

**ANÁLISE DE IMPACTOS ATMOSFÉRICOS GERADOS
DURANTE A OBRA BRT (*BUS RAPID TRANSIT*) NA AVENIDA
AUGUSTO MONTENEGRO, BELÉM-PA**

**Armênio José Moraes Valente Filho, Eliane de Castro Coutinho,
Lucy Anne Cardoso Lobão Gutierrez & Gleicy Karen Abdon Alves Paes**

Universidade do Estado do Pará – UEPA
Travessa Enéas Pinheiro, 2626, CEP: 66095-15 Belém, PA, Brasil
E-mail: {elianecoutinho, lucyannegutierrez}@uepa.br, gleicykaren@yahoo.com.br,
armeniovalente93@gmail.com

Recebido 10 de Maio de 2019, aceito 18 de Agosto de 2020

Resumo: A cidade de Belém vive um período conturbado com as medidas pouco eficazes para reduzir o tráfego, ocasionando congestionamentos em diversas rotas da cidade e gerando um acúmulo de poluentes que prejudicam tanto a saúde humana, quanto o meio ambiente. O presente estudo teve como objetivo analisar os impactos atmosféricos gerados durante a obra de um trecho do BRT, que consiste em um sistema de transporte público com uma via segregada exclusiva para seu uso. É de grande importância entender os impactos causados em uma obra que afeta o cotidiano de grande parte da população, sejam eles positivos ou negativos. Houve uma coleta de informações sobre poluentes e adversidades resultantes de sua obra numa das avenidas mais movimentadas do município, a Augusto Montenegro, em períodos diferentes do ano de 2016: chuvoso, em abril, e seco, em novembro. Foi feita uma comparação entre os períodos analisados e pode-se perceber que, apesar dos dados se mostrarem inadequados à saúde em ambos os períodos, houve um progresso positivo na fase mais avançada da obra, concluindo-se que, apesar das diversas irregularidades e interrupções do projeto, a gestão adequada de uma obra desse porte pode amenizar as problemáticas relacionadas à poluição atmosférica.

Palavra-Chave: mobilidade urbana; acidentes; poluição.

Abstract: The city of Belém is experiencing a troubled period with ineffective measures to reduce traffic, causing congestion on several routes in the city and generating an accumulation of pollutants that harm both human health and the environment. This study aimed to analyze the atmospheric impacts generated during the BRT project, which consists of a public transport system with an exclusive segregated road for its use. It is of great importance to understand the impacts caused on a work that affects the daily lives of a large part of the population, whether positive or negative. There was a collection of information on pollutants and adversities resulting from his work in one of the busiest avenues in the municipality, Augusto Montenegro, in different periods of the year 2016: rainy, in April, and drought, in November a comparison was made between the periods analyzed and it can be seen that, despite the data proving to be inadequate to health in both periods, there was a positive progress in the data collected from the work in its most advanced phase, concluding that, despite the various irregularities and interruptions of the project, the proper management of a work of this size can alleviate the problems related to air pollution.

Key-Word: urban mobility; accidents; pollution.

1. INTRODUÇÃO

A definição de trânsito, segundo o Código de Trânsito Brasileiro – CTB, Lei 9.503, de 23 de setembro de 1997, em seu artigo 1º, § 2º, é a utilização das vias por pessoas, veículos e animais, isolados ou em grupos, conduzidos ou não, para fins de circulação, parada, estacionamento e operações de carga ou descarga (BRASIL, 1997).

Um dos maiores problemas notados em Belém, capital do Estado do Pará, nos últimos anos, está justamente relacionado ao seu trânsito. Alguns exemplos podem ser citados e se referem à mobilidade, à infraestrutura precária e à baixa

qualidade nas estradas. Além disso, segundo o Departamento de Trânsito do Estado do Pará - DETRAN/PA (BELÉM..., 2016), a Região Metropolitana de Belém terá 1.217.958 veículos em circulação até 2021. Campos (2016) aborda essa temática afirmando que a frota chegará, em 2022, a um total de 1 milhão de veículos.

Em junho de 2014 a frota registrada pelo Ministério da Infraestrutura (2020) na Região Metropolitana de Belém era de aproximadamente 613 mil veículos, dos quais 396.759 circulando na capital. Em 2016, houve um incremento de 7,5% na quantidade de veículos só em Belém, chegando a um total de 428.898, e até maio de 2020 esse número aumentou em aproximadamente 10%, totalizando 474.927 veículos. Na RMB em maio de 2020 a quantidade de veículos chegou a um total de 772.640. Tal situação acarreta em diversos impactos ambientais negativos, podendo ser citados como exemplos, o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) e o aumento da temperatura local. Também há geração de impactos na saúde pública com o aumento de ruídos, influenciando diretamente na qualidade de vida da população.

Em 2011, realizado junto com o Governo do Estado do Pará, foi elaborado um Plano Diretor de Transportes Urbanos (PLANO MUNICIPAL DE BELÉM, 2020), que evidenciou, além da intensificação dos problemas de tráfego, o fracasso da implementação dos planos anteriormente realizados, como é o caso da utilização de bondinhos (MOROTOMI e TOURINHO, 2014).

Com objetivo de reduzir ou até mesmo solucionar esta dificuldade, a gestão de 2012 da prefeitura de Belém iniciou a obra BRT (*Bus Rapid Transit*), que visava a construção de uma faixa única de transporte, interligando o bairro de São Braz e o distrito industrial de Icoaraci, com vinte e três paradas e três terminais, prevendo um veículo detentor de internet, ar-condicionado, câmeras de segurança, entre outros, porém, houveram diversas irregularidades no projeto

inicial, como ausência de audiência pública para discussão da viabilidade do projeto, divergências com o projeto Ação Metrópole do Governo do Estado, além da ocorrência de interrupções determinadas pela justiça (PADRÃO e ROCHA, 2013).

De acordo com a prefeitura de Belém, no ano de 2015, os quinze quilômetros da Avenida Augusto Montenegro até o distrito de Icoaraci (local do projeto da obra do BRT) comportaram a pista expressa, as estações e as obras de drenagem (para solucionar os problemas de alagamento da área) e, em 2020, ano de término de toda a obra, o total gasto foi de cerca de R\$ 320 milhões. Essa proposta trouxe tanto impactos positivos como negativos e, entre eles, pode-se citar o ruído, o desconforto térmico e a poluição atmosférica para os trechos durante sua construção.

O objetivo geral desse trabalho foi analisar a existência de impactos atmosféricos gerados em pontos específicos em função da obra BRT, em Belém-PA, tendo como objetivos específicos: a) analisar a qualidade do ar, a partir do CO₂, temperatura do ar e umidade relativa do ar; b) analisar a qualidade sonora; c) analisar as limitações urbanísticas e; d) analisar a percepção diária da população que frequentava o local durante as obras.

O estudo é de suma importância, pois durante a obra BRT foram gerados diversos tipos de resíduos, os quais podem provocar a diminuição da qualidade do ar, acarretando diversos problemas de saúde para a população e para o meio ambiente, pois devido aos congestionamentos provenientes da obra, ocorre maior concentração de poluentes atmosféricos próximo à superfície. Sendo assim, o artigo trata da emissão de poluentes atmosféricos durante a construção do BRT e não da viabilidade da obra.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Implementação do BRT em Belém – PA e Variáveis Ambientais Envolvidas

Segundo o *Institute for Transportation & Development* (2016), o BRT é caracterizado por ser um sistema de transporte baseado em um ônibus de alta qualidade que oferece serviços rápidos, confortáveis, custo-eficazes em capacidades de nível de metrô e arrecadação externa de tarifas (*off-board*), agilizando o embarque e desembarque de passageiros. Cervero e Kang (2011) acreditam que a adoção de uma via segregada é o principal motivo do sucesso do BRT, por oferecer significativos ganhos de velocidade em comparação aos sistemas de tráfego misto.

Devido a estas características, o BRT tem sido considerado como uma das alternativas mais eficazes para a redução de inconvenientes no transporte público e trânsito lento nas cidades (MOROTOMI e TOURINHO, 2016). Também é notável sua crescente expansão devido a seus baixos custos de instalação, rápida implementação, alta performance e baixos impactos negativos.

O BRT está sendo instalado em mais de 150 cidades nos 5 continentes do globo (HIDALGO e GUTIERREZ, 2013), porém, para que seja totalmente bem-sucedido, é necessário solucionar alguns problemas como má localização de paradas, pouca frequência do serviço, direção imprudente por parte dos motoristas, tempo de viagem muito maior que o executado por veículo particular, superlotação, alto preço da tarifa, falta de organização na prestação de serviços e baixo status dos serviços públicos de transporte (WRIGHT, 2003), além do correto planejamento durante a construção do mesmo.

