

Exposição à poluição durante a gestação e ocorrência de abortamento espontâneo

Vanalda Costa Silva^{I, II}
Rômulo Cesar Rezzo Pires^{III}
Hevellyn Esther Pereira Silva^{IV}
Élida Maria dos Santos Lopes^{IV}

Álvaro Henrique Andrade Lira^{IV}
Adauto Luís Moraes Pestana^V
Jorge Luiz Silva Nunes^{II, VI}

Resumo: Realizou-se um estudo transversal para estimar a prevalência de abortamento espontâneo em 360 mulheres distribuídas em área de maior e menor exposição à poluição atmosférica proveniente do tráfego de veículos na Ilha de São Luís-MA e identificação de variáveis associadas. As participantes foram entrevistadas e os dados coletados foram submetidos à regressão logística bivariada e multivariada. A prevalência geral de aborto espontâneo foi 15,83%, correspondendo a 25,56% (n=180) na área de maior exposição e 6,11% (n=180) na área de menor exposição. Associaram-se ao aborto espontâneo o etilismo materno (OR=3,11), a presença de IST na gestação (OR=2,74), viver na área de alta exposição (OR=8,32), ter sofrido violência física ou psicológica na gestação (OR=4,25) e a ocorrência de abortamento de repetição (OR=39,11). Os resultados apontam para uma possível contribuição da poluição do ar proveniente do tráfego de veículos como fator de risco na etiologia do aborto espontâneo.

Palavras-chave: Aborto espontâneo; Poluição atmosférica. Tráfego veicular. Epidemiologia. Perda gestacional precoce.

^I Escola de Saúde Pública (ESP), São Luís, Maranhão, Brasil.

^{II} Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente – Universidade Federal do Maranhão, Brasil

^{III} Secretaria Estadual de Educação, São Luís, Maranhão, Brasil.

^{IV} Faculdade do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.

^V Secretaria Municipal de Educação, São Luís, Maranhão, Brasil.

^{VI} Universidade Federal do Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil.

São Paulo. Vol. 25, 2022

Artigo Original

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200134r2vu2022L2AO>

Introdução

A poluição do ar é definida pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como a contaminação do ambiente interno ou externo por qualquer agente químico, físico ou biológico que modifique as características naturais da atmosfera, representando um dos principais desafios ambientais globais da atualidade. Além disso, a poluição do ar é responsável por sete milhões de mortes prematuras, das quais 3,7 milhões são atribuídas à poluição do ar ao ar livre (OMS, 2014).

A poluição do ar está relacionada à diminuição da expectativa de vida, morbidade e mortalidade, principalmente por doenças respiratórias e cardiovasculares (DADBAKSHI et al., 2015; DASTOORPOOR et al., 2016; 2018; GOUDARZI et al., 2015; GOUDARZI et al., 2016; HASHEMI et al., 2014; KHANJANI et al., 2012; VAHEDIAN et al., 2017).

Uma revisão sobre os impactos à saúde humana do material particulado (PM) mostrou que existe associação da exposição a este tipo de poluente e a ocorrência de diversos agravos, que inclui mortes prematuras, admissões hospitalares, crise asmática, bronquite crônica, câncer, doenças cardiovasculares e diabetes (KIM; KABIE; KABIR, 2015). Projeções da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico indicam que o material particulado, um dos principais poluentes do ar, será a segunda causa de mortes prematuras em 2050 (OECD, 2012).

Evidências consistentes indicam que a exposição materna à poluição do ar também contribui para o aumento dos riscos de desfechos adversos ao nascimento, podendo relacionar-se ao baixo peso ao nascer (PEDERSEN et al., 2013), prematuridade (LI et al., 2016), óbitos fetais (FAIZ et al., 2012), pré-eclâmpsia (DADVAND et al., 2013), restrição de crescimento intrauterino (PARKER et al., 2005) e aborto espontâneo (ENKHMAA et al., 2014; MORIDI et al., 2014; DASTOORPOOR et al., 2016; 2017; DI CIAULA; BILANCIA, 2015; GREEN et al., 2009; HA et al., 2018; HOU et al., 2014; LEISER et al., 2019; MORDI; ZIAEI; KAZEMNEJAD, 2014; PEREIRA et al., 1998).

O abortamento espontâneo é a complicação mais comum da gravidez, ocorrendo em 6,5% a 21% das gestações, além de que 75% dos casos acontecem entre a 7^a e a 15^a semanas da gravidez. Sua etiologia é multifatorial e heterogênea, não sendo totalmente compreendida e podendo resultar de fatores genéticos (anomalias cromossômicas e mutações gênicas), toxinas ambientais (drogas e radiação ionizante), agentes infecciosos (vírus e bactérias), anormalidades uterinas (malformações, fibrose e insuficiência cervical) e outros fatores paternos e maternos, como doenças crônicas (BRASIL, 2009; 2011; 2012).

Uma revisão sistemática de estudos observacionais avaliou o efeito da exposição à poluição do ar e a ocorrência de desfechos reprodutivos desfavoráveis.

Os resultados sugerem que a exposição a poluentes do ar, como material particulado (PM), monóxido de carbono (CO) e fumaça de cozimento, pode estar associada a um risco aumentado de natimortalidade e abortamento espontâneo. A exposição ao PM_{10} durante toda a gravidez associou-se a um aumento do risco de aborto espontâneo, e a exposição ao $PM_{2,5}$ e PM_{10} no terceiro trimestre pode aumentar o risco de natimortos. A exposição ao CO durante o primeiro trimestre da gravidez foi associada a um risco aumentado de aborto espontâneo e a exposição durante o terceiro trimestre foi associada a um risco aumentado de natimorto (GRIPPO et al., 2018).

Diversos estudos têm examinado os efeitos da poluição atmosférica na saúde humana através da utilização de medidas indiretas de exposição, tais como a exposição ao tráfego de veículos. Desse modo, os estudos referentes à poluição atmosférica e tráfego veicular mostram que diferentes indicadores do tráfego veicular têm sido utilizados para caracterizar a poluição atmosférica, tais como aqueles que analisaram como indicador as distâncias de determinados locais, como da residência ou da escola até as vias, ou a densidade de veículos ou comprimento e a densidade de vias em setores censitários ou *buffers*; outros empregaram o fluxo de veículos nas vias de interesse ou utilizaram uma combinação de vários indicadores (HABERMANN; MEDEIROS; GOUVEIA, 2011).

A mistura composta por gases liberados por escapamentos de veículos, poluentes secundários formados na atmosfera, emissões evaporativas dos veículos e emissões de não combustão (por exemplo, poeira das estradas, desgaste de pneus) é chamada de poluição do ar relacionada ao tráfego (TRAP). A exposição ao tráfego veicular tendo como indicador apenas a distância consiste no uso de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para mapear um local de interesse e sua distância até uma ou mais vias de tráfego (MATZ et al., 2019).

O modelo TRAP pressupõe que as emissões dos veículos nas vias se aproximam de uma distribuição gaussiana (normal) e que 96% dos poluentes emitidos pelo tráfego veicular se dispersam em até 500 pés (150 m) do centro da via, ou seja, quanto maior o fluxo na via, maior a emissão dos poluentes veiculares, aumentando as concentrações dos mesmos no espaço urbano, principalmente nas residências próximas às vias mais movimentadas (PEARSON; WACHTEL; EBI, 2000).

São Luís, capital do estado do Maranhão, possui uma população de 1.101.888 habitantes e uma frota veicular estimada de 402.961, correspondendo a quase 1 carro para cada 2,73 habitantes. Somente entre os anos de 2006 e 2018, houve um aumento da ordem de 169% na frota de veículos da capital maranhense (IBGE, 2020).

