploads/up/2011/02/perguntas_e_respostas_sobre_aquecimento_global.pdf>. Acesso em: 14 de março 2015.

RODRIGUES, M.T. *et al.* Avaliação e Caracterização dos Padrões de Poluentes Emitidos Pelo Transporte Coletivo de Maceió - AL. **Revista Geografia em Atos - GEOATOS**. v. 2, n. 13, p. 1-9. 2013. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/geografiaematos/article/view/2134>>. Acesso em: 15 de abril de 2015. 11:45:06.

RONDÔNIA (Estado). Secretaria de Estadual do Desenvolvimento Ambiental - SEDAM. **Atlas Geoambiental de Rondônia**. Rondônia, 2001.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. **Determinação do grau de enegrecimento da fumaça emitida por fontes estacionárias utilizando a escala de Ringelmann reduzida – Método de ensaio**. São Paulo, 1979. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>>. Acesso em: 15 de março de 2016.

RONDÔNIA (Estado). **Departamento Estadual de Trânsito**. Anuário estatístico de acidentes de trânsito de Rondônia 2013. Porto Velho: DETRAN 2014. Disponível em: <<http://www.detran.ro.gov.br/2014/08/anuario-de-estatistica-2013/>>. Acesso em: 06 de junho de 2015.

SILVA, M.F da. **Mapeamento Geomorfológico da bacia do Igarapé Grande - Porto Velho RO**. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho – RO, 2012.

VIEIRA. N.R. **Poluição do ar: indicadores ambientais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2009.