O sistema BRT precisa de muita qualificação técnica de seus realizadores para a execução de diversas atividades de alta complexidade, como preparação e planejamento de contratos, negociação com os operadores de ônibus existentes

no sistema antigo e gerenciamento do projeto inteiro, desde a sua instalação até a sua manutenção operacional (FERREIRA, 2012).

Além dos desafios de estruturação correta do BRT, ainda há outros, referentes à forma que a cidade vem se expandindo, podendo-se citar o fato de Belém, em seus 400 anos, ter crescido de forma desordenada (PIRES e FORTE, 2016), prejudicando a construção de calçadas e demais equipamentos públicos para seus habitantes.

Pires e Forte (2016) também relatam que a cidade já atingiu o seu limite no que diz respeito à mobilidade, apresentando tráfego muito congestionado, levando em consideração projetos como o das bicicletas comunitárias implantadas, que deve ser unificado com ciclovias bem estruturadas e educação no trânsito para que o ciclista tenha prioridade.

Com o crescimento desordenado, há também uma maior distância entre um local e outro, gerando maior necessidade de mais transportes públicos coletivos de boa qualidade que atendam à população, uma vez que, com o aumento da demanda, os transportes coletivos tendem a ter sua qualidade reduzida e tarifas aumentadas, resultando em uma dependência de automóveis particulares, aumentando, então, o tráfego e criando a necessidade de construções de mais vias, gerando um ciclo sem fim.

Neste processo é inevitável o aumento da quantidade de veículos, gerando, assim, maior emissão de CO₂. Segundo a Secretaria de Transportes e Sistema Viários (SILVA e DA SILVA, 2013), a grande concentração de veículos automotores nas regiões metropolitanas aumenta de forma considerável o índice de poluição do ar, pois os mesmos são os principais emissores, ameaçando o padrão de vida de seus habitantes.

Os motores dos veículos que são movidos a combustíveis fósseis emitem não só CO₂, mas diversos outros poluentes, como monóxido de carbono (CO), dióxido de enxofre (SO₂) e materiais particulados (MP). Há também a combinação dos materiais orgânicos e inorgânicos, como poeira, terra, ácidos, metais e químicos orgânicos, grande parte apresentando-se em forma de partículas pequenas, o que piora a situação, uma vez que quanto menor o diâmetro das partículas, mais prejudicial ela se torna ao organismo humano, pois penetra facilmente nos pulmões, podendo causar sérios problemas aos órgãos internos. O dióxido de nitrogênio (NO₂), que é gerado a partir da queima de combustíveis em temperaturas elevadas, também pode gerar problemas aos seres humanos, como prejuízos aos pulmões e dores no peito, caso exposto em grande proporção, conforme estudo de Smith (2016).

Smith (2016), também cita, que, a poluição do ar não é igual ao redor do mundo e, nem mesmo, ao redor de um mesmo país. Áreas com grande número de habitantes têm maior queima de combustíveis fósseis, conseqüentemente níveis mais altos de poluição do ar, quando comparado com áreas menos ocupadas. As condições do clima também afetam a qualidade do ar, fazendo com que a concentração e dispersão da poluição do ar varie não somente de uma região para outra, mas também de um dia para o outro.

Sendo assim, a melhoria das condições de tráfego é essencial para a diminuição dos gases do efeito estufa. Controle nas interseções, números de faixas de rolamento, tempos de semáforo, estacionamentos de fácil acesso e permissividade de conversões, são fatores relacionados ao sistema de tráfego local com conseqüências diretas e indiretas da emissão veicular (ZANOLLI, 2015).

Outro fator importante a ser avaliado é o aumento da temperatura do ar nas cidades proveniente de alterações dos parâmetros térmicos das superfícies, decorrentes da remoção de áreas verdes e substituição dessas por edificações

e pavimentação, além de alterações hidrológicas e aerodinâmicas, o que é conhecido na literatura como o efeito da “ilha de calor urbana” (LOWRY, 1967). Segundo estudos do autor, a ilha de calor urbana é uma das mais acentuadas modificações atmosféricas resultantes do processo de urbanização em grandes cidades, sendo seu diagnóstico um importante instrumento de política pública na gestão do espaço urbano (AMORIM, DUBREUIL, CARDOSO, 2015). Werneck (2018) ainda complementa que os efeitos negativos da ilha de calor se manifestam também com o aumento da demanda de energia para resfriamento e os custos com ar condicionado nas cidades.

Belém está localizada na Região Equatorial, onde predominam temperaturas do ar altas durante o ano inteiro, fazendo com que um pequeno aumento gere um grande desconforto térmico. Desse modo, torna-se fundamental a implementação de medidas que visem proporcionar um menor aquecimento na área urbana da cidade (DA COSTA e MATTOS, 2013).

Segundo Silva e Da Silva (2013), a estimativa de gastos com o tempo perdido dos motoristas e com o combustível desperdiçado nos congestionamentos é de aproximadamente R\$ 13.850.000,00 (treze milhões e oitocentos e cinquenta mil reais) por ano, isso não levando em consideração os gastos com acidentes de trânsito (danos materiais e físicos nos envolvidos), os quais as estatísticas nem sempre podem calcular.

Em Belém as obras para construção do BRT iniciaram em 2012, finalizando somente no ano de 2020, a qual foi interrompida por várias vezes, devido: a denúncias de superfaturamento, à necessidade de rebaixamento da pista, depois do elevado do entroncamento ter sido concluído, além de problemas na pista da Avenida Almirante Barroso, que teve que ser refeita, por determinação de um Termo de Ajuste de Conduta impetrado pelo Ministério Público Federal (NEVES, 2014 e OBRA..., 2020), entre outras, que causaram os atrasos e termos

aditivos, e com isso encarecendo a obra. Todos esses problemas se somaram ao estreitamento das pistas, necessário para a viabilidade da obra, e a não diminuição da frota de ônibus, ocasionando congestionamentos, intermináveis, em vários pontos da cidade, principalmente nos horários de pico, que somados às chuvas intensas durante o período chuvoso, deixava a cidade um verdadeiro caos.

Acidentes também foram alvo de grandes críticas durante as obras do BRT de Belém, devido a diversas fatalidades ocorridas. Segundo a Superintendência Executiva de Mobilidade Urbana – SEMOB (2016), foram registrados 36 acidentes na faixa de ônibus expressos, dos quais 13 foram atropelamentos, 23 colisões e duas invasões de faixa. Dentre os acidentes, três pessoas morreram.

No Distrito Federal, nos anos de 2006 e 2016, Parisi *et al.* (2017) estudaram as emissões atmosféricas emitidas pelos veículos e comprovaram que após a instalação do BRT essas emissões diminuíram em 28,07%, além dos benefícios ambientais, os autores também comprovaram a existência dos benefícios da mobilidade urbana. Já Torres, Bezerra e Azevedo Filho (2018), só avaliaram a segurança viária do BRT, na Avenida Bezerra de Menezes, em Fortaleza-CE, e detectaram grande concentração de acidentes.

Na cidade de Instambul, o BRT foi construído em 2009, e os autores Alkokin e Eegun (2012) comprovaram que a população preferia utilizar esse tipo de transporte contribuindo para o desenvolvimento de mobilidade sustentável da localidade.

Oliveira *et al.* (2014) estudaram as emissões de CO₂ na cidade do Rio de Janeiro, antes e depois da implantação do BRT e chegaram a conclusão que ocorreu uma redução de 50% de Gases do Efeito Estufa (GEE) para o sistema estudado, ou seja, o BRT provou ser 14 vezes menos poluente que o carro ou 2 vezes menos que os ônibus convencionais.

2.2 Acústica Urbana

Segundo Magrini (1995), a Organização Mundial de Saúde relata que um ruído de 70 decibéis já é o suficiente para causar desconforto no ouvido humano e, acima de 85 decibéis, ele começa a danificar o mecanismo que permite a audição, podendo provocar surdez, estresse, dores de cabeça, aumento da pressão arterial, agressividade, cansaço, dificuldade de concentração e diversos outros problemas de saúde se exposto por muito tempo.

O artigo IV da resolução CONAMA n°. 001/1990 determina que:

“A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho” (BRASIL, 2016).

A mesma resolução não informa com exatidão a respeito do ruído produzido por vários veículos em uma via pública e a falta de uma legislação federal específica para ruído de tráfego em vias públicas, acaba dificultando o monitoramento, a fiscalização e as propostas políticas para a resolução do problema (SANTOS, 2015). Contudo, a Lei Municipal de Belém N° 7990, de 10 de janeiro de 2000, especifica limites máximos de 60 decibéis para período noturno e de 70 decibéis para período diurno (BELÉM, 2020). Além disso, tem-se o Art. 626 da Lei Municipal 5530/81, na qual consideram-se prejudiciais à saúde, à segurança e ao sossego público os sons e ruídos que: a) atinja, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som de mais de 10 (dez) decibéis - (dB) acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego; b) independente de ruído de fundo, atinjam no ambiente exterior do recinto em que tem origem mais de 70 (setenta) decibéis durante o dia e 60 (sessenta) decibéis - (dB) durante a noite.