Destacam-se também os dados referentes ao quantitativo de queimadas

no estado do Maranhão. No ano de 2019, o estado liderou o ranking de focos de queimadas entre as unidades federadas do Brasil e os dados referentes ao mês de janeiro de 2020 mostram um registro de quarenta e cinco focos em municípios maranhenses, tendo o Bioma Amazônia com 07(15,6%), o Bioma Cerrado com 37 (82,2%) e Caatinga com 01 (2,2%) foco de queimada registrado (MARANHÃO, 2020).

Considerando os argumentos anteriormente expostos, além da escassez de estudos sobre a problemática no Brasil, este estudo teve por objetivo geral estimar a prevalência de abortamento espontâneo em duas áreas distintas (de maior e menor exposição a poluentes atmosféricos provenientes de diversas fontes emissoras e estratificada em função do tráfego veicular) do município de São Luís. Os objetivos específicos do estudo foram identificar fatores sociodemográficos/econômicos, socioambientais/estilos de vida e reprodutivos associados à ocorrência de AE.

Metodologia

Foi realizado um estudo de corte transversal sobre a ocorrência de abortamento espontâneo com mulheres em idade fértil residentes em áreas de alta exposição à poluição atmosférica proveniente de atividade industrial e intenso tráfego de veículos (área exposta) e de baixa exposição à poluição do ar proveniente de atividade industrial e menor tráfego de veículos (controle) durante o primeiro semestre de 2019.

Local e período do estudo

Dois áreas de agregação urbana foram escolhidas mediante à sua exposição atmosférica à poluição durante o primeiro semestre de 2019, sendo a Vila Maranhão considerada como área de maior exposição e a Vila Vicente Fialho, a área de menor exposição (controle). O critério para inclusão das áreas no estudo, considerou: similaridades sociodemográficas e econômicas e a presença de via de tráfego mais intensa (Vila Maranhão) e via de tráfego menos intensa (Vila Vicente Fialho), além de contrastes nos níveis de poluição proveniente de atividade industrial. Desse modo, a vila Maranhão, que se situa às margens de uma BR, possui maior fluxo de veículos, tanto de pequeno, médio e grande portes durante o dia inteiro e ao longo da semana. Já na Vila Vicente Fialho, o fluxo é menor e de carros de pequeno porte, sendo maior nos horários de *rush* e diminuído aos fins de semana. Além disso, a área de maior exposição ao tráfego, coincide com localização em área de distrito industrial. Uma breve descrição das áreas selecionadas é descrita a seguir:

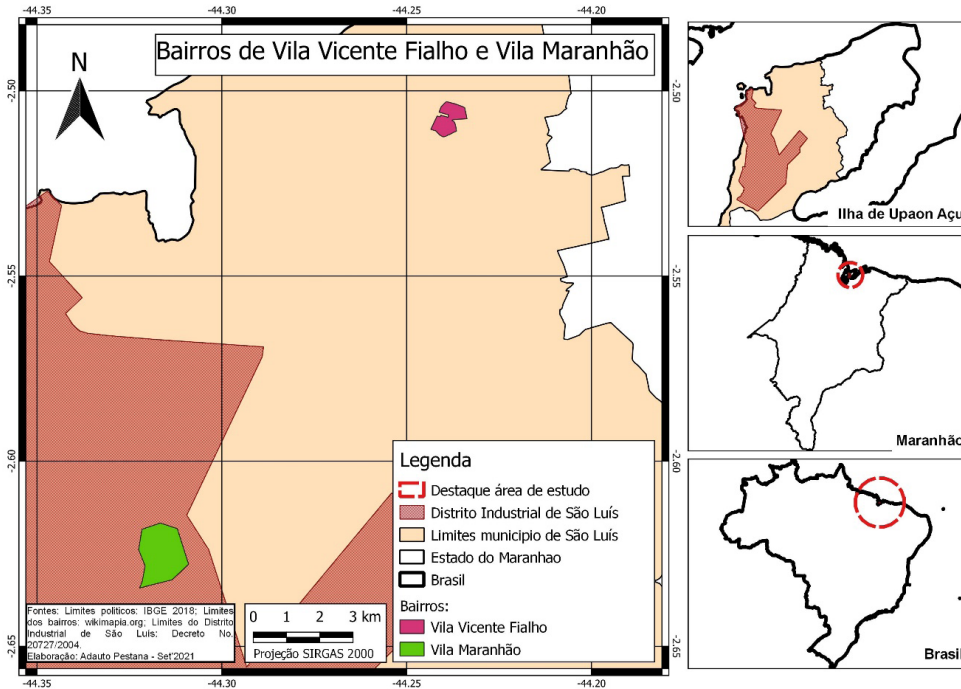
- 1) Vila Maranhão (área de maior exposição) – A comunidade Vila Ma-

ranhão atualmente pertence ao Distrito Sanitário Itaquí-Bacanga, a qual está situada no Distrito Industrial de São Luís (Lat. 2° 37' 31" S e Long. 44° 19' 04" W). O acesso é pela BR-135, localizado entre a Rodovia Federal e Estrada de Ferro Carajás (EFC), com área territorial de 6,48 Km², localizado na região sudoeste da Ilha do Maranhão, distante aproximadamente 22 Km do centro da cidade (Figura 1).

O bairro possui 1.494 domicílios e 3.851 moradores e segundo um levantamento realizado, constatou-se a presença de dezenove indústrias de grande e pequeno porte. Destas, quatro são do tipo fábricas de fertilizantes, três de cimento e concreto, duas de extração de areia, pedra, pedregulho, duas usinas de asfalto e usina termoelétrica, recicladora de óleo, laminados, plásticos, argamassa, aço, logística e terminal de cargas da Vale. Quanto aos dados de poluição do ar, foram estimadas 51.452 toneladas anuais de poluentes atmosféricos para esta região, com destaque para PTS (79,06%), PM₁₀ (55,28%), PM_{2,5} (45,81%), cujas emissões foram atribuídas à frota veicular (MARANHÃO, 2017; VIANA, 2015).

2) Vila Vicente Fialho (área controle/menor exposição) – bairro pertencente ao distrito sanitário do Bequimão. Possui um total de 1.093 domicílios e 5.739 pessoas residentes. Não existem registros oficiais na literatura de atividades industriais para esta área (Figura 1).

Figura 1 – Áreas selecionadas para o estudo (maior e menor exposição à poluição atmosférica), São Luís, Maranhão



Fonte: Os autores (2020)

Delineamento amostral

Para o cálculo amostral, considerou-se um erro alfa de 0,05, confiabilidade de 95%, risco relativo de 2,0 e poder do teste de 80% (LWANGA; LEMESHOW, 1991). Foi adotado como prevalência de abortamento espontâneo em áreas expostas à poluição, o valor de 17,7% (NOGUEZ et al., 2008). Os parâmetros amostrais aplicados neste estudo foram similares ao estudo que avaliou mesmo desfecho em mulheres residentes nas proximidades do parque Industrial do município do Rio Grande (RS). Com base nestes parâmetros, o valor calculado foi de 180 mulheres para cada grupo de estudo (maior e menor exposição), totalizando 360 participantes. A seleção dos participantes foi feita pela técnica de sorteio das casas das participantes do estudo. Considerando a área coberta pela Estratégia Saúde da Família (ESF). No primeiro momento foram selecionadas as ruas e no segundo estágio, as residências. Para tanto foram consultados mapas das áreas estudadas e em seguida mapeadas as ruas e casas de cada área. Os dados sobre mulheres em idade fértil foram disponibilizados pelas Unidades Básicas de Saúde dos bairros de alta exposição e controle. As participantes foram recrutadas

na sua residência ou na sua ausência, durante as consultas na UBS.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídas no estudo, mulheres em idade fértil (10-49 anos), com pelo menos uma gestação e que tivesse moradia fixa mínima de quatro anos em uma das duas áreas. Foram excluídas do estudo as mulheres que não se encontraram em suas residências por três vezes durante a etapa de entrevista domiciliar ou que se negaram a participar do estudo.

Variáveis do estudo

A variável dependente do estudo foi o autorrelato da ocorrência de aborto espontâneo (AE) no último ano, definido pelo Ministério da Saúde como a expulsão ou extração de um produto da concepção com menos de 500g e/ou estatura menor que 25 cm, ou menos de 22 semanas de gestação, tenha ou não evidências de vida (BRASIL, 2009; 2011).

O AE foi estimado pela razão do número de mulheres que sofreram aborto espontâneo pelo número de mulheres entrevistadas nos grupos de estudo. A prevalência foi estimada com intervalo de confiança de 95%.

As variáveis independentes que compuseram o quadro de covariáveis do estudo foram: bloco 1 (Sociodemográficas e econômicas) - idade materna (anos), escolaridade materna (anos), trabalho materno (sim/não), renda materna (número de salários mínimos), etnia (branca/não-branca), Presença de companheiro (sim/não) e etnia paterna (branca/não-branca); bloco 2 (Socioambientais e estilos de vida) - local de moradia (maior e menor exposição), tempo de moradia (anos), tabagismo materno (sim/não), etilismo materno (sim/não), uso de ácido fólico na gestação (sim/não), consumo excessivo de café na gestação (sim/não), uso de drogas (sim/não), distância da fonte emissora de poluição relacionada ao tráfego (metros), tabagismo paterno (sim/não) e etilismo paterno (sim/não) e bloco 3 (Reprodutivas) - paridade (número de filhos), menarca (anos), histórico de BPN (sim/não), histórico de prematuridade (sim/não), histórico de natimorto (sim/não), idade da primeira gestação (anos), histórico de IST (sim/não), presença de doença crônica (sim/não), violência na gestação (sim/não) e aborto espontâneo recorrente (sim/não).

As variáveis quantitativas acima descritas foram dicotomizadas, utilizando-se como ponto de corte a mediana da distribuição, uma vez que estas variáveis não apresentaram distribuição normal.

A exposição aos poluentes atmosféricos foi mensurada em dois níveis de abrangência: macroexposição e microexposição. Foram consideradas expostas as mulheres que residiram nas comunidades próximas ao distrito industrial de São

Luís (macroexposição). A proximidade residencial ao tráfego é uma medida de exposição indireta, utilizada como *proxy* da microexposição aos poluentes atmosféricos provenientes do tráfego.

Para aferição da microexposição, os endereços das residências de cada participante foram consolidados a partir do Serviço de geolocalização web do <https://pt.batchgeo.com/> e *Google Earth*. Inconsistências nos endereços fornecidos pelas participantes foram ajustadas por comparação com a base de dados gratuita do *Open Street Maps*. A geolocalização e cálculo de distâncias foram executadas em ambiente de SIG gratuito, sendo utilizado o QGIS 3.10.1-A Coruña.

A exposição individual ao tráfego (microexposição) foi avaliada por meio do cálculo das distâncias entre o endereço de residência e a via mais próxima com grande fluxo de veículos. Desse modo, foram considerados indivíduos de baixa exposição, aqueles residentes a uma distância superior a 150 metros de fonte emissora de poluição e os de alta exposição, aqueles com distância inferior a 150 metros de fonte emissora de poluição.

Em adição, as distâncias da fonte emissora à residência da participante foram estratificadas em categorias e associadas com os casos de aborto. Esta análise foi realizada para avaliar o gradiente dose-resposta da exposição, tendo como base a revisão de métodos validados para estimar a exposição à poluição (HABERMANN; MEDEIROS; GOUVEIA, 2011). Os efeitos de macro e microexposição foram analisados separadamente.

Coleta e análise dos dados

A coleta de dados ocorreu por meio de entrevistas domiciliares nos meses de março, abril e maio de 2019, a partir de instrumento estruturado de pesquisa desenvolvido pelos pesquisadores disponível em material suplementar. O instrumento utilizou variáveis descritas na literatura sobre abortamento espontâneo.

Na análise exploratória, as variáveis foram descritas em função de sua classificação. As variáveis contínuas foram descritas por medidas de tendência central e dispersão, em função de seu padrão de normalidade, enquanto as qualitativas foram descritas, por meio da análise de frequência simples e relativa percentual.

Devido à ausência de normalidade das variáveis contínuas, utilizou-se a mediana como ponte de corte para dicotomização dos dados.

A força de associação entre o desfecho e as variáveis explicativas foi mensurada pela *Odds Ratio* (OR) com intervalo de confiança de 95%.

Foi usada regressão logística univariada para obter as razões de chance não-ajustadas (OR_{na}). Variáveis com valores de p inferiores a 0.20 foram mantidas no modelo multivariado para obter os OR ajustados (OR_{aj}). Foram mantidas no

modelo final as variáveis com significância estatística ($p < 0.05$) ou que foram consideradas possíveis variáveis de confusão para o abortamento. Foi utilizado o teste de Hosmer-Lemeshow *goodnes of fit* para verificar a qualidade do ajuste entre as variáveis de cada bloco.

Para verificação da relação entre a distância da via com intenso tráfego veicular e a ocorrência de abortamento espontâneo foi realizada regressão logística simples. As análises estatísticas foram processadas no programa STATA 15.0 e o cálculo amostral no aplicativo StatCalc. do programa Epi-Info 7.

Aspectos éticos

O estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética da Unidade de Ensino Superior Dom Bosco (UNDB) sob parecer 3.138.034 e CAAE 05751118.8.0000.8707.

Resultados

Entre as mulheres entrevistadas com histórico de pelo menos uma gestação, 57 relataram a ocorrência de pelo menos um aborto espontâneo no último ano, representando uma prevalência geral de 15,83% (IC_{95%} 12,1% - 19,6%). Entre as mulheres que compuseram o estudo, 180 eram da área de maior exposição e 180 da área de menor exposição, apresentando prevalências significativamente diferentes de 25,55% (IC_{95%} 19,2% - 31,9%) e 6,11% (IC_{95%} 2,6% - 9,6%), respectivamente ($p < 0,0001$) e com risco aumentado em 8,32 vezes para a ocorrência de aborto espontâneo na área de maior exposição, após ajuste multivariado.

Não foram verificadas diferenças significativas entre as variáveis sociodemográficas e econômicas nos grupos de alta e baixa exposição.

Na análise do efeito não-ajustado das variáveis sociodemográficas e econômicas para o abortamento espontâneo, observou-se associação significativa do desfecho com baixa escolaridade materna e baixa renda materna (Tabela 1).

Tabela 1 - Fatores sociodemográficos e econômicos associados pela análise bivariada ($p < 0,20$) ao abortamento espontâneo em mulheres residentes em áreas de maior e menor exposição à poluição atmosférica, São Luís (MA)

Variável	Aborto espontâneo		Análise bivariada	
	Não	Sim	OR (IC95%)	P
Idade materna (anos)				
< 27.5	147 (81.67)	33 (18.33)	1.00	
≥ 27.5	156 (86.67)	24 (13.33)	0.68 (0.39 – 1.21)	0.195
Escolaridade materna				
Médio	245 (88.13)	33 (11.87)	1.00	
Fundamental	58 (70.73)	24 (29.27)	3.07	<0.001
Trabalho materno				
Não	211 (81.78)	47 (18.22)	1.00	
Sim	92 (90.20)	10 (09.80)	0.48 (0.24 – 1.00)	0.050
Renda materna (SM)*				
≥ 1	128 (93.43)	09 (06.57)	1.00	
< 1	175 (78.48)	48 (21.52)	3.90 (1.84 – 8.23)	<0.001
Etnia				
Branca	75 (80.65)	18 (19.35)	1.00	
Não branca	228 (85.39)	39 (14.61)	0.71 (0.38 – 1.32)	0.282
Presença de companheiro				
Presente	265 (84.66)	48 (15.34)	1.00	
Ausente	38 (80.85)	09 (19.15)	1.309 (0.59 – 2.88)	0.505
Idade paterna (anos)				
< 30	132 (83.02)	27 (16.98)	1.00	
≥ 30	171 (85.07)	30 (14.93)	0.86 (0.49 – 1.51)	0.596
Etnia paterna				
Branco	61 (83.56)	12 (16.44)	1.00	
Não branco	242 (84.32)	45 (15.68)	0.94 (0.47 – 1.89)	0.874

^a Ponto de corte baseado na mediana da distribuição. OR: *Odds Ratio*; IC 95%: intervalo de confiança de 95%. * SM (Salário Mínimo). Fonte: Os autores (2020)

Quanto às condições socioambientais e estilos de vida, associaram-se positivamente com a ocorrência de abortos espontâneos: viver na área de alta exposição, tabagismos materno e paterno, etilismo materno e não uso de ácido fólico na gestação (Tabela 2).