A quantidade de ruídos gerados pelos automóveis e pelos equipamentos neles instalados pode ser entendida como poluição ao meio ambiente, já que causa desconforto, doenças decorrentes, além de outros danos ao ambiente (TRUPPEL FILHO, TOASSI, HENKES, 2015). Em Belém, no ano de 2010 a frota de veículos era de 291.799, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2020), ocorrendo um incremento de 39% no ano de 2020, com um total de 474.927 veículos (BRASIL, 2020).

Segundo Pinto *et al.*, (2013), já foi assumida a necessidade do tráfego de veículos nas cidades, sendo o ruído inevitável, porém, diversos estudos, como os de Constante (2018), Delgado e Martinez (2015), Pinto e Moreno (2008) e Marcelo (2006), demonstram que existem ferramentas de confecção de mapa de ruído e instrumentos de traçado urbano e barreiras acústicas que podem reduzir o impacto sonoro no meio urbano, como ocorreu em Lisboa-Portugal, através de mapa de ruído (PORTUGAL, 2020), em Natal-RN, através de mapa sonoro (FLORÊNCIO, 2018) e no Rio de Janeiro-RJ, através de mapa acústico (MAGIOLI e TORRES, 2018)

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

A Região Metropolitana de Belém (RMB), localizada no Estado do Pará, é formada por 7 municípios, são eles: Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Izabel do Pará, Santa Bárbara do Pará e Castanhal (FÓRUM NACIONAL DE ENTIDADES METROPOLITANAS, 2018). A cidade de Belém, sede da RMB, possui uma população estimada em 2019 de 1.492.745 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2020), perfazendo a metade de toda a região, que possui 2.491.052 habitantes

(FÓRUM NACIONAL DE ENTIDADES METROPOLITANAS, 2018) e área territorial de 1.059,466km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2020), conforme Figura 1.

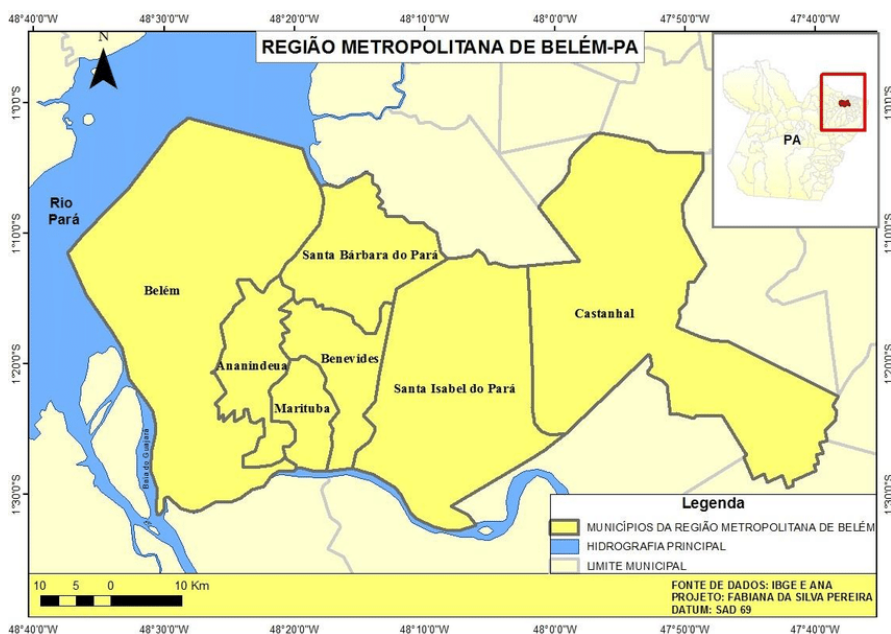


Figura 1 – Região Metropolitana de Belém (RBM). Fonte: Pereira e Viera, 2016

Belém caracteriza-se por seu clima quente e úmido, em função de sua localização na Amazônia legal e proximidade com a linha do Equador, e conforme as Normais Climatológicas de 1981-2010 (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2020), a temperatura do ar média anual é de 26,5°C e as máximas e mínimas variam entre 31,8 e 22,7°C, respectivamente. A umidade relativa do ar varia de 87,1% (estação chuvosa) a 82,3% (estação menos chuvosa) e a precipitação média anual é de 3.084,0 mm, variando entre o período mais chuvoso (dezembro a maio) e menos chuvoso (junho a novembro), sendo que 71,2% da precipitação total anual ocorre no período chuvoso (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2020).

A área de estudo compreende um ponto situado no Km 07 da Avenida Augusto Montenegro em Belém, no bairro Parque Verde, localizado na latitude de $1^{\circ}20'51''S$ e longitude $48^{\circ}24'39''O$ (Figura 2).



Figura 2 – Imagem da área da obra do BRT (linha em azul) e ponto de estudo (ponto em vermelho)

O ponto exato das coletas tem grande fluxo de trânsito por conter lombadas, semáforos e estreitamento da pista próximos uns aos outros. A área também é de fácil acesso, segura por conter uma movimentação mais lenta de carros e possui locais estratégicos para coleta de dados e realização de questionários (Figura 3).



Figura 3 - Local de Estudo. Fonte: Autor, 2016

A escolha do local para as coletas deu-se pelo fato do mesmo situar-se no ponto central da Avenida Augusto Montenegro, representando o local de maior congestionamento da via, segundo Affonso (2016), que afirma que “quanto maior o congestionamento maior a concentração de poluentes atmosféricos na superfície, bem como o aumento da temperatura do ar”.

3.2 Coleta e tratamento dos Dados

O período de coleta de dados da pesquisa ocorreu na época da construção do BRT no especificado anteriormente, corroborando para a escolha do local especialmente no que diz respeito à emissão de poluentes atmosféricos, parâmetros meteorológicos e emissão de ruídos, objetos de análise do presente trabalho.

A coleta dos dados foi feita a partir da pesquisa de campo no ponto selecionado. Foram medidas a concentração de CO₂, a umidade relativa do ar, a temperatura do ar e o ruído, por meio dos seguintes equipamentos:

- a) Medidor Portátil de CO₂: Esse equipamento faz a medição instantânea do CO₂ (ppm), Temperatura do ar (°C) e Umidade Relativa do Ar (%);
- b) Decibelímetro: Esse equipamento mede o Ruído (dB)

Os parâmetros foram coletados em dois períodos diferentes do ano, permitindo comparação dos resultados obtidos em ambos, considerando o avanço das obras do BRT, o tempo nos meses analisados e o tráfego do local.

A primeira coleta foi realizada no final do período chuvoso, nos dias 12, 14 e 17 de abril de 2016, e a segunda, no término do período seco, nos dias 1, 3 e 6 de novembro de 2016. Três horários foram estipulados para as coletas, visando diferenciá-los pelo fluxo de veículos e pela emissão solar, que foram 08:00, 12:00

e 20:00 horas. Para a coleta do ruído, em cada horário estipulado, foram feitas 5 medições com intervalo a cada 2 minutos, para obtenção da média aritmética.

Outro passo metodológico foi a aplicação de questionário no dia 07 de novembro de 2016, com intuito de coletar a percepção das pessoas que frequentam o local constantemente (ou moram próximo) a respeito da obra.

O questionário continha 3 (três) perguntas, de múltipla escolha, referentes a escolaridade, a finalidade da utilização do espaço e a percepção da existência de impactos negativos e positivos durante a obra do BRT, nesse último, foram oferecidas 05 (cinco) opções de impactos, positivos e negativos, dos quais os entrevistados deveriam marcar os 3 (três) maiores impactos. Este foi aplicado a uma amostra de 100 pessoas entre 16 e 50 anos de idade, sendo 30 preenchidos virtualmente, através de envio por e-mail para pessoas residentes e trabalhadoras no ponto de estudo, através da plataforma Google Forms; 40 por pessoas que estavam de passagem no local e 30 por pessoas que residem próximo ao local, permitindo uma análise e quali-quantitativa das respostas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Umidade Relativa do Ar

Os limites de calor que o ser humano consegue resistir dependem da umidade existente no ar. Ambientes com baixa umidade favorecem a evaporação do suor, aumentando assim a capacidade de resistência ao calor. Já se o ar estiver com umidade elevada, a evaporação é dificultada, ocasionando um mal-estar e um desconforto térmico e esse fato influencia na presença de “Ilhas de Calor Urbano” (LOWRY, 1967; AMORIM, DUBREUIL, CARDOSO, 2015; WERNECK, 2018).