Tabela 2 - Fatores socioambientais e estilos de vida associados pela análise bivariada ($p < 0,20$) ao abortamento espontâneo em mulheres residentes em áreas de maior e menor exposição à poluição atmosférica, São Luís (MA)

Variável	Aborto espontâneo		Análise bivariada	
	Não	Sim	OR (IC95%)	<i>p</i>
Área				
Não exposta	169 (93.89)	11 (06.11)	1.00	
Exposta	134 (74.44)	46 (25.56)	5.27	<0.001
Tempo de moradia (anos)				
< 12	142 (83.53)	28 (16.47)	1.00	
≥ 12	161 (84.74)	29 (15.26)	0.91 (0.51 – 1.610)	0.754
Tabagismo materno				
Não	290 (86.31)	46 (13.69)	1.00	
Sim	13 (54.17)	11 (45.83)	5.33 (2.25 – 12.62)	<0.001
Etilismo materno				
Não	277 (86.02)	45 (13.98)	1.00	
Sim	26 (68.42)	12 (31.58)	2.84 (1.33 – 6.03)	0.007
Uso de ácido fólico				
Não	48 (72.73)	18 (27.27)	2.45 (1.29 – 4.63)	0.006
Sim	255 (86.73)	39 9 (13.27)		
Uso abusivo de café				
Não	182 (85.45)	31 (14.55)	1.00	
Sim	121 (82.31)	26 (17.69)	1.26 (0.71 – 2.23)	0.424
Uso de drogas				
Não	294 (84.48)	54 (15.52)	1.00	
Sim	09 (75.00)	03 (25.00)	1.81 (0.47 – 6.92)	0.383
Tipo de habitação				
Alvenaria	276 (85.45)	47 (14.55)	1.00	
Outros	27 (72.97)	10 (27.03)	2.17 (0.98 – 4.79)	0.054
Tabagismo paterno				
Não	225 (88.58)	29 (11.42)	1.00	
Sim	78 (73.58)	28 (26.42)	2.78 (1.55 – 4.97)	0.001

Etilismo paterno

Não	138 (87.34)	20 (12.66)	1.00	
Sim	165 (81.68)	37 (18.22)	1.54 (0.85 – 2.79)	0.146

^a Ponto de corte baseado na mediana da distribuição. OR: *Odds Ratio*; IC 95%: intervalo de confiança de 95%. Fonte: Os autores (2020)

O abortamento espontâneo esteve associado também com a presença de doença crônica, sofrimento de violência física ou psicológica na gestação, histórico de IST e abortamento recorrente. A idade da primeira gestação superior a 18 anos foi considerada um fator de proteção, reduzindo em 44% o risco de abortamento espontâneo (Tabela 3).

Tabela 3 - Fatores reprodutivos associados pela análise bivariada ($p < 0,20$) ao abortamento espontâneo em mulheres residentes em áreas de maior e menor exposição à poluição atmosférica, São Luís (MA)

Variável	Aborto espontâneo		Análise bivariada	
	Não	Sim	OR (IC95%)	<i>p</i>
Paridade				
< 2	97 (83.62)	19 (16.38)	1.00	
≥ 2	206 (84.43)	38 (15.57)	0.94 (0.52 -1.72)	0.845
Idade da menarca (anos)				
< 13	147 (84.97)	26 (15.03)	1.00	
≥ 13	156 (83.42)	31 (16.58)	1.12 (0.64 – 1.98)	0.688
Histórico de BPN*				
Não	275 (84.10)	52 (15.90)	1.00	
Sim	28 (84.85)	05 (15.15)	0.94 (0.34 – 2.56)	0.910
Histórico de pre-maturidade				
Não	272 (85.27)	47 (14.73)	1.00	
Sim	31 (75.61)	10 (24.39)	1.87 (0.86 – 4.07)	0.115
Histórico de natimorto				
Não	293 (84.93)	52 (15.07)	1.00	
Sim	10 (66.67)	05 (33.33)	2.82 (0.95 – 8.57)	0.068
Idade da primeira gestação (anos)				
< 18	116 (79.45)	30 (20.55)	1.00	

≥ 18	187 (87.38)	27 (12.62)	0.56 (0.31 – 0.99)	0.045
Histórico de IST*				
Não	278 (86.88)	42 (13.13)	1.00	
Sim	25 (62.50)	15 (37.50)	3.97 (1.93 – 8.13)	0.000
Presença de doença crônica				
Não	275 (86.48)	43 (13.52)	1.00	
Sim	28 (66.67)	14 (33.33)	3.19 (1.60 – 6.55)	0.001
Violência na gestação				
Não	281 (87.65)	41 (12.35)	1.00	
Sim	12 (42.86)	16 (57.14)	9.46 (4.18 – 21.41)	<0.001
Histórico de abortamento espontâneo				
Não	295 (89.39)	35 (10.61)	1.00	
Sim	08 (26.67)	22 (73.33)	23.18 (9.60 – 55.9)	<0.001

^a Ponto de corte baseado na mediana da distribuição. OR: *Odds Ratio*; IC 95%: intervalo de confiança de 95%. * BPM (Baixo Peso ao Nascer) * IST (Infecção Sexualmente Transmissível). Fonte: Os autores (2020)

Após o ajuste multivariado com a inclusão de variáveis com $p < 0,2$, permaneceram no modelo final as variáveis etilismo materno (OR=3,11, $p=0,018$), presença de IST na gestação (OR=2,74, $p=0,033$), viver na área de alta exposição – Vila Maranhão (OR=8.32, $p < 0,001$), ter sofrido violência física ou psicológica na gestação (OR=4,25, $p=0,026$) e ocorrência de abortamento de repetição (OR=39,11, $p < 0,001$). Nenhuma variável sociodemográfica e econômica permaneceu no modelo final, após análise multivariada.

A análise descritiva sobre as distâncias das residências das vias de fluxo veicular, mostrou a ocorrência de 19 residências localizadas a uma distância inferior a 150m (10,56%) no bairro Vicente Fialho e 45 (25%) na Vila Maranhão. A distância mínima das vias consideradas no estudo foi de 0m e a máxima foi 4.898m, com média de 672,28m, desvio-padrão de 626,35m e mediana de 549,5m.

A análise da distância da fonte emissora de poluição mostrou associação não significativa entre a ocorrência de aborto espontâneo e as distâncias de maior exposição ao tráfego veicular nos estratos de 250m (OR=1,41, $p=0,28$), 400m (OR=1,47, $p=0,17$) e 500m (OR=1,46, $p=0,20$). Os outros estratos de distância não apresentaram associação, inclusive quando foram testados valores de metragens de 1.000, 2.000, 3.000, 4.000 e 5.000 metros. Quando as distâncias da fonte emissora foram analisadas quanto ao efeito dose-resposta em relação aos

casos de abortamento espontâneo, não se observou nenhuma relação significativa entre aumento do número de casos de aborto e proximidade de fonte emissora (Tabela 4).

Tabela 4. Relação entre distância de fonte emissora e número de abortos espontâneos em 360 mulheres em idade fértil, São Luís, Maranhão

Distância da fonte emissora (m)	Número de AE		Total
	Área de maior exposição	Área de menor exposição	
<150	09 (19,57)	01 (09,09)	10 (17,54)
150 a 300	07 (15,22)	00 (00,00)	07 (12,28)
300 a 450	11 (23,91)	04 (36,36)	15 (26,32)
450 a 600	04 (08,70)	01 (09,09)	05 (08,77)
600 a 750	03 (06,52)	04 (36,36)	07 (12,28)
750 a 900	12 (26,09)	01 (09,09)	13 (22,81)
Total	46 (100,0)	11 (100,0)	57 (100,0)

Fonte: Os autores (2020)

Discussão

O presente estudo estimou a prevalência de AE testou a hipótese da causalidade multifatorial do referido desfecho, enfatizando de forma indireta a contribuição da poluição atmosférica como fator importante. Após a análise dos dados por modelagem multivariada, verificou-se associações significativas com etilismo materno, presença de IST na gestação, viver na área de maior exposição (Vila Maranhão), ter sofrido violência física ou psicológica na gestação e ocorrência de abortamento de repetição, demonstrando o poder preditor dos estilos de vida e comportamentos reprodutivos para o AE.

A prevalência geral de AE na amostra estudada foi 15,38%. Não existem estatísticas oficiais, nem estudos de base populacional sobre a prevalência de abortos espontâneos no Brasil; entretanto, uma série de estudos transversais com 2.700 mulheres em idade fértil conduzidos por Correia et al. (2018) no estado do Ceará, mostraram que as taxas de abortos espontâneos variaram entre 12,5% e 13,8%, valores próximos ao encontrado nesta pesquisa.

A perda gestacional precoce é a complicação mais comum no início da gravidez (primeiro trimestre), apresentando valores de incidência de 31%, embora este valor possa diminuir para 10% quando se considera apenas as perdas clinicamente reconhecidas. Esta incidência diminui para 1% no segundo trimestre da gestação (MAGNUS et al., 2019; WYATT et al., 2005).

No presente estudo, a prevalência de AE na área com macroexposição foi 25,56%, sendo superior ao descrito por Noguez et al. (2008), que estimaram a prevalência de aborto em mulheres residentes nas proximidades do Parque Industrial do município de Rio Grande (RS). Com uma amostra de 285 mulheres em idade fértil que moravam por no mínimo dois anos no local exposto a elevados níveis de poluição, os autores encontraram uma prevalência de 17,7% de abortamento espontâneo.

As diferenças nas prevalências encontradas entre os estudos podem ser atribuídas a diferenças regionais, socioambientais, na dinâmica dos ventos, topografia dos terrenos e padrão de dispersão de poluentes.

Os efeitos da poluição do ar urbano apresentam algumas características locais complexas e específicas, decorrentes não apenas de fontes específicas de poluentes (industriais e econômicas atividades, tipo de combustível usado, tráfego urbano), mas também de condições para sua dispersão. É importante reconhecer os vários ciclos de dispersão-concentração: dia e noite, semanalmente e variações anuais (MOREIRA; TIRABASSI; MORAES, 2008).

A dispersão atmosférica depende das próprias características dos poluentes, como são emitidas para o ambiente (escape do veículo, chaminés altas ou baixas), condições meteorológicas (direção e velocidade do vento, chuva, inversões térmicas) e topografia local características. Durante o processo de dispersão, além da diluição, os poluentes também podem mudar como resultado de sua reatividade química. As partículas podem ser removidas do ar por deposição (devido à gravidade ou à chuva) ou interceptação por plantas ou outros obstáculos (MOREIRA; TIRABASSI; MORAES, 2008).

Além da abordagem epidemiológica, evidências sobre exposição a poluentes atmosféricos e AE em modelos animais também têm sido descritas. Mohallem et al., (2005), demonstraram que fêmeas de camundongos que cresceram expostas à poluição atmosférica apresentaram menor número de filhotes nascidos vivos e maior taxa de falha no processo de implantação uterina.

Outros estudos utilizando casais de camundongos expostos à poluição do ar nos períodos pré e pós-gestacionais, mostraram que poluentes como $PM_{2,5}$, NO_2 , CO e SO_2 atmosféricos, aumentam o tempo necessário para o acasalamento, diminuem os índices de fertilidade, diminuem o número de gestações, aumentam o número de perdas gestacionais pós-implantacionais, além de provocar alterações morfofisiológicas na placenta e no cordão umbilical (VERAS et al., 2008; VERAS et al., 2009).

Ao se analisar os fatores associados ajustados de forma multivariada pela regressão logística em função da ocorrência de AE, observou-se que morar na área com maior exposição à poluição do ar (Vila Maranhão) aumentou de forma

significativa o risco de AE. A medida ajustada de associação (OR_{ajust}) indica um aumento de 8 vezes no risco para AE em relação às moradoras do bairro Vicente Fialho (área controle).

Estudos recentes têm demonstrado que a exposição à poluição do ar durante a gestação está associada de forma aguda (HA et al., 2017; LEISER et al., 2019) e crônica (HA et al., 2017) ao AE. Em adição, tem-se demonstrado que mesmo quando os poluentes se encontram abaixo dos níveis determinados pela legislação, são capazes de provocar efeitos danosos na saúde humana (GAVINIER; NASCIMENTO, 2014).

Por outro lado, a variável proximidade residencial ao tráfego (microexposição) não mostrou associação significativa com o desfecho, refutando a hipótese de que a proximidade residencial de até 150 metros de uma via de grande fluxo de veículos aumenta o risco de AE.

A proximidade residencial ao tráfego é uma medida de exposição indireta, utilizada como *proxy* da exposição aos poluentes atmosféricos provenientes do tráfego. Tem sido usada para caracterizar principalmente a exposição crônica a esses poluentes, dado que o local de residência pode estar relacionado a uma exposição contínua, o que tornaria os efeitos graduais sobre a saúde cumulativos ao longo da vida (BRENDER; MAANTAY; CHAKRABORTY, 2011).

Os resultados sobre proximidade residencial ao tráfego e ocorrência de AE são controversos e foram descritos pela primeira vez no estudo de Green et al., (2009). No estudo, mulheres grávidas de um plano de saúde pré-pago na Califórnia foram recrutadas para um estudo prospectivo de coorte em 1990–1991. As medidas de exposição ao tráfego foram estabelecidas para as 4.979 participantes, utilizando contagens anuais das médias diárias de tráfego próximas a cada residência e a distância da residência às principais estradas. Os autores também não encontraram associação estatisticamente significativa entre o tráfego médio anual máximo em uma distância de 50 m e aumento do risco de aborto na população em geral.

Em uma coorte prospectiva com 19.309 mulheres e um total de 35.025 gestações entre 1990 e 2008 em 14 estados nos Estados Unidos, a distância dos casos de aborto a uma via de tráfego intenso, estratificada em duas categorias: 0-199 metros e ≥ 200 metros, os resultados mostraram que viver próximo a uma estrada principal não se associou ao risco de AE ($OR=1$), independentemente do tipo de via analisado (GASKINS et al., 2019).

A ausência de associação entre proximidade residencial ao tráfego e ocorrência de AE pode ser atribuída aos métodos GIS utilizados, por apresentarem algum erro ao atribuir exposição, uma vez que muitos endereços apresentaram inconsistências, necessitando de ajustes manuais, o que contribuiria como fonte

de viés ao estudo. Outro fator que pode explicar a ausência de associação é a dinâmica dos ventos e fatores geoclimáticos que não foram controlados no estudo. Além disso, pode-se inferir que outras fontes poluentes possam exercer efeitos negativos sobre a saúde reprodutiva das participantes com AE.