Os valores encontrados para a umidade relativa do ar no local de estudo, conforme a Figura 4, apresentam números condizentes com o clima da cidade de Belém, chegando a ser registrado valores acima de 75% com regularidade.

A umidade sofre alteração de acordo com a temperatura no ambiente, uma vez que a mesma está diretamente relacionada com a retenção de vapor d'água na atmosfera. Assim, quanto maior a temperatura, mais calor é retido e menor fica a quantidade de vapor na atmosfera, diminuindo a umidade relativa do ar. Às 12:00h a umidade mostrou um decréscimo devido ao aumento da temperatura do ar, o que era esperado, conforme visualizado na Figura 4.

A Figura 4 ainda mostra que no período chuvoso, mês de abril, a umidade relativa média do ar foi de 78,4% e no período seco, mês de novembro, foi de 72,8%, valores bem abaixo da normal climatológica de 1981-2010, que são de 88,1% e 79,1% (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2020), respectivamente no período chuvoso (abril) e seco (novembro). Isso significa que, no ponto estudado essa diferença pode ocasionar um aumento de temperatura local e ausência de precipitação e conseqüente diminuição da qualidade do ar no ponto de estudo durante a construção do BRT, corroborando com os estudos de Menezes (2014).

Quando a umidade do ar é menor, significa menos gotículas de água na atmosfera e com isso a densidade do ar também é menor. Na época seca essa umidade é menor, conforme a Figura 4, facilitando a dispersão dos poluentes pelo fato do ar estar mais leve, favorecendo a não concentração das emissões veiculares próximo à superfície. Comparando as Figura 4 e 6, verifica-se que, conforme a umidade decai a concentração de CO₂ também decai, isso é comprovado também pelos estudos de Pozza, Nogarotto e De Lima (2020). Tal afirmação deve ser levada em consideração no planejamento das obras, fazendo com que as emissões se dispersem mais do que se concentram, evitando assim

a diminuição da qualidade do ar durante uma obra do BRT.

Além dos estudos de Pozza, Nogarotto e De Lima (2020), vários outros estudos, como de Statheropoulos, *et al.* (1998), Nicodemos *et al.* (2009), Dominick *et al.* (2012); Barros (2014), Luna *et al.* (2014), Kwon *et al.* (2015), também encontraram influências das variáveis meteorológicas com a emissão de poluentes atmosféricos, e a análise, em conjunto, dessas variáveis, devem ajudar no planejamento de obras nas áreas urbanas.

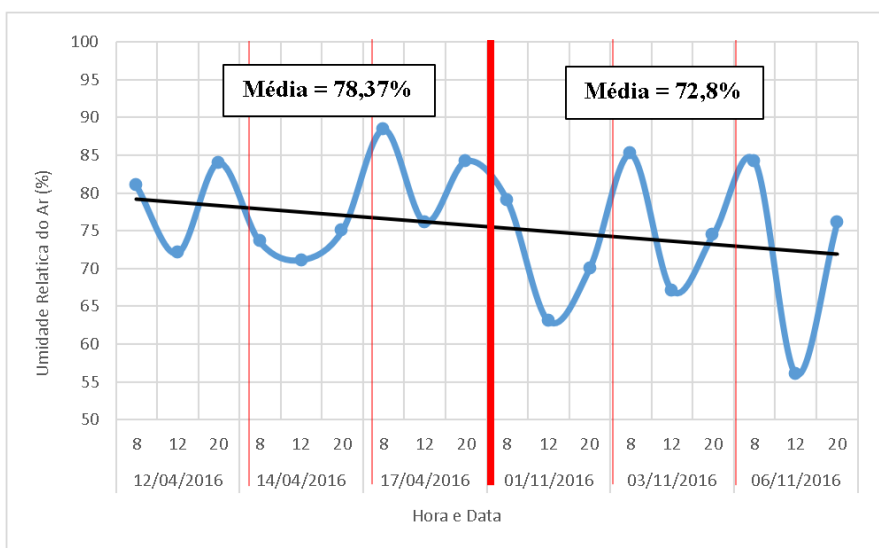


Figura 4 – Taxas de Umidade Relativa do Ar, valores médios de cada período e linha de tendência. Fonte: Autor, 2016

4.2 Temperatura

Os valores apresentados estão diretamente ligados aos períodos estudados, podendo-se observar maiores temperaturas no período menos chuvoso, principalmente no horário de 12:00 horas, quando o Sol tem maior incidência, chegando a atingir o máximo de 33,1°C, e o mínimo de 24,7°C às 20 horas,

porém, quando se trata de valores médios entre os dois períodos nota-se que, em ambos, a temperatura média do ar foi a mesma, com 28,9°C conforme mostrado na Figura 5.

Quanto maior for a urbanização na área, existe a tendência de temperaturas mais elevadas (SILVA JUNIOR, *et al.*, 2012), devido a queima de combustível fóssil, supressão da vegetação e o Albedo dos materiais construtivos, que é pequeno, havendo assim maior absorção de energia. Sendo assim, no período de construção do BRT, as temperatura foram elevadas, tanto no período chuvoso como no período menos chuvoso, com média de 28,9°C (Figura 5) interferindo no conforto térmico, essencial para a qualidade de vida da população (SILVA JUNIOR *et al.*, 2012).

A temperatura média nos dois períodos estudados, 28,9°C, conforme a Figura 5, foi consideravelmente mais elevada que as temperaturas das Normais Climatológicas de 1981-2010 (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2020), pois em abril foi registrado 26,2°C e em novembro foi 27,1°C, uma diferença de 2,7°C, em abril, e 1,8°C, em novembro, a mais em 2016.

A máxima temperatura no período chuvoso foi de 32,4°C e no período menos chuvoso foi de, 33,1°C o que, conforme Da Costa e Matos (2013), pode provocar vários problemas de saúde, como insolação e fadiga, sendo assim, é importante o planejamento das atividades, conforme os horários, durante o dia,

Tendo em vista que diversas árvores foram retiradas para a implantação de pavimento na Av. Augusto Montenegro para construção da obra, é preocupante os níveis de calor que o local pode apresentar. Visto que quanto mais áreas vegetadas no espaço, mais branda será a temperatura, pois a vegetação impede a incidência solar direta dos raios solares, impedindo que os mesmos atinjam a superfície, reduzindo, assim, o seu aquecimento (SILVA JUNIOR *et al.*, 2012).

A supressão vegetal na área estudada foi a alternativa tomada para que fosse possível o prosseguimento da obra. Porém, para que haja a compensação ambiental, a Lei Nº 8489 de 29 de Dezembro de 2005 da Política Municipal de Meio Ambiente de Belém cita “que fica obrigado o plantio de pelo menos uma árvore para cada uma suprimida em terreno ou via pública, em todo o Município de Belém” (BELÉM, 2020). Contudo, essa supressão prejudica o conforto térmico na região, pois segundo Martelli e Santos Jr. (2015), em seu estudo sobre a arborização urbana em Itapira-SP, afirmam que arborização influencia a temperatura e umidade relativa do ar, que são condicionantes para o conforto térmico, e esse mesmo resultado, porém *para o município de Teófilo Otoni – MG, foi achando pelos autores Machado e Jardim (2016).*

A Lei Nº 8489 também afirma que, caso haja a impossibilidade da preservação da vegetação, como é o caso do BRT, um novo espaço verde na área ou em outra definida pela Prefeitura Municipal de Belém deve ser criado, o que não ocorreu, até o momento

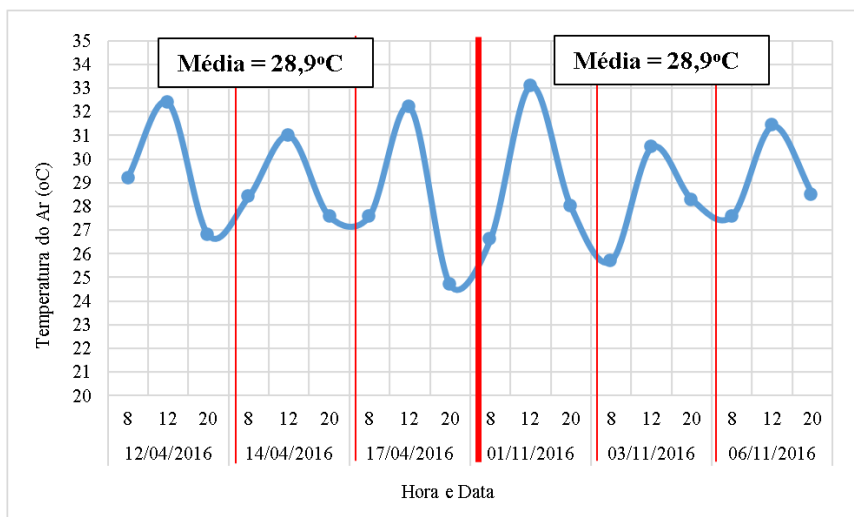


Figura 5 – Valores de Temperatura do Ar. Fonte: Autor, 2016

4.3 Qualidade do Ar

Pode-se observar, na Figura 6, que no horário das 20:00 e no período dos finais de semana, nos dias 17/04/2016 e 06/11/2020, a concentração de CO₂ tende a ser menor do que nos horários de 08:00 e 12:00, tanto no período menos chuvoso quanto no período chuvoso, e essa relação faz-se pelo baixo fluxo de veículos circulando na área, nestes horários e períodos, além do pequeno ou nenhum congestionamento, que durante o dia é causado pela presença dos veículos da obra. Tais afirmações também foram descritas por Landi (2018).