Além de fatores metodológicos e logísticos, alguns fatores não puderam ser controlados na análise. Não foi considerada a poluição *indoor*, tempo total que as mulheres ficaram em suas casas durante a gestação ou mesmo a poluição externa ao bairro de moradia (translado e ocupacional), o que poderia levar a confundi-mento na interpretação dos resultados.

A ocorrência de aborto de repetição foi o fator mais fortemente associado ao AE, aumentando em 39 vezes seu risco de ocorrência, sendo esta, a variável com maior força de associação com o desfecho estudado e seu valor tende a ser superestimado em função da baixa ocorrência do evento.

Um estudo caso-controle de base hospitalar conduzido em Tubarão (SC), mostrou que a história prévia de aborto foi associada ao AE após ajuste multivariado dos fatores (OR=2,14) (FRANÇA; SAKAE; KLEVESTON, 2018).

Resultados semelhantes foram também descritos na literatura, na qual a chance para história de aborto anterior variou entre quase 80% a quase três vezes maior (BUSS et al., 2006; CHAVES et al., 2011).

O etilismo materno aumentou 3 vezes o risco de AE, ocorrendo em cerca de 32% das mulheres que abortaram na amostra. Em um estudo transversal com 433 puérperas adultas e seus conceptos atendidos em maternidade pública do Rio de Janeiro, no período de 1999 a 2006, verificou-se que, dentre as mulheres que faziam uso de álcool na gestação, 18,2% relataram história de aborto (FREIRE; PADILHA; SAUNDERS, 2009).

O álcool que a mãe ingere durante a gestação atravessa a barreira pla-centária e o feto fica exposto a essa substância presente no sangue materno. A exposição fetal é maior, devido ao seu metabolismo e sistema de eliminação mais lentos, de modo que o líquido amniótico permaneça impregnado de álcool não modificado (etanol) e acetaldeído (metabólito do etanol) (FREIRE et al., 2005).

O etanol induz a formação de radicais livres de oxigênio capazes de danifi-car proteínas e lipídeos celulares, o que aumenta a apoptose e prejudica as divi-sões e especificações celulares. O etanol também inibe a síntese de ácido retinói-co, uma substância reguladora do desenvolvimento embrionário. O consumo de 20 gramas de álcool (500ml de cerveja, por exemplo) parece ser suficiente para suprimir a respiração e os movimentos fetais (CHAUDHURI, 2000).

Além das consequências para a saúde do feto e da mãe, o consumo de bebidas alcoólicas durante a gestação tem repercussão direta em nascidos vivos, relacionando-se com a Síndrome Alcoólica Fetal (SAF). A síndrome caracteriza-

-se por danos ao sistema nervoso central, que causam anomalias neurológicas, craniofaciais, deficiência no crescimento pré e pós-natal, disfunções comportamentais e malformações associadas. Entre as alcoolistas, existe um risco de aproximadamente 6% de dar à luz uma criança portadora de SAF (FREIRE et al., 2005)

No grupo das mulheres que sofreram AE, 38% relataram a presença de infecção sexual transmissível (IST) na gestação, apresentando risco de 2,74 para ocorrência do desfecho.

Oakeshott et al. (2002) avaliaram a associação entre vaginose bacteriana ou infecção por clamídia e aborto antes das 16 semanas de gestação em uma coorte prospectiva comunitária. Seus resultados demonstraram o papel da vaginose bacteriana como um preditor de aborto após 13 semanas de gestação e risco relativo de 3.5 para ocorrência do desfecho.

Os principais mecanismos pelos quais as infecções podem induzir o aborto incluem: produção de toxinas ou citocinas (fator alfa de necrose tumoral), que induzem contrações uterinas ou danos à unidade feto-placentária; infecção fetal, resultando em morte fetal ou risco de malformações; infecção placentária, com subsequente insuficiência placentária e morte fetal; infecção crônica endometrial, interferindo na implantação do embrião e a amnionite, que causa aborto no primeiro trimestre, bem como parto prematuro no terceiro trimestre (GIOVANNI et al., 2011).

As gestantes que declararam ter sofrido algum tipo de violência na gestação apresentaram risco aumentado em 4 vezes para AE. A violência, seja física, sexual, psicológica ou emocional, torna-se ainda mais séria quando a mulher se encontra grávida, pois traz consequências significativas para a saúde da díade mãe-filho, tais como baixo peso ao nascer, abortos, parto e nascimento prematuro e até mortes materna e fetal, conforme estudos revelados pela OMS no Informe Mundial sobre a Violência e a Saúde (OPAS, 2002).

Algumas limitações puderam ser percebidas durante a execução do estudo. A exposição à poluição do ar foi atribuída em função do CEP de residência das participantes e, portanto, não foi possível medir a poluição do ar em um nível menor de agregação ou a exposição total em todas as atividades diárias. Além disso, os dados referentes às concentrações dos poluentes atmosféricos não são públicos, sendo de responsabilidade dos órgãos estaduais de meio ambiente.

Não foi possível determinar exatamente a idade gestacional dos fetos em nosso estudo e desse modo, não se pode testar diferenças no efeito por idade exata da gestação no momento da exposição. Outra limitação refere-se a possíveis erros de classificação dos casos. As perdas espontâneas de gravidez que ocorrem nas primeiras semanas de gestação podem não ser relatadas se a mulher não tiver

conhecimento da gravidez. Esses fatores limitam o número absoluto de casos autorrelatados e pode subestimar a prevalência de AE.

A partir do delineamento adotado, conclui-se que o AE foi mais prevalente em áreas com maior exposição à poluição do ar e que alguns estilos de vida e variáveis reprodutivas, tais como, etilismo materno, presença de IST na gestação, ter sofrido violência física ou psicológica na gestação e ocorrência de abortamento de repetição, são importantes preditores na cadeia causal do AE.

Considerações finais

Os resultados do estudo apontam para uma contribuição da poluição do ar como preditor do aborto espontâneo em mulheres residentes em áreas com elevada concentração de poluentes atmosféricos, como tem sido descrito na literatura científica.

Destaca-se que fatores associados ao AE encontrados neste estudo (etilismo materno, presença de IST na gestação, viver na Vila Maranhão, ter sofrido violência física ou psicológica na gestação e ocorrência de abortamento de repetição) podem ter seus efeitos amplificados na presença de poluentes atmosféricos. Tendo em vista que o AE é um desfecho com impactos socioemocionais e econômicos.

Nesse contexto, melhorias nas condições socioeconômicas da população estudada e fiscalização rigorosa das emissões de poluentes poderiam contribuir para a diminuição de desfechos reprodutivos adversos e melhoria nas condições gerais da saúde.

Apesar de algumas limitações metodológicas terem sido identificadas, as forças de associação entre o desfecho e as variáveis explicativas foram elevadas após ajuste multivariado, contribuindo como evidência para a exposição ambiental como fator de risco para desfechos reprodutivos adversos.

O estudo de novas variáveis, como a exposição ambiental, pode contribuir para uma melhor compreensão da cadeia multifatorial na etiologia do aborto espontâneo e servir como modelo para elaboração de estratégias de prevenção primária, através da modificação de fatores de risco.

Destaca-se a necessidade da execução de outros tipos de delineamentos observacionais que possam confirmar a hipótese da associação da exposição aos poluentes do ar e a ocorrência de aborto espontâneo, bem como a utilização de biomarcadores e/ou espécies bioindicadoras para uma melhor compreensão dos danos da poluição à saúde humana.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Referências

- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de vigilância do óbito infantil e fetal e do Comitê de Prevenção do Óbito Infantil e Fetal**. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da saúde, 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Atenção humanizada ao abortamento**: norma técnica. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde., 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Gestação de alto risco**: manual técnico. 5. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2012.
- BRENDER, J. D.; MAANTAY, J. A.; CHAKRABORTY, J. Residential proximity to environmental hazards and adverse health outcomes. **Am J Public Health**. v. 101(Suppl. 1), p. 37-52, 2011.
- BUSS, L. et al. Spontaneous abortion: A prospective cohort study of younger women from the general population in Denmark. Validation, occurrence and risk determinants. **Acta Obstetricia et Gynecologica**. v. 85, p. 467- 475, 2006.
- CHAVES, J. H. B. O abortamento incompleto (provocado e espontâneo) em pacientes atendidas em maternidade do Sistema Único de Saúde. **Rev Bras Clin Med**. v. 9, n. 3, p. 189-94, 2011.
- CHAUDHURI, J. D. Alcohol and developing fetus: a review. **Med Sci Monit**. v. 6, n. 5, p. 1031-41, 2000.
- CORREIA et al. Tendência de abortos espontâneos e induzidos na região semiárida do Nordeste do Brasil: uma série transversal. **Rev. Bras. Saúde Mater. Infant**. v. 18, n. 1, p. 133-142, 2018.
- DADBAKSH, M; KHANJANI, N; BAHRAMPOUR, A. Death from respiratory diseases and air pollutants in Shiraz, Iran (2006-2012). **J Environ Pollut Hum Health**. v. 3, p. 4–11, 2015.
- DADVAND, P et al. Ambient air pollution and preeclampsia: a spatiotemporal analysis. **Environ Health Perspect**. v.121, p.1365, 2013.
- DASTOORPOOR, M.; IDANI, E.; GOUDARZI, G.; KHANJANI, N. Acute effects of air pollution on spontaneous abortion, premature delivery, and stillbirth in Ahvaz, Iran: a time-series study. **Environ Sci Pollut Res Int**. v. 18, n. 25, p.5447–58, 2017.
- DASTOORPOOR, M.; IDANI, E.; KHANJANI, N.; GOUDARZI, G.; BAHRAMPOUR, A. Relationship between air pollution, weather, traffic, and traffic related mortality. **Trauma Monthly**. v. 21, n. 4, e37585, 2016.
- DASTOORPOOR, M.; GOUDARZI, G.; KHANJANI, N.; IDANI, E.; AGHABABAEIAN, H.; BAHRAMPOUR, A. Lag time structure of cardiovascular deaths attributed to ambient air pollu-

- tants in Ahvaz, Iran: 2008 to 2015. **Int J Occup Med Environ Health**. v. 31, n. 4, p. 459-473, 2018.
- DI CIAULA, A.; BILANCIA, M. Relationships between mild PM10 and ozone urban air levels and spontaneous abortion: clues for primary prevention. **International Journal of Environmental Health Research**, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09603123.2014.1003041>, 2015. Acesso em: 01 set. 2018.
- ENKHMAA, D.; WARBURTON, N.; JAVZANDULAM, B.; UYANGA, J; KHISHIGSUREN, Y; LODOYSAMBA, S. et al. Seasonal ambient air pollution correlates strongly with spontaneous abortion in Mongolia. **BMC Pregnancy and Childbirth**. v.14, n.146, p.1471-2393, 2014.
- FAIZ, A.S.; RHOADS, G. G.; DEMISSIE, K.; KRUSE, L.; LIN, Y.; RICH, D. Q. Ambient air pollution and the risk of stillbirth. **Am J Epidemiol**. v. 176, n. 4, p.308–316, 2012.
- FRANÇA, C. P.; SAKAE, T. M.; KLEVESTON, T. Fatores de risco para abortamento espontâneo em um hospital d referência no Sul do Brasil: um estudo caso-controle. **Arq. Catarin Med**. v. 47, n. 2, p. 35-48, 2018.
- FREIRE, T. M. et al. Efeitos do consumo de bebida alcoólica sobre o feto. **Rev Bras Ginecol Obstet**. v. 27, n. 7, p. 376-81, 2005.
- FREIRE, K.; PADILHA, P. C.; SAUNDERS, C. Fatores associados ao uso de álcool e cigarro na gestação. **Rev Bras Ginecol Obstet**. v. 31, n. 7, p. 335-41, 2009.
- GASKINS, A. J. Air pollution exposure and risk of spontaneous abortion in the Nurses' Health Study II. **Human Reproduction**. p.1–9, 2019.
- GAVINIER, S.; NASCIMENTO, C. F. L. Poluentes atmosféricos e internações por acidente vascular encefálico. Ambiente & Água. **An Interdisciplinary Journal of Applied Science**. v. 9, n. 3, 2014.
- GIOVANNI, N. et al. Role of the infections in recurrent spontaneous abortion. **The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine**. Early Online, 1–7, 2011.
- GOUDARZI, G. et al. Cardiovascular and respiratory mortality attributed to ground-level ozone in Ahvaz. **Iran. Environ Monit Assess**. v. 187, p. 1–9, 2015.
- GOUDARZI, G., et al. An evaluation of hospital admission respiratory disease attributed to sulfur dioxide ambient concentration in Ahvaz from 2011 through 2013. **Environ Sci Pollut Res**. v. 23, n. 21, p.22001–007, 2016.
- GREEN, R. S.; MALIG, B.; WINDHAM, G. C.; FENSTER, L.; OSTRO, B.; SWAN, S. Residential exposure to traffic and spontaneous abortion. **Environ Health Perspect**. v. 117, p.1939–44, 2009.
- GRIPPO, A.; ZHANG J.; CHU L.; GUO, A.; QIAO, L.; ZHANG, J.; MU, L. Air pollution exposure during pregnancy and spontaneous abortion and stillbirth. **Rev Environ Health**, 2018.

HA, S. et al. Ambient air pollution and the risk of pregnancy loss: a prospective cohort study. **Fertil Steril.** v.109, p.148–53, 2018.

HABERMANNI, M.; PENELUPPI, A. P.; MEDEIROS, N. G. Tráfego veicular como método de avaliação da exposição à poluição atmosférica nas grandes metrópoles. **Rev Bras Epidemiol.** v. 14, n. 1, p. 120-30, 2011.

HASHEMI, Y.; KHANJANI, N.; SOLTANINEJAD, Y.; MOMENZADEH, R. Air pollution and cardiovascular mortality in Kerman from 2006 to 2011. **American. J Cardiovasc Dis Res.** v. 2, p. 27–30, 2014.

HOU, H. Y.; WANG, D.; ZOU, X. P.; YANG, Z. H.; LI, T. C., CHEN, Y. Q. Does ambient air pollutants increase the risk of fetal loss? A case-control study. **Arch Gynecol Obstet.** v. 14, p. 289:285–91, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades São Luís. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama>. Acesso em: 04 mar. 2020.

KHANJANI, N.; RANADEH KALANKESH, L.; MANSOURI, F. Air pollution and respiratory deaths in Kerman, Iran (from 2006 till 2010). **Iranian. J Epidemiol.** v. 8, p. 58–65, 2012.

KIM, K-H.; KABIR, E.; KABIR, S. A review on the human impact of airborne particulate matter. **Enviroment International.** v. 74, p.136-143, 2015.

LEISER, C. L., et al. Acute effects of air pollutants on spontaneous pregnancy loss: a case-crossover study. **Fertility and sterility.** v. 111, n. 2, p. 341-47, 2019.

LI, S.; GUO, Y.; WILLIAMS, G. Acute impact of hourly ambient air pollution on preterm birth. **Environ Health Perspect.** v. 124, n. 10, p.1623-29, 2016.

LWANGA, S.K.; LEMESHOW, S. **Sample size determination in health studies: a practical manual.** Geneva, World Health Organization, 1991.

MAGNUS, M. C. et al. Role of maternal age and pregnancy history in risk of miscarriage: prospective register based study. **BMJ.** v. 364, p. 1869, 2019.