Também é possível observar que, com o avanço das obras, a concentração de CO₂ diminuiu nos últimos dias de coleta, chegando a atingir a menor concentração na análise, influenciando positivamente na qualidade do ar local, sendo registrado o valor de 464ppm. Esse fato leva a crer que congestionamentos alteram os padrões de condução, pois acelerações, frenagens, paradas e partidas aumentam os níveis de emissões (especialmente nas acelerações) quando comparadas a veículos em velocidade constante, conforme abordam Ferreira e Oliveira (2016) e Planeta... (2016).

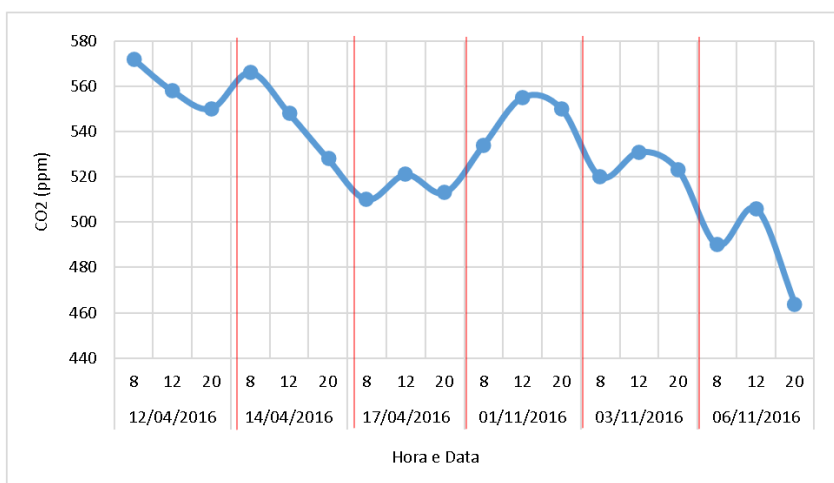


Figura 6 – Concentração de Dióxido de Carbono (CO₂). Fonte: Autor, 2016

No início da Revolução Industrial, a concentração de CO₂ era de 278 ppm, em 2015 essa concentração passou a 400 ppm, sendo considerada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) a nova média mundial, e em 2020, pela primeira vez, essa média global foi ultrapassada, chegando a 416,21 ppm (NAÇÕES UNIDAS, 2020)

Essas altas concentrações, tanto no período chuvoso como no menos chuvoso, servem como orientação ao poder público para que, em uma obra de grande porte como a do BRT, haja um planejamento e tomadas de decisões para melhor horário e período para os trabalhos, diminuindo, assim, os congestionamentos, aquecimento do ar e ruídos e conseqüentemente minimizando a poluição ambiental.

4.4 Qualidade Sonora

A Figura 7 mostra que nos horários de 08:00 e 12:00 os níveis de ruído registrados ficaram em torno de 70 e 80 decibéis, respectivamente, devido ao grande fluxo de pessoas, motocicletas e automóveis no local, sendo acima do permitido pela Lei Municipal de Belém n° 7990/00 (BELÉM, 2020), corroborando com os estudos de Magrini (1995). Os ruídos tendem a ficar menores com o final do dia devido à redução do tráfego, registrando-se, no horário de 20:00, valores em torno de 54 dB, ficando dentro dos padrões estabelecidos pela legislação municipal (BELÉM, 2020).

É notável a grande queda dos níveis sonoros aos domingos (dias 17/04 e 06/11/2016), resultante de um tráfego menos intenso e menos congestionamentos devido ao dia de descanso dos trabalhadores da construção do BRT.

Em uma análise temporal, na estação chuvosa (12, 14 e 17/04/2016) os ruídos são maiores, isso deve-se à precipitação na região, que tem

intensidade, frequência e quantidade elevados (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET, 2020), fazendo com que ocorra um abafamento do ruído aumentando a pressão sonora sobre a população. Por esse fato e devido ao grande aumento da frota de veículos em Belém nos últimos 10 anos, conforme afirma BRASIL (2020), é importante que o poder público faça o planejamento de rotas alternativas durante as obras de qualquer empreendimento para, assim, diminuir a poluição sonora.

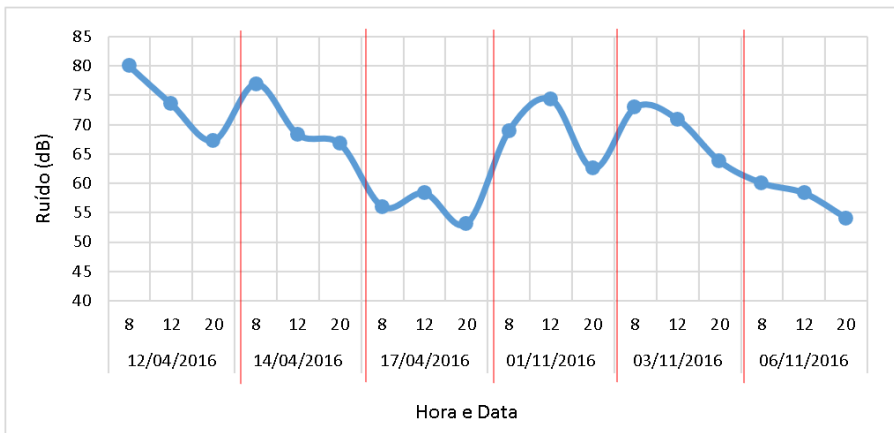


Figura 7 – Valores de Ruído em decibéis nos dias e horários de coleta. Fonte: Autor, 2016

4.5 Pesquisa de Opinião Pública

Com o objetivo de levantar o grau de informação que os entrevistados possuíam sobre os efeitos, impactos ambientais, que a construção da obra do BRT poderia causar, foi levantada a questão do nível de escolaridade, ou seja, o grau de instrução. A partir disso, o Gráfico 1 mostra que 73% das pessoas entrevistadas não possuía nível superior, inferindo-se que a maioria do grupo de entrevistados provavelmente detinha pouco conhecimento sobre quais impactos ambientais poderiam ser gerados e que consequências trariam à saúde e ao meio ambiente.

Após o levantamento da escolaridade foi feita a pergunta, aos entrevistados, sobre a finalidade da visita ao local e foi constatado que 30% reside no local, 35% trabalha e 14% estuda, ou seja, 79% dos entrevistados passam pelo menos 4 horas na localidade, conforme mostrado no Gráfico 2.

Para finalizar foi questionado, aos entrevistados, sobre os impactos ambientais no local, em função do grande congestionamento gerando pela obra do BRT, e conforme o Gráfico 3 foi comprovado que 43% dos entrevistados identificaram que os riscos ambientais são os que mais afetam a qualidade de vida da população, seguido pela poluição atmosférica com 22% e o desconforto térmico com 16%.

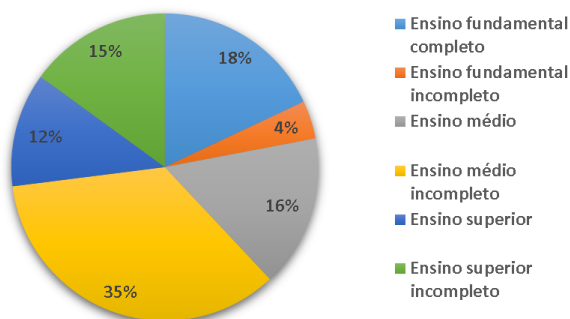


Gráfico 1 – Escolaridade. Fonte: Autor, 2016

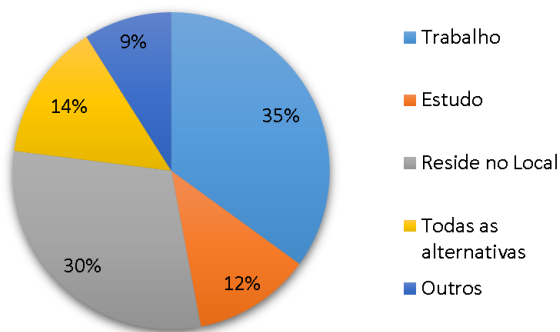


Gráfico 2- Finalidade da visita. Fonte: Autor, 2016

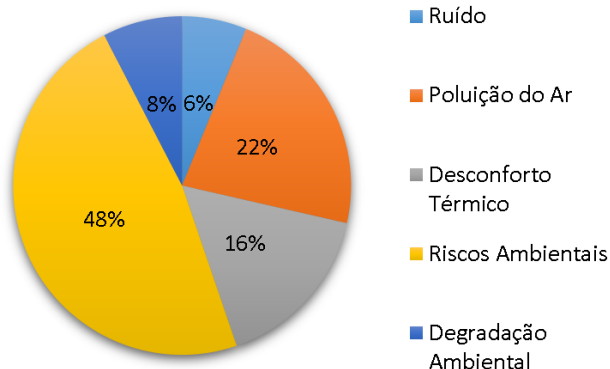


Gráfico 3 - Impactos negativos. Fonte: Autor, 2016

Conforme o cruzamento das informações contidas nos Gráficos 1 e 3 os autores puderem identificar, através das respostas dos entrevistados com ensino superior completo ou incompleto, 27% (Gráfico 2), que souberam identificar que os impactos ambientais gerados pela obra, afetam diretamente a qualidade do meio ambiente, ou seja, a instrução torna-se importante no entendimento da preservação do meio ambiente, corroborando com o estudo de Mendonça e Colesanti (2015).

A área de estudo está localizada na periferia de Belém, onde encontra-se a população menos favorecida da cidade, conforme identificou De Souza e Galvão (2013) e essa informação demonstra, juntamente com a escolaridade (GRÁFICO 1) e identificação dos impactos ambientais (GRÁFICO 3) que a maioria (56%) dos entrevistados não acharam que os danos atmosféricos (ruído, poluentes e desconforto térmico) eram os mais evidentes durante a obra do BRT, com isso é de suma importância que o poder público informe a população dos problemas gerados e o que podem ocasionar à saúde de todos, através da educação ambiental, conforme Brussamarelo *et al.* (2016).

O resultado mostra que, com o grande número de acidentes envolvendo o BRT e toda sua repercussão em portais de comunicação, todos os 100 entrevistados

assinalaram que o risco de acidentes é o maior impacto negativo da obra, o que se deve, segundo eles, ao estreitamento da pista na Augusto Montenegro, forçando ciclistas e pedestres a invadirem por conta da ausência de uma ciclofaixa e calçadas, além disso, ainda se tem a falta de conscientização de pedestres para atravessar na faixa de trânsito, causando grandes congestionamentos, e com isso não havendo planejamento para melhoria na vida da população.

O segundo impacto negativo mais citado, com 22%, (Gráfico 3) pelos entrevistados, foi a poluição do ar, que é facilmente perceptível devido ao grande número de veículos no local e às partículas de poeira que a obra gera. Já o desconforto térmico foi o terceiro impacto negativo mais citado, com 16%, com alguns moradores da área relatando que o calor é tão intenso que chegam a sentir dores de cabeça e estresse durante o período de 12:00 até as 16:00 horas.

Os ruídos, foram identificados como o 4º maior impacto negativo, com somente 8% (Gráfico 3). Essa variável foi escolhida, em sua maioria, pelos habitantes da área, que relataram acordar com buzinas todos os dias, em função, também, do aumento de congestionamentos por causa da obra. O fato da população já ter um certo costume com poluição sonora, justamente pela falta de uma fiscalização efetiva, pode ter influenciado na baixa frequência de respostas.

Em último se encontra a degradação ambiental que, mesmo com o alto acúmulo de resíduos e de água na área de estudo, entre outros fatores, não foi assinalada como um impacto relevante por grande parte das pessoas, demonstrando a falta de conscientização ambiental ou, até mesmo, falta de conhecimento devido a uma política ambiental pouco eficaz.

Com relação aos impactos positivos, os entrevistados relataram sobre aos benefícios que o BRT pode trazer para a cidade e sua mobilidade, após o término da obra. Cerca de 84% dos entrevistados responderam que haverá melhoria do

tráfego, com diminuição do tempo de trajeto para chegar de um ponto a outro, transporte mais econômico, diminuição da frota de ônibus na cidade, além de causar menos poluição e mais conforto para os moradores da cidade. Os 16% restantes acreditam que a obra não trará benefício nenhum e que sua construção foi um erro de administração da prefeitura, prejudicando a circulação dos automóveis devido ao estreitamento das pistas adjacentes, aumento de índice de acidentes, mal planejamento e irregularidades.

Este resultado aponta que a maioria das pessoas possui confiança de que o BRT irá solucionar os problemas que Belém tem enfrentado durante anos. Entretanto, com uma visão mais cética, alguns entrevistados não julgam o projeto como a resposta para os congestionamentos e sim como um agravante do mesmo. Hoje (ano de 2020) o congestionamento ainda não foi totalmente sanado, pois a circulação da frota de ônibus não foi diminuída com o início do funcionamento do BRT.

Desse modo, existem dois pontos a se levar em consideração em uma obra do BRT, o período de construção e sua implementação/funcionamento. O BRT de Belém iniciou em janeiro de 2012, sendo finalizado somente em janeiro de 2020, segundo o jornal Diário On line em seu artigo Sem BRT... (2020), e com isso ainda não se tem informações da diminuição na emissão de poluentes atmosféricos, porém a presente pesquisa é baseada no período de construção do sistema do BRT no local escolhido no ano de 2016, sendo considerada a grande quantidade gerada de resíduos de construção, emissão de poluentes atmosféricos, alteração do microclima da região, aumento da pressão sonora e a retirada da vegetação, ou seja, fatores que impactam na degradação ambiental. Mas é importante enfatizar que, no momento em que o sistema inicia seu funcionamento, o mesmo trará benefícios ao transporte público de Belém, objetivando contribuir para a reestruturação da mobilidade na Região

Metropolitana e aumentando a qualidade de vida da população local, conforme afirma Hoshino Neta (2019). A autora ainda conclui que, com a implantação do BRT, ocorrerão menos emissões de poluentes atmosféricos, bem como diminuição da temperatura do ar, favorecendo então a melhoria do conforto término na área.

5. CONCLUSÃO

Visto os resultados obtidos no presente estudo, pode-se afirmar que as obras do BRT poderiam ter tido melhor planejamento pelo poder público, ocasionando menos impactos negativos à população e ao meio ambiente, como os citados aumentos da temperatura, diminuição da umidade, aumento da emissão de poluentes atmosféricos e aumento de ruídos, em função dos padrões estabelecidos pela legislação.

Toda obra possui inconvenientes, porém a falta de fiscalização adequada acarreta em um agravamento da situação. Também é necessária uma conscientização ambiental dos cidadãos para a diminuição dos impactos gerados pela obra.

Não é possível afirmar de maneira definitiva que o BRT será a solução para o tráfego de Belém, pois a cidade continua crescendo de maneira desordenada. Com a frota de veículos aumentando cada vez mais ao longo dos anos, somado ao estreitamento da Avenida Augusto Montenegro para a via segregada do BRT, serão necessárias novas alternativas muito brevemente para a capital paraense.

Os valores de decibéis também foram decrescidos, mas, assim como na concentração de CO₂, continuam com valores que afetam a saúde de pessoas se forem expostas por muito tempo.

O risco de acidentes ainda é alto nos trechos da obra, apesar de diversas

sinalizações e reportagens alertando sobre o perigo, a imprudência de motoristas e pedestres ainda é predominante, sendo necessário um programa de reeducação no trânsito para a população.

De acordo com a população belenense que frequenta a área estudada, o BRT trará mais benefícios do que malefícios, melhorando o tráfego, diminuindo a poluição e trazendo mais conforto para os moradores. Entretanto uma pequena parte acredita que sua construção não trará resultados positivos para a cidade.