MATZ, C. J.; EGYED, M.; HOCKING, R.; SEENUNDUN, S.; CHARMAN, N.; EDMONDS, N. Human health effects of traffic-related air pollution (TRAP): a scoping review protocol. **Systematic Reviews.** v. 8, p. 223, 2019.

MORIDI, M.; ZIAEI, S.; KAZEMNEJAD, A. Exposure to ambient air pollutants and spontaneous abortion. **J Obstet Gynaecol Res.** v. 40, p.743–8, 2014.

MARANHÃO (Estado). Secretaria de Estado de Indústria e Comércio. **Relatório RT – AIR 69-16.** Estudo de Dimensionamento da Rede De Monitoramento da Qualidade do Ar, Complementar ao EIA RIMA do Distrito Industrial de São Luís-MA. Maranhão, 2017. 170p.

MARANHÃO (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais. **Boletim**

de Monitoramento de Queimadas no Estado do Maranhão - período: 16 a 31 de janeiro de 2020, 2020. 6p.

MOREIRA, D. M.; TIRABASSI, T.; MORAES, M. R. Meteorologia e poluição atmosférica. **Ambiente e Sociedade**. v.11, n.1 , p.1-13, 2008.

NOGUEZ, P. T. et al. Aborto espontâneo em mulheres residentes nas proximidades do parque industrial do município do Rio Grande - RS. **Texto e Contexto em Enfermagem**.v.17, n. 3, p. 435-46, 2008.

OAKESHOTT P. et al. Association between bacterial vaginosis or chlamydial infection and miscarriage before 16 weeks' gestation: prospective Community based cohort study. **BMJ**. v. 325, p.1334–1338, 2002.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **OECD environmental outlook to 2050: the consequences of inaction**. Paris, 2012. Disponível em: <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49846090.pdf>. Acesso em 15 jan. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Departamento de Saúde Reprodutiva e Pesquisa. **Prevenção e eliminação de abusos, desrespeito e maus-tratos durante o parto em instituições de saúde**. Genebra, 2014. Disponível em: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/134588/3/WHO_RHR_14.23_por.pdf. Acesso em: 15 jan. 2020.

ORGANIZAÇÃO PANAMERICANA DE SAÚDE (OPAS). **Informe Mundial Sobre la Violência y la Salud**. Washington (USA): 2002.

Parker ET AL. Air pollution and birth weight among term infants in California. **Pediatrics**. v. 115, n. 1, p.121–128, 2005.

PEARSON, R. L.; WACHTEL, H.; EBI, K. L. Distance-weighted traffic density in proximity to a home is a risk factor for leukemia and other childhood cancers. **Air Waste Manag Assoc**. v. 50, p.175-80, 2000.

PEDERSEN, M.; et al. Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ES-CAPE). **Lancet Respir Med**. v. 1, n. 9, p.695–704, 2013.

PEREIRA, L. A.; LOOMIS, D.; CONCEIÇÃO, G. M.; BRAGA, A. L.; ARCAS, R. M.; KISHI, H. S.; SINGER, J. M.; BÖHM, G. M.; SALDIVA, P. H. Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. **Environ Health Perspect**. v. 106, n. 6, p. 325–329, 1998.

VAHEDIAN, M.; KHANJANI, N.; MIRZAEI, M.; KOOLIVAND, A. Ambient air pollution and daily hospital admissions for cardiovascular diseases in Arak, Iran. **Atheroscler**. v.13, p.117–134, 2017.

VERAS, M. M. et al. Particulate Urban Air Pollution Affects the Functional Morphology of Mouse Placenta. **Biology of reproduction**. v.79, p.578–584 ,2008.

VERAS, M. M. et al. Chronic exposure to fine particulate matter emitted by traffic affects reproductive and fetal outcomes in mice. **Environmental Research**. v.109, p.536–543, 2009.

VIANA, M. V. **Qualidade do ar e suas implicações na saúde da comunidade da Vila Maranhão, São Luís (MA)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente). Universidade Federal do Maranhão, Maranhão.

WYATT, P. R. et al. Age-specific risk of fetal loss observed in a second trimester serum screening population. **Am J Obstet Gynecol**. p.192:240, 2005.

Vanalda Costa Silva

✉ vanaldacosta@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9495-7158>

Submetido em: 10/07/2020

Aceito em: 04/01/2022

2022;25:e01342

Rômulo Cesar Rezzo Pires

✉ romulo.pires@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0967-3351>

Hevellyn Esther Pereira Silva

✉ hevellynestherrp@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7679-5848>

Élida Maria dos Santos Lopes

✉ elidamlopes@outlook.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6120-9938>

Álvaro Henrique Andrade Lira

✉ alvarolira30@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2411-549X>

Adauto Luis Moraes Pestana

✉ adauto.pestana@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3630-313X>

Jorge Luiz Silva Nunes

✉ silvanunes@yahoo.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6223-1785>

Exposición a la contaminación durante el embarazo y ocurrencia de aborto espontáneo

Vanalda Costa Silva
Rômulo Cesar Rezzo Pires
Hevellyn Esther Pereira Silva
Élida Maria dos Santos Lopes

Álvaro Henrique Andrade Lira
Adauto Luis Moraes Pestana
Jorge Luiz Silva Nunes

Resumen: Se realizó un estudio transversal para estimar la prevalencia de aborto espontáneo en 360 mujeres distribuidas en un área de mayor y menor exposición a la contaminación del aire por el tránsito vehicular en la Isla de São Luís-MA e identificación de variables asociadas. Los datos recolectados en las entrevistas se sometieron a regresión logística bivariada y multivariante. La prevalencia general de aborto espontáneo fue de 15,83%, correspondiente al 25,56% (n=180) y 6,11% (n=180) en las zonas de mayor y menor exposición. Aborto espontáneo se asoció con consumo materno de alcohol (OR=3,11), la presencia de ITS durante el embarazo (OR = 2,74), vivir en el área de alta exposición (OR=8,32), haber sufrido violencia física o psicológica (OR=4,25) y la ocurrencia de abortos repetidos (OR=39.11). Los resultados apuntan a una posible contribución de la contaminación atmosférica por el tráfico de vehículos como factor de riesgo en la etiología del aborto espontáneo.

São Paulo. Vol. 25, 2022

Artículo original

Palabras-clave: Aborto espontáneo; contaminación atmosférica; tráfico vehicular; epidemiología; pérdida precoz del embarazo.

Exposure to pollution during pregnancy and occurrence of spontaneous abortion

Vanalda Costa Silva
Rômulo Cesar Rezzo Pires
Hevellyn Esther Pereira Silva
Élida Maria dos Santos Lopes

Álvaro Henrique Andrade Lira
Adauto Luis Moraes Pestana
Jorge Luiz Silva Nunes

Abstract: A cross-sectional study was carried out to estimate the prevalence of spontaneous abortion in 360 women distributed in an area of major and minor exposure to air pollution from vehicle traffic on São Luís Island-MA and identification of associated variables. Data collected from interviews were submitted to bivariate and multivariate logistic regression. The general prevalence of spontaneous abortion was 15.83%, corresponding to 25.56% (n= 80) in the area of greatest exposure and 6.11% (n=180) in the area of least exposure. Spontaneous abortion was associated with maternal alcoholism (OR=3.11), the presence of STIs during pregnancy (OR=2.74), living in the high-exposure area (OR=8.32), having suffered physical or psychological violence in pregnancy (OR=4.25) and the occurrence of repeated abortion (OR=39.11). The results point to a possible contribution of air pollution from vehicle traffic as a risk factor in the etiology of spontaneous abortion.

São Paulo. Vol. 25, 2022

Original Article

Keywords: Spontaneous abortion; atmospheric pollution. vehicle traffic. epidemiology. early pregnancy loss.