Desse modo, conclui-se que, apesar das adversidades enfrentadas durante a obra do BRT, a sua instalação tem mostrado avanços positivos tanto em opinião popular quanto em impactos ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALKOKIN, P.; ERGUN, M. Istanbul Metrobüs: first intercontinental BUS Rapid Transit. *Journal of Transport Geography*, Vol. 24, pp. 58-66. 2012.
- AFFONSO, N.S.N.S. (2016). **Mobilidade sustentável no Brasil: é possível?**. P86-95 In: ALMEIDA, Evaristo, org. *Mobilidade Urbana no Brasil*. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 624 p.
- AMORIM, M.C.C.T.; DUBREUIL, V.; CARDOSO, R.S. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em presidente prudente (SP) – BRASIL. *Revista Brasileira de Climatologia*. a.11, v.16, Jan/Jul, 2015.
- BARROS, L. V. L. Avaliação da relação entre parâmetros meteorológicos e concentrações de material particulado inalável (MP10) no campus da UFSC. 2014. 88 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- BELÉM. Leis Municipais, LEI Nº 8489, de 29 de dezembro de 2005. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pa/b/belem/lei-ordinaria/2005/848/8489/>>

- lei-ordinaria-n-8489-2005-institui-a-politica-e-o-sistema-de-meio-ambiente-do-municipio-de-belem-e-da-outras-providencias>. Acessado em: 6 de jun. de 2020.
- BELÉM. Leis Municipais, LEI Nº 7990/00, de 10 de janeiro de 2000. Disponível em: <www.LeisMunicipais.com.br>. Acesso em: 06 de jun. de 2020
- Belém terá um milhão de veículos em 2021, aponta Detran-PA. **O Liberal**, Belém, 24 de set. de 2014. Disponível em: <<http://www.ormnews.com.br/noticia/belem-tera-um-milhao-de-veiculos-em-2021-aponta-detran-pa>>. Acesso em: 20 de out. de 2016.
- BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Frota de Veículos de 2020. Disponível em: <<http://infraestrutura.gov.br/portarias-denatran/115-portal-denatran/9484-frota-de-ve%C3%ADculos-2020.html>>. Acesso em: 29 de jun. de 2020.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. Resolução CONAMA nº 001, de 08 de dezembro de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 20 de nov. de 2016.
- BRASIL, Lei 9.503, de 23 setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Diário Oficial da União, Brasília, v. 9, p. 21201, 24 set. 1997. Seção 1.
- BRUSAMARELO, D.; PIRES, L.L.A.; LONGHIN, S.R.; DA LUZ, A.R.; DE MIRANDA, D.G. A educação ambiental no contexto da evolução da ciência, tecnologia e sociedade. Revista HISTEDBR On-line, Campinas, nº 69, p. 336-346, set 2016 – ISSN: 1676-2584.
- CAMPOS, B. (2016). Frota de automóveis no Pará deve ultrapassar 1 milhão até 2022. Disponível em <<http://segup.pa.gov.br/node/2037>>. Acesso em: 16 de nov. de 2016.
- CERVERO, R.; KANG, C. D. (2011). Bus rapid transit impacts on land uses and land values in Seoul, Korea. *Transport Policy*, v. 18, p. 102-116.
- MENDONÇA, M.G.; COLESANTI, M.T.M. reflexões sobre teoria e prática em educação ambiental: estudo de caso da percepção ambiental da população do município de Uberlândia (MG). *Caminhos de Geografia Uberlândia* v. 16, n. 56 Dez/2015 p.

185-206. 1

- CONSTANTE, M.S. O direito ao meio ambiente equilibrado e a criação de espaços públicos para regradar a poluição sonora veicular. Caxias do Sul – RS. Dissertação de Mestrado da Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-graduação em Direito, 2018.
- DA COSTA, A. C. L. D.; MATTOS, A. (2013). Variações sazonais da ilha de calor urbana na cidade de Belém-PA. In: Congresso Brasileiro De Meteorologia, 2000, Rio de Janeiro – RJ. v. 11.
- DE SOUZA, R.D.P.; GALVÃO, L. (2013) Formas da produção habitacional na “Nova Belém”: estudo comparativo dos diferentes tipos de produção habitacional ao longo da Av. Augusto Montenegro, Belém (PA) e suas tendências de consolidação. In: Anais: Encontros Nacionais da ANPUR, Recife - Pernambuco. v. 15.
- DELGADO, O.; MARTÍNRRZ, J. Elaboración del mapa de ruido del área urbana de la Ciudad de Cuenca – Ecuador, empleando la técnica de interpolación geoestadística Kriging ordinário. Revista Ciencias Espaciales. v.8, n.1, p. 411-440, 2015.
- DOMINICK, D., JUAHIR, H., LATIF, M. T., ZAIN, S. M., ARIS, A. Z. (2012) Spatial assessment of air quality patterns in Malaysia using multivariate analysis. Atmospheric Environment, 60, 172-181. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.06.021>
- SEM BRT, VIA EXPRESSA COMPLETA UM ANO. **Diário do Pará**, Belém, 20 de jan. de 2015. Disponível em: <<https://www.diarioonline.com.br/noticias/para/561561/brt-obras-se-estendem-por-8-anos-e-somam-problemas>>. Acesso em: 06 de jun. de 2020.
- FERREIRA, C.C.M; OLIVEIRA, D.E. Estimativa da poluição veicular e qualidade do ar nas Principais vias do sistema viário da região central da Cidade de Juiz de Fora – MG. Revista do Departamento de Geografia. Volume Especial, p. 98-114. 2016.
- FERREIRA, D.Q.G. (2012). Financiamento a BRTs: a experiência internacional do

BNDES. Revista do BNDES. Rio de Janeiro, v. 38, p. 5-50.

FLORENCIO, Débora Nogueira Pinto. Avaliação do mapa sonoro de tráfego veicular no município de Natal/RN. 2018. 208f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

FÓRUM NACIONAL DE ENTIDADES METROPOLITANAS – FNEM. Região Metropolitana de Belém. Disponível em: <<http://fnembrasil.org/regiao-metropolitana-de-belem-pa/>> Acesso em: 28 de jun. de 2020.

HIDALGO, D; GUTIÉRREZ, L. (2013) BRT and BHLS around the world: explosive growth, large positive impacts and many issues outstanding. Research in Transportation Economics. Cardiff, v. 39, n. 1, p.8-13.

HOSHINO NETA, C.S; Potencial de redução de emissões atmosféricas a partir da implantação do BRT: estudo de caso em Belém – PA. Campinas – SP. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades e Estados. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/belem.html>>. Acesso em: 28 de jun. de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Frotas de Veículos. Disponível em:<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/belem/pesquisa/22/28120?ano=2018&tipo=grafico>. Acesso em: 29 de jun. de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. Normais Climatológicas do Brasil. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normais Climatologicas](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normais%20Climatologicas). Acesso em: 28 de jun. de 2020.

INSTITUTE FOR TRANSPORTATION & DEVELOPMENT POLICY. WHAT IS BRT? Disponível em: <<https://www.itdp.org/library/standards-and-guides/the-bus-rapid-transit-standard/what-is-brt>>. Acesso em: 10 de mai. de 2016.

- KWON, S-B., JEONG, W., PARK, D., KIM, K-T., CHO, K. H. (2015) A multivariate study for characterizing particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) in Seoul metropolitan subway stations, Korea. *Journal of Hazardous Materials*, 297, 295-303. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ebiom.2015.04.005>
- LANDI, T.A.P. Avaliação de cenários para redução da poluição do ar no Centro de Londrina-PR. Trabalho de Conclusão de Curso. Londrina-PR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento de Engenharia Ambiental. 2018.
- LOWRY, W.P. (1967) The climate of cities. *Scientific American*, v.217, n.2, p.15-23
- LUNA, A. S., PAREDES, M. L. L., DE OLIVEIRA, G. C. G., CORRÊA, S. M. (2014) Prediction of ozone concentration in tropospheric levels using artificial neural networks and support vector machine at Rio de Janeiro, Brazil. *Atmospheric Environment*, v.98, p.98-104. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.08.060>.
- MACHADO, F.L.V.; JARDIM, C.H. Variações de temperatura e umidade relativa do ar em áreas urbanas, rurais e fragmentos florestais no município de Teófilo Otoni (MG). XII SBCG. Variabilidade e suscetibilidade climática: implicações ecossistêmicas e sócias. Realizado em 25 a 29 de outubro de 2016 Goiânia (GO)/UFG.
- MAGIOLI, F.B.; TORRES, J.C.B. Influência das transformações urbanas no conforto acústico: estudo-piloto da cidade universitária da UFRJ. *Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)*, v.10, n.2, p.400-413. maio/ago, 2018.
- MAGRINI, R.J. Poluição sonora e lei do silencio. RJ nº 216. Out/1995.
- MARCELO, C.B. Sons e Formas. As barreiras acústicas na atenuação do ruído na cidade. Dissertação de Mestrado. São Paulo – SP. Universidade Plesbiteriana Mackenzie, Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. 2006. Disponível em: <<http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/2577>>. Acesso em: 08 de jul. de 2020.
- MARTELLI, A.; SANTOS Jr, A.R. Arborização Urbana do município de Itapira – SP:

perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFESM Santa Maria. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. ISSN 2236 1170 - v.19, n.2, mai-ago, p. 1018-1031, 2015.

MENEZES, A.L.C. **Congestionamento de Tráfego de Veículos e Emissão de Poluentes Atmosféricos Veiculares: uma Análise de suas Interrelações no Município de São Paulo**. 2014. 132f. Dissertação (Mestrado em Administração, Gestão Pública e Sustentabilidade) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, São Paulo, 2014.

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. Acesso à Informação, 2020. Estatística Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em: <https://infraestrutura.gov.br/denatran>. Acesso em: 05 de jul. de 2020.

MOROTOMI, I.M.O; TOURINHO, H.L.Z. Políticas nacionais de transportes e o planejamento de transportes na Região Metropolitana de Belém, Revista dos Transportes Públicos-ANTP, v. 37, p. 211-222, 2014.

MOROTOMI, I.M.O.; TOURINHO, H.L.Z. Sistemas Bus Rapid Transit e a dinâmica dos centros principais. S.d. Disponível em <http://www.anpet.org.br/ssat/interface/content/autor/trabalhos/publicacao/2013/267_RT.pdf>. Acesso em: 13 de jul. de 2016.

NAÇÕES UNIDAS. Nações Unidas Brasil. 2020. Concentração global de CO2 bate recorde mesmo durante crise da COVID-19. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/concentracao-global-de-co2-bate-recorde-mesmo-durante-crise-da-covid-19/>>. Acesso em: 11 de jul. de 2020.

NEVES, P.B. Problemas nas obras do BRT de Belém. **Monilize**, 2014. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/noticias/5702/pesquisadora-fala-sobre-problemas-nas-obras-do-brt-de-belem.html>. Acesso em: 12 de jul. de 2020.

NICODEMOS, R. M.; JESUS, A. R. DE; FOUTOURA, R. S.; BARROZO, M. A. S. (2009) Estudo da relação entre variáveis meteorológicas e concentração de MP10 no

- centro da cidade de Uberlândia- MG. In: VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 2009, Uberlândia. Anais...Uberlândia, 2009, 8 p.
- OBRA DO BRT EM BELÉM DEVERIA DURAR 18 MESES, MAS JÁ SE ARRASTA POR QUASE UMA DÉCADA. G1 Pará, Belém, 28 de jun. de 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/obra-do-brt-em-belem-deveria-durar-18-meses-mas-ja-se-arrasta-por-quase-uma-decada.ghtml>>. Acesso em: 12 de jul. de 2020.
- Oliveira, G.T.; De Andrade, C.E.S.; Junior, I.C.L. Nassi, C.D.; Linke, C.C. Redução de Emissões de Dióxido de Carbono com a Implementação do BRT Transoeste Na Cidade do Rio de Janeiro. Curitiba-PR, 28º Congresso de Pesquisa e Ensino de Transporte da ANPET, 2014.
- PARISI, A.C.; BRASIL, A.C.M. DA SILVA, C.P.; PEREIRA, E.S.; DE ARRUDA, F.S. Impacto da implantação de “bus rapid transit” (brt) na emissão de poluentes: estudo de caso BRT Sul no Distrito Federal. Gramado-RS, 32º Congresso de Pesquisa e Ensino de Transporte da ANPET, 2018.
- PINTO, D.N.; DE ARAÚJO, V.M.D.; DE ARAÚJO, B.C.D.; GOMES, R.N. (2013) Impacto do ruído de tráfego: estudo de caso no bairro de Lagoa Nova, Natal-RN. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v.6, p. 28-37. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/22557/13618>>, Acesso em: 13 de jul. de 2016.
- PADRÃO, L.G.B; ROCHA, G.M. Comunicação Pública na Gestão Pública: Sustentabilidade, Mobilidade Urbana e o Caso do BRT – Belém. In: Colóquio Organizações, Desenvolvimento & Sustentabilidade “Novos Caminhos para Gestão Organizacional, IV., 2013, Belém-PA, **Anais**. Belém. 2013. p. 207-234.
- PEREIRA, F.S; VIEIRA, I.C.G. Expansão urbana da Região Metropolitana de Belém sob a ótica de um sistema de índices de sustentabilidade. Revista Ambiente e Água. v. 11, n. 3, p. 731-744, 2016.
- PLANETA ULTRAPASSA MARCA DE 400PPM DE CO₂ DE FORMA PERMANENTE.

- O GLOBO**, 2016. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/sociedade/sustentabilidade/planeta-ultrapassa-marca-de-400-ppm-de-co2-de-forma-permanente-20192022>>. Acesso em: 15 de nov. de 2016.
- PLANO MUNICIPAL DE BELÉM - PMB. Revisão do Plano Diretor do Município de Belém. Prefeitura Municipal de Belém. 2006. Disponível em: <<http://www.belem.pa.gov.br/planodiretor/index.php>>. Acesso em: 28 de jun. de 2020.
- PINTO, F.A.N. C.; MORENO, M.D. **Mapa de ruído de barrios densamente poblados: Ejemplo de Copacabana, Rio de Janeiro – Brasil**. VI Congresso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008. Buenos Aires, 2008.
- PIRES, M; FORTE, J. (2016) Ocupação desordenada assombra capital paraense. Disponível em <<http://www.leijaja.com/noticias/2016/01/12/ocupacao-desordenada-assombra-capital-paraense/>>. Acesso em: 05 de nov. de 2016.
- PORTUGAL. CÂMARA MUNICIPAL DE LISBOA. **Mapa de ruídos**. Disponível em: <http://www.cmlisboa.pt/viver/ambiente/ruído/mapas-de-ruído>. Acesso em: 09 de jul. de 2020.
- POZZA, S.A., NOGAROTTO, D.C., DE LIMA, M.R.G. Análise de componentes principais para verificar relação entre variáveis meteorológicas e a concentração de MP10. HOLOS, a.36, v.1, e8649, 2020.
- SANTOS, G.A.O. (2015) Avaliação de poluição sonora de tráfego nas proximidades de estações-tubo em diferentes áreas de zoneamento da cidade de Curitiba. 110p. (CDD: 363.74). Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial) - parceria Universidade Federal do Paraná, SENAI e Universidade de Stuttgart.
- SUPERINTENDÊNCIA EXECUTIVA DE MOBILIDADE URBANA DE BELÉM - SEMOB. (2016) Obras do BRT começam na Avenida Augusto Montenegro. Disponível em: <<http://www.belem.pa.gov.br/semob/site/?p=3277>>. Acesso em: 02 de dez. de 2016

- SILVA JUNIOR, J.A.; DA COSTA, A.C.L.; PEZZUTI, J.C.B.; DA COSTA, R.F.; GALBRAITH, D. Análise da distribuição espacial do conforto térmico na cidade de Belém, PA no período menos chuvoso. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v.5, n. 2, p.218-232. 2012.
- SILVA, M.P.; DA SILVA, D.S. Avaliação de impactos ambientais em projeto rodoviário urbano: estudo de caso Americana/SP. *Revista Ciência e Tecnologia – UNISAL*. v.16, n.28/29, p.1-11. 2013.
- SMITH, M.E. Porcentagem da poluição do ar é devida aos carros. Disponível em: <[http://www.meioambientenews.com.br/conteudo.ler.php?q\[1%7Cconteudo.idcategoria\]=42&id=5911](http://www.meioambientenews.com.br/conteudo.ler.php?q[1%7Cconteudo.idcategoria]=42&id=5911)>. Acesso em: 05 de ago. de 2016.
- STATHEROPOULOS, M., VASSILIADIS, N., PAPPA, A. Principal Component and Canonical Correlation analysis for examining air pollution and meteorological data. *Atmospheric Environment*, 32 (6), 1087-1095. 1998.
- TORRES, C.A.; BEZERRA, L.B.; AZEVEDO FILHO, M.A.N. Avaliação do desempenho da segurança viária do *BUS RAPID TRANSIT* da Avenida Bezerra De Menezes. Gramado-RS, 32º Congresso de Pesquisa e Ensino de Transporte da ANPET, 2018.
- TRUPPEL FILHO, J.O.; TOASSI, R.F.T.; HENKES, J.A. (2015) O ruído das ruas: da conscientização ao crime de poluição sonora. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*. v.4, n.1, p.197-216.
- WERNECK, D.R. Estratégias de mitigação das ilhas de calor urbanas: estudo de caso em áreas comerciais em Brasília - DF. 2018. 118p., Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.
- WRIGHT, L. (2003) *Bus Rapid Transit – Module 3b. Sustainable transport: a sourcebook for policy-makers in developing cities*. 41 p. Disponível em: <http://discovery.ucl.ac.uk/112/1/BRT_e-book.pdf>. Acesso em: 24 de set. de 2016.

ZANOLLI, P.R. (2015) Avaliação dos impactos ambientais gerados pelos automóveis na cidade de Ilha Solteira-SP. 54p. (Z33a). Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira.