



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO
EM AMBIENTE E SAÚDE**

DANILA PEQUENO SANTANA

**INFLUÊNCIA DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS
INTERAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS EM UMA CIDADE
DA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA.**

Cuiabá
2019

DANILA PEQUENO SANTANA

**INFLUÊNCIA DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS
INTERAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS EM UMA CIDADE
DA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA.**

Dissertação apresentada a Universidade de Cuiabá para
obtenção do título de Mestre em Ambiente e Saúde.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Walkiria Shimoya Bittencourt
Co-orientador: Prof. Dr. Marcos Adriano Salicio

Cuiabá

2019

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S232i

SANTANA, Danila Pequeno

Influência dos poluentes atmosféricos nas internações por pneumonia em crianças em uma cidade da Amazônia legal brasileira. / Danila Pequeno Santana – Cuiabá, MT 2019/ Departamento de Pós-Graduação.

Xi. f.; cm. 70 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ensino de stricto sensu. Apresentada no mestrado em Ambiente e Saúde na Amazônia Legal como requisito para a obtenção do título de mestre. Universidade de Cuiabá - UNIC, 2019

Orientador: Prof.^a Dr.^a Walkiria Shimoya Bittencourt

Co-orientador: Prof.^o Dr. Marcos Adriano Salicio

1. Poluentes do Ar. 2. Pneumonia 3. Crianças. 4. Região Amazônica. 5. Material Particulado.

CDU:504:616.24

Terezinha de Jesus de Melo Fonseca - CRB1/3261

DANILA PEQUENO SANTANA

INFLUÊNCIA DOS ATMOSFÉRICOS NAS INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS EM UMA CIDADE DA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA.

Dissertação apresentada à UNIC, no Mestrado em Ambiente e Saúde, área de concentração em Ambiente e Saúde na Amazônia Legal como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre conferida pela Banca Examinadora formada pelos professores:



Prof.^a. Dr.^a. Walkiria Shimoya Bittencourt
Orientadora
Universidade de Cuiabá



Prof. Dr. Ageo Mário Cândido da Silva
Membro Interno
Universidade de Cuiabá



Prof.^a. Dr.^a. Viviane Martins Santos
Membro Externo
Universidade Federal de Mato Grosso

Cuiabá, 20 de fevereiro de 2019.

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Jurandy e D'arc, por serem meu exemplo de perseverança e retidão.
Por todo amor e carinho indispensáveis para meu mundo.*

*Á minha irmã, Denise, minha eterna amiga. Por toda a confiança e proteção que
você sempre me proporcionou.*

*Á minha companheira de vida, Marielli, não só por todo o apoio incondicional, mas
por tudo o que é na minha vida.*

*Dedico especialmente ao professor Dr. Marcos Adriano Salicio. Por todo empenho e
dedicação, fazendo-se presente em cada página deste trabalho.*

AGRADECIMENTOS

Á professora Walkiria Shimoya Bittencourt e ao professor Marcos Adriano Salicio, meus orientadores, pela dedicação, disponibilidade, apoio e confiança para me auxiliar em todo processo de construção deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de turma pelo apoio, incentivo e auxílio em todas as etapas do nosso processo de formação.

Aos demais professores do mestrado, cada um a seu modo, contribuindo para minha formação, incentivando a me desenvolver cada vez mais.

Aos meus amigos, Ketlin e Jose Eleilson, que me apoiaram e foram minha paz nos momentos difíceis.

A meu amigo, Rômulo Cezar, por todo incentivo e apoio para o alcance desta realização pessoal.

Á minha família, em especial Jurandy, D'arc, Denise e Wainer Gabriel, sem vocês nada seria possível.

Á minha companheira, Marielli, o que seria de mim sem você? Essa conquista é da nossa família.

Á minha tia, Zenilda, por todo o apoio, carinho e disponibilidade em me auxiliar nessa jornada.

Enfim, agradeço imensamente a todas as pessoas tão generosas que me auxiliaram diretamente ou indiretamente no desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Introdução: A poluição atmosférica tem sido associada ao aumento no risco de morte, doenças crônicas e doenças respiratórias em crianças. A literatura aponta que a exposição a poluentes ambientais como monóxido de carbono (CO) e material particulado (PM) são considerados fatores de risco para ocorrência de internações hospitalares por pneumonia principalmente na população infantil. **Objetivo:** Verificar a associação entre internação hospitalar por pneumonia em crianças e poluentes ambientais em um município da Amazônia Legal Brasileira. **Método:** Foi realizado um estudo de série temporal no período de 01 de agosto de 2017 a 31 de julho de 2018 na cidade de Tangará da Serra-MT. Foram incluídas 158 crianças de 0 a 10 anos de idade. Os dados foram coletados através de prontuário durante a internação e por meio de aplicação de questionário contendo variáveis demográficas, socioeconômicas e ambientais para os pais/responsáveis pela criança. As variáveis ambientais, climáticas (temperatura, umidade relativa, chuva e precipitação) e poluentes (CO e PM_{2,5}), foram extraídas diariamente através do Sistema Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric (CCATT-BRAMS) e dados meteorológicos fornecidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). **Resultados:** A maioria das crianças era do sexo masculino (51,9%), na faixa etária de 1 a 5 anos (60,1%), com broncopneumonia (76,6%). Não foram encontradas associações entre as variáveis ambientais e socioeconômicas ($p > 0,005$). Houve maior frequência de internações por pneumonia nos meses de seca (agosto e setembro) do que no período chuvoso (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) e pico de internações nos meses de transição entre chuva e seca (abril e maio) ($p < 0,005$) que podem ser influenciadas pelas intensas atividades agrícolas ocorridas nesse período na região. Quanto aos poluentes ambientais houve correlação positiva significativa entre PM_{2,5} e internações por pneumonia, ($p < 0,005$) não sendo observado correlação com CO. Em relação aos dados meteorológicos houve associação negativa significativa entre internações por pneumonia e umidade relativa e chuva ($p < 0,005$). **Conclusão:** Crianças de 0 a 10 anos possuem maior frequência de internação quanto maior for os níveis de PM_{2,5}. Assim como crianças que residem na periferia possuem maior prevalência de internar por pneumonia na seca do que aquelas que moram no centro da cidade.

Palavras-chave: Poluentes do Ar; Pneumonia; Criança; Região Amazônica, Material Particulado.

ABSTRACT

Introduction: Air pollution has been associated with increased risk of death, chronic diseases and respiratory diseases in children. The literature indicates that exposure to environmental pollutants such as Carbon Monoxide (CO) and Particulate Matter (PM) are considered risk factors for the occurrence of hospital admissions due to pneumonia, mainly in the child population. **Objective:** To verify the association between hospital admission for pneumonia in children and environmental pollutants in a municipality of the Brazilian Legal Amazon. **Method:** A time series study was carried out between the years of 2017 and 2018 in the city of Tangará da Serra, MT. Children from 0 to 10 years of age were included. The data were collected through medical records during hospitalization and through the application of a questionnaire containing demographic, socioeconomic and environmental variables for the parents / guardians. Environmental variables, weather (temperature, relative humidity, rain and precipitation) and pollutants (CO, PM_{2.5}), were taken daily through Coupled System Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric (CCATT-BRAMS) and weather data provided by the Weather Prevision Center and Climate Studies (CPTEC). **Results:** Most of the children were male (51.9%), in the age range of 1 to 5 years (60.1%), with bronchopneumonia (76.6%). No association was found between environmental and socioeconomic variables ($p > 0.005$). There was a higher number of hospitalizations for pneumonia during the dry season (August and September) with a drop of admissions during the rainy season (November, December, January and February) and peak hospitalizations in transition between rain and drought (April and May) ($p < 0.005$). Regarding environmental pollutants, there was a significant positive correlation between PM_{2.5} and hospitalizations for pneumonia, ($p < 0.005$) and no correlation was observed with CO. In relation to meteorological data, there was a significant negative association between hospitalizations for pneumonia and relative humidity and rainfall ($p < 0.005$). **Conclusion:** Children from 0 to 10 years of age have a higher frequency of hospitalization with the higher levels of PM_{2.5}. Just as children living in the periphery have a higher prevalence of hospitalization for pneumonia in the drought than those living in the city center.

Key words: Air Pollutants; Pneumonia; Child, Amazonian Ecosystem, Particulate Matter.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 Efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde humana.....	17
Gráfico 1 Internações por Pneumonia em crianças de 0 a 10 anos (Artigo 1) e níveis de PM _{2,5} e CO em relação ao período do ano em Tangará da Serra, MT, 2017- 2018.....	36
Gráfico 1 Distribuição dos casos de Pneumonia/Broncopneumonia (Artigo 2) em crianças de 0 a 10 anos no município de Tangara da Serra, MT, 2017- 2018.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- (Artigo 1)	Características clínicas e demográficas das crianças de 0 a 10 anos internadas em um hospital público no município de Tangara da Serra, MT, 2017-2018.....	33
Tabela 2- (Artigo 1)	Análise de correlação entre as variáveis ambientais e internações por Pneumonia. Tangará da Serra, MT, 2017-2018.....	34
Tabela 3- (Artigo 1)	Médias dos poluentes e variáveis climáticas nos períodos de seca, chuva e transição. Tangará da Serra, MT, 2017-2018.....	35
Tabela 4- (Artigo 1)	Fatores preditores da Internação por pneumonia por regressão múltipla linear.....	35
Tabela 1- (Artigo 2)	Características demográficas e clínicas das crianças de 0 a 10 anos internadas em um hospital público no município de Tangara da Serra, MT, 2017-2018.....	49
Tabela 2- (Artigo 2)	Características habitacionais ou ambientais das crianças de 0 a 10 anos internadas em um hospital público do município de Tangara da Serra, MT, 2017-2018.....	50
Tabela 3- (Artigo 2)	Características laboratoriais das crianças de 0 a 10 anos internadas em um hospital público do município de Tangará da Serra – MT, 2017-2018.	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCATT-BRAMS	Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian developments on the Regional Atmospheric Modelling System
CO	Monóxido de Carbono
COHb	Carboxi-hemoglobina
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CTESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
EUA	Estados Unidos da América
Hg	Mercúrio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IntPNM	Internações por pneumonia
MT	Mato Grosso
NO _x	Óxidos de nitrogênio
NO ₂	Dióxido de nitrogênio
OMS	Organização Mundial de Saúde
O ₃	Ozônio
Pb	Chumbo
PM	Material particulado
PRONAR	Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar
SO ₂	Dióxido de Enxofre
SUS	Sistema Único de Saúde
T	Temperatura
UR	Umidade Relativa
VV	Velocidade do Vento
WHO	World Health Organization

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 POLUIÇÃO DO AR	14
2.2 POLUENTES ATMOSFÉRICOS.....	15
2.2.1 Material Particulado	18
2.2.2 Monóxido de Carbono	19
2.2.3 Composição dos Poluentes Atmosféricos na Amazônia	21
2.3 FISILOGIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO INFANTIL.....	22
2.4 EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR NA PNEUMONIA	24
3 OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 TIPO DE ESTUDO.....	27
4.2 LOCAL DE ESTUDO	27
4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA.....	27
4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO	28
4.5 COLETA DE DADOS	28
4.6 VARIÁVEIS DO ESTUDO.....	28
4.7 ANÁLISE DOS DADOS	29
4.8 ASPECTOS ÉTICOS	29
5 RESULTADOS	30
5.1 ARTIGO 1.....	30
5.2 ARTIGO 2.....	46
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
APÊNDICES	66
ANEXO	70

1 INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica tem sido associada ao aumento do risco de morte, doenças crônicas e doenças respiratórias em crianças. Tal fato pode ser justificado pelo aumento da emissão de poluentes na atmosfera e pela imaturidade do sistema respiratório, uma vez que o desenvolvimento dos pulmões é progressivo e contínuo até os 10 anos¹.

As doenças respiratórias são importantes causas de morbimortalidade, independentemente do nível de desenvolvimento da região. Há relato que em países em desenvolvimento as internações por causa respiratória em crianças são principalmente por pneumonia. Dentre os fatores de risco para internação por pneumopatias incluem exposição aos poluentes ambientais, tabagismo, aglomeração domiciliar, déficit nutricional, sazonalidade climática, esquemas de imunização incompletos, baixa condição socioeconômica e exposição a agentes biológicos².

A pneumonia, considerada uma doença multifatorial, é definida por uma inflamação do tecido pulmonar caracterizada por intensa resposta imunológica e edema em que os alvéolos e bronquíolos terminais se enchem de líquido, prejudicando a difusão e a ventilação. Além disso, pode sofrer influência de fatores multivariados, dentre eles os relacionados ao meio ambiente, como por exemplo, a poluição atmosférica.³

A literatura aponta que a exposição aos poluentes ambientais é reconhecida como fator de risco importante para ocorrência de internações hospitalares em crianças. Os poluentes envolvidos na gênese da pneumonia são principalmente o dióxido de enxofre (SO₂), ozônio (O₃) e material particulado com diâmetro aerodinâmico menor que 10µm (PM₁₀), além de dióxido de nitrogênio (NO₂) e monóxido de carbono (CO)^{4,5}.

Diante desse cenário, são perceptíveis os problemas socioambientais e de saúde que estão cada vez mais relacionados. Dessa forma, a degradação ambiental contribui para a alteração do meio natural afetando a qualidade de vida e as condições de saúde dos indivíduos e da coletividade, modificando a distribuição das doenças, suas gravidades e fatores de morbimortalidade⁶.

De acordo com Rosa, Ignotti e Castro² o município de Tangará da Serra - MT apresentou a maior taxa de internações por doenças respiratórias de Mato

Grosso em menores de 15 anos em 2005, sendo as pneumonias a primeira causa de internação (90,7%). Este fato desperta interesse pela alta taxa de internações por pneumonia na cidade e pelo município estar situado em uma região com intensas atividades agrícolas, extensa área de plantio de cana-de-açúcar e na região do arco do desmatamento da Amazônia Brasileira com períodos sazonais bem definidos entre chuva (novembro a março), transição (abril e maio) e seca (junho a outubro).

Diante do exposto emerge a seguinte questão norteadora: A emissão de poluentes atmosféricos e a sazonalidade interferem na morbidade da pneumonia de crianças de 0 a 10 anos internadas em uma cidade da Amazônia Legal Brasileira?

Como hipótese acredita-se que a emissão de poluentes ambientais e a sazonalidade aumentam a frequência de internação por pneumonia, principalmente nos períodos de seca.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 POLUIÇÃO DO AR

A poluição do ar vem se destacando no cenário ambiental por causar grande risco para saúde. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) em 2012, uma em cada nove mortes estava relacionada a poluição do ar, sendo que dessas mortes, cerca de 3 milhões foram atribuídas exclusivamente a poluição do ar ambiente, que afeta todas as regiões, configurações, grupos socioeconômicos e idade⁷.

A literatura considera o poluente como uma combinação de gases e partículas sólidas que constituem o ar natural produzido por fontes naturais e antropogênicas, que se intensificaram através da atuação do homem aumentando suas descargas e resultando em graves efeitos sobre a saúde humana e meio ambiente⁸. Assim, os principais poluentes atmosféricos emitidos pela queima de carvão são o dióxido de enxofre (SO₂) e metais pesados, tais como o chumbo (Pb) e mercúrio (Hg). Já os derivados da queima incompleta de combustíveis fósseis e biomassa são o monóxido de carbono (CO) e o material particulado (PM). Os derivados da queima de combustível em altas temperaturas são os óxidos de nitrogênio (NO_x) e o poluente secundário formado pela oxidação fotoquímica do NO_x e hidrocarbonetos, o ozônio (O₃)⁹.

As agências governamentais propõem regulamentos que controlam a emissão dos poluentes estabelecendo diretrizes de qualidade do ar para definir os limites a partir dos quais a população exposta sofreria danos à saúde, com o propósito de proteger a saúde dos grupos vulneráveis. Partindo desse pressuposto, as diretrizes de qualidade do ar da OMS, destinadas ao uso em todo mundo, propõem respaldar medidas orientadas para conseguir uma qualidade do ar que proteja a saúde pública em situações distintas. Dessa forma, cada país estabelece as normas de qualidade do ar, variando em função da viabilidade tecnológica, aspectos econômicos e outros fatores políticos e sociais. Essas diretrizes estabelecem valores máximos de poluentes que se ultrapassados podem afetar a saúde da população¹⁰.

Os padrões nacionais de qualidade do ar no Brasil são determinados pela resolução CONAMA n° 3 de 1990, havendo também o Programa Nacional

de Controle da Poluição do Ar (PRONAR) que instituiu a rede nacional de monitoramento de qualidade do ar, atribuindo a cada estado brasileiro a responsabilidade pelo monitoramento do ar e a atualização dos valores estabelecidos pela resolução. Esses parâmetros apresentaram valores personalizados para população brasileira e distintos em relação aos padrões fixados pela OMS (2005). No entanto, nem todos os estados brasileiros seguem essa normativa, sendo que em 2014 apenas 11 estados e 1,7% dos municípios apresentavam monitoramento da qualidade do ar. Destes, a maioria das estações de monitoramento se concentram na região Sudeste¹¹.

Nas regiões que não contam com estações de monitoramento uma das estratégias é a utilização de dados fornecidos pelo Centro de Pesquisas Tecnológicas e Instituto de Pesquisas Espaciais (CPTEC-INPE), através do Sistema Coupled Aerosol and Tracer Transport model to the Brazilian Developments on the Regional Atmospheric (CCATT-BRAMS). O Ministério da Saúde instituiu o programa Vigilância em Saúde de Populações Expostas à Poluição Atmosférica (VIGIAR), visando caracterizar os agravos possivelmente relacionados a poluição atmosférica e a sazonalidade, subsidiando ações de vigilância em saúde à população exposta a partir de dados do CPTEC-INPE e do modelo CCATT-BRAMS. O estado de Mato Grosso foi o primeiro do Brasil a elaborar e divulgar a seus municípios o boletim informativo do programa. Os relatórios demonstram a estimativa de PM_{2,5} e CO com o objetivo de informar sobre a qualidade do ar nos municípios acima de 100.000 habitantes e naqueles com risco de exposição à concentração de poluentes como no caso de Tangará da Serra (BRASIL, 2016)¹¹.

2.2 POLUENTES ATMOSFÉRICOS

Os poluentes atmosféricos são classificados de acordo com sua fonte, composição química, tamanho e forma de liberação em poluentes primários e secundários. Os poluentes primários são emitidos diretamente na atmosfera e os secundários se formam no ar como resultado de reações químicas com outros gases como os poluentes primários. Em relação as fontes antropogênicas os poluentes relacionados a combustão de biomassa são o CO, compostos voláteis e pós orgânicos. Já os de fontes industriais do comércio e agrícola incluem SO₂,

O₃, NO_x, CO e PM⁸.

Os principais poluentes descritos na literatura que possuem efeitos deletérios na saúde da população são: SO₂, absorvido predominantemente pelas vias aéreas superiores provocando broncoconstrição, secreção de muco e consequente aumento da resistência ao fluxo do ar por estreitamento da via aérea; O₃ e NO_x, gases com menor hidrossolubilidade que produzem irritação da mucosa da via aérea superior; CO, com toxicidade consequente da hipóxia celular e isquemia após sua ligação com a hemoglobina diminuindo a capacidade carreadora do oxigênio; PM, cuja composição varia significativamente e induz vários efeitos à saúde a curto e longo prazo dependendo das fontes locais. Os que possuem metais na composição tem potencial tóxico e pró-oxidante como combustão de petróleo e carvão além de poderem induzir a formação de oxidantes reativos¹².

A deposição dos poluentes nos pulmões depende de seu tamanho, pois é o tamanho que determina como o particulado é transportado para o corpo e como é removido do trato respiratório. As partículas maiores se depositam no trato aéreo superior pelo fenômeno da impactação. A deposição gradual das partículas menores (1 a 5 µg) em função de seu peso ocorre por sedimentação, caindo em vias aéreas menores como bronquíolos terminais e respiratórios. Outro processo que ocorre na deposição de poluentes é a difusão, cujo movimento aleatório de partículas causada pelo contínuo bombardeamento de células gasosas facilita sua propagação no sistema respiratório. Somente as partículas inferiores a 0,1 µg se depositam nos alvéolos¹³.

A exposição a partículas ultrafinas de PM ocorre diariamente e está associada a vários efeitos adversos à saúde. Dentre eles, principalmente o celular em que o poluente ativa vias de sinalização que produzem respostas patológicas como produção de mediadores inflamatórios e espécies reativas de oxigênio desencadeando uma cascata de eventos que levam à morte das células por diferentes mecanismos como apoptose, necrose e autofagia¹⁴.

Os efeitos adversos da poluição atmosférica na saúde humana estão demonstrados na tabela 1¹⁵:

QUADRO 1: EFEITOS DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS NA SAÚDE HUMANA

Poluentes	Fontes	Efeitos
PM₁₀	Antropogênicas: poeira, atividades agrícolas e construções.	Diminui atividade mucociliar e dos macrófagos. Irrita vias respiratórias e causa estresse oxidativo. Pode produzir remodelamento brônquico e DPOC
PM_{2,5} PM_{0,1}	Queima de combustíveis fósseis e biomassa, usinas termoeletricas	
O₃	Formado por reações químicas complexas entre compostos orgânicos voláteis e óxidos de nitrogênio (NO _x)	Agente oxidante e muito irritante, provocando inflamação da mucosa respiratória, tosse, desconforto torácico podendo levar em exposições por várias horas a lesão no tecido epitelial de revestimento das vias aéreas.
NO_x	Antropogênicas: indústrias de ácido nítrico e sulfúrico e motores de combustão, queima de combustíveis em altas temperaturas, usinas térmicas que utilizam gás ou incineração.	Irrita vias aéreas superiores e inferiores, aumenta reatividade brônquica e suscetibilidade às infecções e aos alérgenos.
CO	Antropogênicas: queimas florestais, combustão incompleta de combustíveis fósseis ou outros materiais orgânicos, transportes rodoviários e tráfego intenso.	Se une a hemoglobina interferindo no transporte de oxigênio, podendo levar ao óbito por hipóxia.

Fonte: Adaptado de Arbex *et al.*, 2012.

No Brasil, a maioria dos estudos epidemiológicos que analisaram a associação entre os poluentes e os problemas na saúde estão concentrados na região sudeste, especialmente no estado de São Paulo, que possui uma região metropolitana com altos índices de poluição. Além disso, contam com legislação própria em relação aos padrões de qualidade do ar e redes de monitoramento interligadas que registram diariamente os níveis de poluentes ambientais. Esses dados são coordenados pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CTESB) e favorecem a divulgação da emissão dos poluentes¹⁶.

Uma revisão sistemática realizada no estado de São Paulo, com o objetivo de verificar quais poluentes e doenças estavam associados, como também a faixa etária e os resultados da influência dos poluentes na saúde humana, apresentou resultados interessantes. Dos 18 artigos encontrados entre 2010 e 2015 todos abordavam o poluente PM₁₀ (100%), apenas um artigo o CO (5,5%), 5 abordavam o NO_x (27,7%) e 12 o O₃ (66,6%). As principais doenças estudadas foram: em primeiro lugar as do trato respiratório em crianças, seguida das doenças venosas e cardiovasculares, além do peso dos bebês ao nascer. Os autores concluíram que todos os estudos incluídos sugeriram associação da

poluição atmosférica com problemas na saúde das populações estudadas¹⁷.

2.2.1 Material particulado

O PM é uma mistura de componentes sólidos e líquidos formado por uma variedade de compostos físicos e químicos a depender da fonte de emissão podendo ser composto por elementos biogênicos ou antropogênicos. As principais fontes naturais incluem material orgânico, poeira terrestre, emissões vulcânicas, emissões biogênicas e incêndios florestais, além da contaminação antropogênica produzida pela combustão, resíduos industriais, incêndios antropogênicos e metais como mercúrio, cádmio, níquel e chumbo⁸.

Estudos epidemiológicos sobre a poluição do ar envolvendo o material particulado, relatam que este poluente foi responsável por 3 milhões de mortes, em 2012, sendo que 87% ocorreram em países de baixa e média renda com 93.000 mortes nas Américas. Em torno de 6% das mortes no mundo ocorrem em crianças por infecções respiratórias baixas, particularmente em menores de 5 anos. Deste total, 18% ocorreram na América Latina, atrás apenas de países do Mediterrâneo (23%) e da Ásia (19%)¹⁸.

As partículas finas e ultrafinas menores que 10 µm de diâmetro são mais perigosas por alcançarem os alvéolos, sendo fagocitadas por macrófagos e neutrófilos que liberam mediadores inflamatórios podendo causar irritação nos olhos, garganta e pulmões. Já a exposição a partículas maiores que 10 µm tem consequências reduzidas já que são facilmente removidas no nariz ou ficam presas no epitélio mucociliar das vias aéreas superiores¹⁹.

Vários mecanismos estão envolvidos na doença respiratória provocada por PM, destacando-se a indução do estresse oxidativo pulmonar. Esse estresse oxidativo leva a superprodução de reação oxidativa que danifica o DNA e induz lesões inflamatórias e alterações epigenéticas, contribuindo para o desenvolvimento de doenças como a pneumonia²⁰. Stone et al.²¹ também destacam como mecanismos toxicológicos o estresse oxidativo, inflamação pulmonar e sistêmica, genotoxicidade, alterações nos níveis de fibrinogênio e protrombina e ativação plaquetária.

Recentemente, em estudo realizado na linhagem celular epitelial brônquica humana BEAS-2B, amostras de material particulado fino foram

aplicadas na linhagem celular para verificar seus efeitos sobre a viabilidade celular, níveis de proteínas de barreira epitelial, liberação de citocinas pró-inflamatórias e genes pró-inflamatórios além do estresse oxidativo e marcadores de apoptose celular. Na análise de concentração de material particulado observou-se que os constituintes finos do extrato se originam principalmente de sistemas de aquecimento como combustão de biomassa, compondo 74% do total de aerossol carbonoso do PM, sendo o restante originário de combustão de combustíveis fósseis relacionados ao tráfego de veículos e combustão de carvão. Já em relação aos resultados celulares do MP, houve efeito citotóxico com diminuição do metabolismo celular em níveis de 1 μm a mais, com diminuição da motilidade celular e propriedades cicatrizantes. A resposta inflamatória e autoimune foi significativamente afetada havendo também aumento do estresse oxidativo e da liberação de citocinas do epitélio brônquico²².

Para a OMS os valores para média de 24 horas de exposição ao PM_{2,5} são 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24 horas, e PM₁₀ são de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em 24 horas.¹⁰ Já a resolução CONAMA n° 3 de 1990 estabelece como padrão primário de concentração de partículas totais em suspensão, sem mencionar o diâmetro da partícula, 240 mg/m³ em 24 horas e como padrão secundário 150 mg/m³ em 24 horas²³.

2.2.2 Monóxido de Carbono

O CO é um gás incolor, inodoro, insípido e não irritante produzido pela combustão incompleta de qualquer material que contenha carbono, sendo fontes comuns de exposição humana a inalação de fumaça de incêndios, fumaças de automóveis, fogões a gás, querosene, carvão e fumaça de cigarro¹².

Tem o peso molecular semelhante ao do ar misturando e movendo livremente com o mesmo. Reage vigorosamente com o oxigênio, acetileno, cloro, flúor e óxido nitroso, ligeiramente solúvel em água, soro sanguíneo e plasma, reagindo no corpo humano com a hemoglobina para formar a carboxi-hemoglobina (COHb). Os níveis de monóxido de carbono são mais elevados em garagens, cozinhas a céu aberto, incêndios e no ar de ambientes internos com fumaça de tabagismo, aparelhos de gás e proximidade ao tráfego, sendo mais baixas a uma distância maior que 500 metros do tráfego. A intoxicação pode ser

causada por uma única inalação a altas concentrações ou repetidamente, constituindo a principal causa de morte por envenenamento acidental ou intencional.²⁴

O CO é um asfixiante sistêmico que mata por depressão induzida do sistema nervoso central. Possui afinidade com a hemoglobina 200 vezes maior que o oxigênio, levando a hipóxia sistêmica quando a hemoglobina está saturada em 20% a 30% com o CO e morte geralmente quando a saturação chega a 60% a 70%. No envenenamento crônico, como a COHb é estável, mesmo em níveis baixos e persistentes, a exposição ao CO pode aumentar seus níveis desenvolvendo uma lenta hipóxia sem causar alterações isquêmicas amplas no sistema nervoso central, podendo levar a sequelas neurológicas permanentes¹⁹. É considerado o maior poluente percentualmente nos Estados Unidos da América (EUA), produzido principalmente pela combustão incompleta do carbono dos combustíveis¹³.

Vários estudos demonstram a relação entre o CO e seus efeitos a saúde humana. Estrella et al²⁵, observaram um declínio substancial no nível de CO após um programa de controle de emissões veiculares de 5 anos associado à redução da incidência de doenças respiratórias e dos níveis de carboxihemoglobina em crianças em idade escolar na cidade de Quito no Equador. Sebiany et al.²⁶, relataram associação significativa entre valores baixos de todas as medidas antropométricas à exposição a altos níveis de monóxido de carbono (> 35 ppm padrão saudita) independente da condição socioeconômica com meninos na primeira infância em Damman, Arábia Saudita. Também foi ressaltado em um estudo de coorte retrospectiva com crianças até 2 anos de idade a associação entre PM_{2,5}, NO_x e CO primário do tráfego veicular com otite média e bronquiolite, em Atlanta, EUA²⁷.

As diretrizes da OMS também estabelecem valores de exposição ao CO a curto, médio e longo prazo de: 100 mg/m³ por 15 minutos, 35 mg/m³ por 1 hora, 10 mg/m³ em 8 horas e 7 mg/m³ em 24 horas. Tais referências determinam os níveis aceitáveis de exposição ao CO no qual as pessoas expostas não correriam riscos de danos à saúde²⁴. A Resolução CONAMA nº 3 de 1990 estabelece como parâmetros 10.000 mg/m³ (9 ppm) em 8 horas e 40.000 mg/m³ (35 ppm) em 1 hora²³.

2.2.3 Composição dos Poluentes Atmosféricos na Região Amazônica

Os estudos realizados no Brasil demonstram que a poluição atmosférica apresenta duas características regionais distintas, as emissões automotivas e industriais nas grandes áreas urbanas e a queima de biomassa na região amazônica. Oliveira, Ignotti e Hacon²⁸ destacam que a poluição gerada no bioma amazônico, predominantemente relacionada a queima de biomassa dos incêndios florestais biogênicos e antropogênicos, é maior do que a poluição gerada em regiões do sudeste do Brasil em áreas de queima de cana-de-açúcar. Esses fatos por si só demonstram existir uma relação entre exposição a poluentes atmosféricos e aumento de internações hospitalares por causas respiratórias, com maior incidência de casos agudos de asma e pneumonia em crianças e adolescentes²⁹.

Numa revisão sistemática desenvolvida para identificar as propriedades do MP no bioma amazônico identificou-se como característica predominante compostos orgânicos com altas concentrações de elementos biogênicos no PM₁₀ durante a estação chuvosa e durante a estação seca o PM_{2,5} foi predominantemente composto de carbono negro, sulfatos, nitratos, metais, potássio, cloro e amônia. Essas mesmas características foram observadas na região sudeste em áreas de queima de cana-de-açúcar. Em locais de queima de biomassa tanto na região sudeste quanto na Amazônia foram encontradas concentrações de metais como zinco, ferro, chumbo, cobre e mercúrio provavelmente associado a mineração²⁸.

A composição química do material particulado produzido em Tangará da Serra-MT apresentou um predomínio das partículas finas em relação a partículas grossas com maior quantidade de carbono negro nas frações finas nos meses de maior queima (agosto a outubro) quando comparado ao de menor queima (novembro e dezembro). Em relação aos hidrocarbonetos foram identificados em maior quantidade o reteno, seguido do acenafteno, acenaftileno, antraceno, fluoreno e pireno. No cálculo do Índice Preferencial de Carbono (IPC) para prever se os n-alcenos são de origem biogênicas ou antropogênicas, foi identificado o IPC de 1,04 entre C₂₅ a C₃₅ e um IPC de 0,89 na faixa de C₁₇ a C₂₃, o que demonstra um predomínio das emissões antropogênicas em relação as emissões biogênicas e influência das emissões de queimadas no material

amostrado³⁰.

As atividades agrícolas representam grande parte da carga de poluição ambiental, danos à saúde humana e aquecimento global, sendo difícil identificar as fontes e monitorar sua emissão uma vez que essas não são pontuais e sua emissão não é clara. Essas atividades incluem o cultivo do solo e sua preparação, semeadura, aplicação de fertilizantes e pesticidas, colheita e pós-colheita sendo que o preparo da terra e as atividades de colheita podem produzir diferentes níveis de material particulado. Em um estudo desenvolvido na China foi observado que a redução do número de fazendas em uma região pode beneficiar a diminuição da poluição de fonte agrícola não pontual³¹. Em outro estudo realizado na Turquia, foi observado danos ao aparelho respiratório após o uso de agrotóxicos na agricultura. Os autores concluíram que o uso de pesticidas não-tóxicos, processos agrícolas que levem a menor produção de material particulado e medidas de proteção para os residentes na área durante a aplicação devem ser explorados³².

2.3 FISILOGIA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO INFANTIL

O sistema respiratório, responsável pela ventilação, começa a se desenvolver na quarta semana de gestação regulado por diferentes estruturas em períodos diferentes. A maturação dos pulmões começa na sexta semana sendo dividida em quatro estágios: pseudoglandular, canalicular, saco terminal e alveolar. No estágio alveolar (32ª semana aos 8 anos de idade) 95% dos alvéolos maduros se desenvolvem no período pós-natal, estando bem avançado até os 3 anos de idade, com adição de novos alvéolos até aproximadamente os 8 anos³³. Na criança o desenvolvimento alveolar contínuo expõe o pulmão a sofrer danos no seu desenvolvimento, como a diminuição da função pulmonar associada a poluentes ambientais, deixando sequelas morfológicas e estruturais no tecido pulmonar e na mecânica da caixa torácica⁸.

Para ocorrer as trocas gasosas é necessário uma relação adequada entre ventilação e perfusão. Para ocorrer a ventilação é necessária uma diferença entre a pressão do ar dentro dos pulmões e a pressão atmosférica. Durante a inspiração a pressão dentro dos alvéolos deve ser menor, obtida aumentando-se o volume dos pulmões através do aumento da caixa torácica. Os

músculos intercostais externos e o diafragma se contraem, elevando as costelas e provocando o rebaixamento do diafragma, reduzindo sua cúpula e aumentando o diâmetro vertical da cavidade torácica. Outros fatores que afetam a ventilação são a complacência e a resistência da via respiratória. A complacência é a quantidade de esforço necessário para distender os pulmões e parede torácica. A complacência alta significa que os pulmões e parede do tórax expandem-se mais facilmente. Em relação a resistência ao fluxo normal de ar as vias respiratórias com diâmetros menores têm maior resistência³⁴.

Os gases respiratórios inalados se difundem das áreas de alta pressão para as de baixa pressão, sendo que a velocidade de difusão dos gases é proporcional a pressão causada por cada gás. A capacidade da membrana respiratória trocar um gás entre os alvéolos e o sangue pulmonar depende da pressão parcial do gás. Para que ocorra a troca gasosa é necessário que os alvéolos sejam ventilados e que o fluxo de sangue dos capilares alveolares esteja presente³⁵.

As crianças têm características anatômicas e fisiológicas do sistema respiratório com algumas particularidades que as torna mais suscetíveis à fadiga respiratória como: musculatura menos desenvolvida, elevada taxa metabólica, maior consumo de oxigênio, menor reserva ventilatória e maior frequência respiratória e cardíaca. Os músculos intercostais não conseguem levantar a parede torácica de forma eficiente, limitando a ventilação a movimentação do diafragma que tem inserção mais horizontal e elevada, fazendo seu movimento ser menor durante a inspiração o que limita a expansibilidade do tórax. A caixa torácica é mais complacente em decorrência da consistência cartilaginosa dos ossos, esterno mais flexível e costelas mais horizontais, levando a um predomínio da respiração abdominal. As vias aéreas possuem diâmetro menor sendo mais curtas e em menor número que em adultos, levando a uma resistência maior ao fluxo de ar e do trabalho respiratório^{36,37}.

As crianças são vulneráveis e suscetíveis a poluição do ar devido a esta combinação de fatores fisiológicos especialmente durante o desenvolvimento fetal e primeiros anos de vida. Pelo fato de seus órgãos estarem amadurecendo e respirarem mais rápido que os adultos são suscetíveis a inalarem mais poluentes, além de ficarem mais perto do solo em que alguns poluentes atingem picos de concentração, gastarem mais tempo fora de casa praticando atividades

físicas em ar potencialmente poluído e passam muito tempo perto das mães enquanto cozinham. Como consequência, a OMS em 2016 emitiu um relatório que demonstra que uma em cada nove mortes de crianças foram atribuídas aos efeitos da poluição totalizando 7 milhões de mortes no mundo, sendo que deste total, 543.000 mortes foram causadas por infecções do trato respiratório em menores de 5 anos⁷.

Em relação aos efeitos da poluição na saúde das crianças há fortes evidências que: 1) a exposição à poluição do ar danifica a função pulmonar e impede seu desenvolvimento mesmo em níveis baixos de exposição; 2) a exposição a poluentes como PM_{2,5}, NO₂ e O₃ estão associados à pneumonia e outras infecções respiratórias em crianças, com uma relação especialmente estreita com material particulado (WHO, 2018)⁷. Dessa forma, a inalação de produtos tóxicos como PM, O₃, NO₂, CO e SO₂, podem comprometer a função pulmonar das crianças ou exacerbar problemas pré-existentes, aumentando a incidência de problemas respiratórios nessa população³⁸.

2.4 EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR NA PNEUMONIA

A pneumonia é definida como uma infecção do parênquima pulmonar com morbidade e mortalidade significativas. Quando os microrganismos patogênicos entram nos pulmões de indivíduos suscetíveis, ocorre liberação de toxinas que estimulam a inflamação e as respostas imunes, comprometendo os alvéolos e causando edema, interferindo com a ventilação e a difusão pulmonar³⁴. Para ocorrer o processo infeccioso é necessário a influência de fatores como a geografia, o ambiente e o comportamento. As doenças infecciosas geralmente não ocorrem de forma isolada, disseminando-se por um grupo exposto a uma origem pontual ou de um indivíduo a outro³⁹.

A etiologia da pneumonia segue uma lista variada de agentes etiológicos como bactérias, fungos, vírus e protozoários sendo que em mais de 60% dos casos não é possível determinar sua etiologia específica em função da dificuldade de se obter amostras fidedignas e de respostas em tempo hábil, tornando a realização da coleta de exames específicos uma prática não habitual. Porém, reconhece-se que os vírus predominam nos primeiros anos e as bactérias a partir do final do período pré-escolar. Em função dessa dificuldade o

tratamento inicial é frequentemente realizado com antibioticoterapia⁴⁰.

Morfologicamente a pneumonia apresenta dois padrões de distribuição anatômica: a broncopneumonia, manifestação clínica mais comum da pneumonia na população pediátrica, caracterizada por um acometimento mais importante e primário nos brônquios e no tecido pulmonar ao seu redor⁴¹; e a pneumonia, consolidação fibrinossuprativa de uma grande porção de um lobo pulmonar em que foram descritos quatro estágios de resposta inflamatória: congestão, hepatização vermelha, hepatização cinza e resolução¹⁹.

Vários estudos demonstram os efeitos dos poluentes atmosféricos na resposta inflamatória pulmonar. Em um estudo de revisão sistemática realizada com o objetivo de analisar a associação entre poluição do ar e pneumonia em crianças encontrou-se evidências de que os poluentes PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, O₃, exceto o CO, estão consistentemente associados à pneumonia nas crianças. Esses resultados foram descritos com base em 425.000 eventos de pneumonia na população infantil⁴². Em um estudo realizado na China com exposição de camundongos ao PM_{2,5} por um ano houve a indução de várias respostas significativas atribuídas as altas concentrações de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos originários da combustão de carvão e queima de biomassa, evidenciando que o PM_{2,5} pode desencadear a inflamação pulmonar⁴³.

No Brasil destacam-se alguns estudos relacionados a influência de poluentes na pneumonia: em São José dos Campos-SP, foi evidenciada uma correlação positiva entre SO₂, O₃ e PM₁₀ com internações por pneumonia em crianças⁴; em um estudo ecológico na cidade de Sorocaba - SP, houve uma correlação positiva significativa entre internações por pneumonia em crianças e os poluentes PM₁₀, NO, NO₂, e O₃⁵; Em outro estudo realizado na cidade de Taubaté-SP houve uma correlação positiva significativa entre internações por pneumonia e PM_{2,5} em crianças¹.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a associação entre internação hospitalar por pneumonia em crianças e poluentes ambientais em um município da Amazônia Legal Brasileira.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar a correlação entre os poluentes ambientais CO e PM_{2,5} nas internações por pneumonia em crianças.

Avaliar os níveis de CO e PM_{2,5} durante os períodos de chuva, transição e seca.

Avaliar a associação entre internação por pneumonia e os fatores meteorológicos nos períodos sazonais.

Verificar a correlação entre internações por pneumonia em crianças e os períodos sazonais relacionados as atividades agrícolas desenvolvidas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 TIPO DE ESTUDO

Foi realizado um estudo ecológico de série temporal de internação por pneumonia em crianças até 10 anos residentes em Tangará da Serra (MT) de 01 de agosto de 2017 a 31 de julho de 2018.

4.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi desenvolvido no município de Tangará da Serra localizado na região Médio-Norte do estado de Mato Grosso, pertencente ao bioma amazônico no trajeto de dispersão dos poluentes gerados em países vizinhos e na área do arco do desmatamento, com temperatura em ciclos bem definidos de seca e chuva².

Há uma extensa área de produção agrícola com 1.983,735 hectares de lavouras permanentes e 90.769,624 hectares de lavouras temporárias sendo que 204 estabelecimentos utilizam adubação química e 636 estabelecimentos utilizam agrotóxicos. As culturas que se destacam no município são a soja (105.000 hectares área plantada) milho (68.046 hectares), algodão (6.005 hectares) e cana-de-açúcar (4.152 hectares)⁴⁴.

Tem população estimada em 2018 de 101.764 habitantes e uma área territorial de 11.323,681 km². A rede hospitalar conta com 14 leitos pediátricos no Hospital Municipal Arlete Daisy Cichette de Brito, único hospital público da cidade e leitos de unidade de terapia intensiva neonatal em 1 hospital privado conveniado ao Sistema Único de Saúde (SUS)⁴⁴. Neste estudo optou-se em estudar a parcela de residentes no município usuários do SUS no hospital municipal uma vez responde pela maioria das internações na cidade.

4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Amostragem por conveniência de crianças com diagnóstico de pneumonia admitidas no serviço de pediatria do Hospital Municipal Arlete Daisy Cichetti de Brito – MT, entre agosto de 2017 a julho de 2018.

4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos no estudo crianças de 0 a 10 anos de idade com diagnóstico confirmado pelo pediatra de pneumonia, verificado pelo pesquisador in locu, de ambos os sexos, residentes no município de Tangará da Serra-MT e com o termo de consentimento e assentimento para participar da pesquisa assinados pelos pais e/ou responsáveis.

Utilizou-se como critérios de exclusão crianças com pneumonia associada a comorbidades como doenças crônicas do aparelho respiratório, autoimune, neurológico, imunossuprimido, uso prolongado de corticoide, em tratamento oncológico, restrito ao leito por tempo prolongado e com desnutrição.

4.5 COLETA DE DADOS

Os dados foram obtidos a partir dos prontuários dos pacientes com coleta sistematizada através de um instrumento de coleta elaborado pelo autor e aplicação de um questionário com os pais/responsáveis pelas crianças durante a internação. As informações relacionadas às características demográficas e habitacionais dos participantes do estudo e o status de saúde foi adaptado do questionário padronizado da American Thoracic Society Indoor Air Quality (IAQ)⁴⁵. Algumas questões foram adaptadas para adequar melhor a área do estudo, aplicando-se um pré-teste realizado pelo autor com 10 pais/responsáveis de crianças internadas, para avaliar a compreensão e sensibilidade das questões e adequação da linguagem. O questionário consiste em três seções com objetivo de identificar as variáveis socioeconômicas (tipo de moradia, saneamento básico, proximidade com possíveis fontes poluidoras, número de pessoas que residem na residência), dados clínicos (diagnóstico clínico, tempo de hospitalização, vacinação e prematuridade) e demográficos (gênero, idade, procedência e local de residência) do paciente.

4.6 VARIÁVEIS DO ESTUDO

Variáveis dependentes: internação por pneumonia, níveis de CO e PM_{2,5}.

Variáveis independentes: variáveis climáticas (umidade relativa do ar, temperatura ambiental, velocidade do vento, precipitação) e variáveis

socioeconômicas (tipo de moradia, rede de esgoto, coleta de lixo, pavimentação asfáltica, tipo de moradia, tabagismo em domicílio, proximidade de fontes poluentes), demográficas (idade, sexo, cor/raça).

4.7 ANÁLISE DOS DADOS

Foi realizada análise univariada com medidas de tendência central e de dispersão, bivariada com o uso da análise de correlação de Spearman por se tratar de medidas não paramétricas buscando a correlação entre as variáveis de interesse. Além disso, realizou-se a análise multivariada com o uso do modelo Kruskal-Wallis para estimar a relação entre a frequência de internação por pneumonia e a exposição as variáveis ambientais e o teste de Qui Quadrado para avaliar a influência das variáveis e o tempo de internação sendo adotado o nível de significância de 0,05. Para análise dos dados foi utilizado o programa Epi-Info 6.04.

4.8 ASPECTOS ÉTICOS

O presente estudo obedeceu às normas vigentes na Resolução 466/2012, a qual trata das diretrizes e normas de pesquisas envolvendo seres humanos. O mesmo foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa Humana da Universidade de Cuiabá e aprovado sob parecer de nº 2.325.965.

5 RESULTADOS

5.1 ARTIGO 1

INFLUÊNCIA DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS EM UMA CIDADE DA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA

RESUMO

Introdução: A exposição a poluentes ambientais como monóxido de carbono (CO) e material particulado (PM) são considerados fatores de risco para ocorrência de internações hospitalares por pneumonia principalmente na população infantil. **Objetivo:** Verificar a influência dos poluentes atmosféricos nas internações por pneumonia em crianças em uma cidade da Amazônia legal brasileira. **Método:** Foi realizado um estudo de série histórica na cidade de Tangará da Serra-MT. Foram incluídos os dados dos prontuários médicos de 158 crianças de 0 a 10 anos de idade, bem como os dados ambientais e dos poluentes atmosféricos. **Resultados:** Houve maior frequência de internações por pneumonia nos meses de seca (agosto e setembro) do que no período chuvoso (novembro, dezembro, janeiro e fevereiro) e pico de internações nos meses de transição entre chuva e seca (abril e maio) ($p < 0,005$) que podem ser influenciadas pelas intensas atividades agrícolas ocorridas nesse período na região. Quanto aos poluentes ambientais houve correlação positiva significativa entre $PM_{2.5}$ e internações por pneumonia, ($p < 0,005$) não sendo observado correlação com CO. Em relação aos dados meteorológicos houve associação negativa significativa entre internações por pneumonia e umidade relativa e chuva ($p < 0,005$). **Conclusão:** Crianças de 0 a 10 anos possuem maior frequência de internação quanto maior for os níveis de $PM_{2.5}$.

Palavras-chave: Poluentes Atmosféricos; Pneumonia; Criança; Ecossistema Amazônico, Material Particulado.

ABSTRACT

Introduction: The exposure to environmental pollutants such as Carbon Monoxide (CO) and Particulate Matter (PM) are considered risk factors for the occurrence of hospital admissions due to pneumonia, mainly in the child population. **Objective:** To verify the association between hospital admission for pneumonia in children and environmental pollutants in a municipality of the Brazilian Legal Amazon. **Method:** A historical series study was carried out in the city of Tangará da Serra-MT. Data from medical records of 158 children 0 to 10 years of age, as well as environmental and air pollutant data were included. **Results:** There was a higher frequency of hospitalizations due to pneumonia in the dry months (August and September) than in the rainy season (November, December, January and February) and peak hospitalizations in the transition periods between rain and drought (April and May) ($p < 0.005$) that may be influenced by the intense agricultural activities that occurred in the region. Regarding environmental pollutants, there was a significant positive correlation between $PM_{2.5}$ and hospitalizations for pneumonia, ($p < 0.005$) and no correlation

was observed with CO. In relation to meteorological data, there was a significant negative association between hospitalizations for pneumonia and relative humidity and rainfall ($p < 0.005$). **Conclusion:** Children from 0 to 10 years of age have a higher frequency of hospitalization, the higher the PM_{2.5}.

Key words: Atmospheric Pollutants; Pneumonia; Child, Amazonian Ecosystem, Particulate Matter.

INTRODUÇÃO

A poluição do ar vem se destacando no cenário ambiental por causar grande risco para saúde, associada ao aumento do risco de morte, doenças crônicas e doenças respiratórias em crianças^{1,2}. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS) em 2016 uma em cada nove mortes de crianças foram atribuídas aos efeitos da poluição totalizando 7 milhões de mortes no mundo, sendo que deste total, 543.000 mortes foram causadas por infecções do trato respiratório em menores de 5 anos³.

As crianças são mais vulneráveis aos efeitos dos poluentes pelo fato de seus órgãos estarem amadurecendo e respirarem mais rápido que os adultos sendo suscetíveis a inalarem mais poluentes. Assim como, estão expostas ao ar potencialmente poluído quando estão fora de casa praticando atividades físicas ou em ambientes fechados como cozinha quando estão perto das mães³.

Vários mecanismos estão envolvidos na doença respiratória provocada por material particulado (PM), destacando-se a indução do estresse oxidativo pulmonar. Esse estresse oxidativo leva a superprodução de reação oxidativa que danifica o DNA e induz lesões inflamatórias e alterações epigenéticas, contribuindo para o desenvolvimento de doenças como a pneumonia^{4,5,6,7}.

Em 2005, o município de Tangará da Serra/MT apresentou a maior taxa de internações por doenças respiratórias de Mato Grosso em menores de 15 anos, sendo as pneumonias a primeira causa de internação (90,7%)⁸. Este fato desperta interesse tanto pela alta taxa de internações por pneumonia na cidade, quanto pelo município estar situado em uma região com abundantes atividades agrícolas, extensa área de plantio de cana-de-açúcar e na região do arco do desmatamento da Amazônia Brasileira com períodos sazonais bem definidos entre chuva (novembro a março), transição (abril e maio) e seca (junho a outubro).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência dos poluentes atmosféricos nas internações por pneumonia em crianças em uma cidade da Amazônia Legal Brasileira.

MÉTODO

Foi realizado um estudo de série histórica em crianças residentes no município de Tangará da Serra (MT) no período de 01 de agosto de 2017 a 31 de julho de 2018, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa sob parecer de nº 2.325.965. Após autorizarem a participação da criança no estudo, os pais e ou responsável legal assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A amostragem foi por conveniência de crianças internadas em um hospital público com diagnóstico clínico de pneumonia, sendo incluídos no estudo crianças de 0 a 10 anos de idade, de ambos os sexos, residentes no município de Tangará da Serra - MT. Foram excluídos do estudo crianças com pneumonia que tivessem comorbidades associadas como doenças crônicas do aparelho respiratório, autoimunes, neurológicas, imunossuprimidas, uso prolongado de corticoide, em tratamento oncológico, restritas ao leito por tempo prolongado e com desnutrição.

Os dados foram obtidos a partir dos prontuários dos pacientes com coleta sistematizada através de um instrumento de coleta elaborado pelo autor. Os dados de poluentes atmosféricos foram obtidos pelo sistema CCATT-BRAMS diariamente, sendo selecionado os poluentes monóxido de carbono (CO) e material particulado com tamanho aerodinâmico menor que 2,5 micras (PM_{2,5}) pela inexistência de dados completos referentes aos demais poluentes. Os dados climáticos foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC). As variáveis climáticas coletadas foram a umidade relativa do ar, temperatura ambiental, velocidade do vento e precipitação.

Foi realizada análise univariada com medidas de tendência central e de dispersão, bivariada com o uso da análise de correlação de Spearman, por se tratar de medidas não paramétricas, buscando a correlação entre as variáveis ambientais e internações por pneumonia. A regressão múltipla linear foi realizada para identificar quais variáveis foram preditores para a internação por pneumonia. Ainda, realizou-se a análise multivariada com o uso do modelo

Kruskal-Wallis para estimar a relação entre a frequência de internação por pneumonia e a exposição as variáveis ambientais. Para todas as análises adotou-se o nível de significância de 0,05, sendo utilizados os programas Epi-Info 6.04 e SPSS versão 20.0.

RESULTADOS

Participaram do estudo 158 crianças sendo que 121 (76,6%) tinham diagnóstico de broncopneumonia, 82 (51,9%) eram do sexo masculino e 97 (61,4%) da cor parda. Em relação ao histórico de saúde 153 (96,8%) crianças nasceram a termo e 109 (69%) haviam completado o esquema vacinal com 3 doses da Pneumo10 e 95 (60,1%) se encontravam entre 1 a 5 anos de idade (Tabela 1).

Tabela 1: Características clínicas e demográficas das crianças de 0 a 10 anos internadas em um hospital público no município de Tangara da Serra, MT, 2017-2018

Características	N= 158 (%)
Diagnóstico	
Broncopneumonia	121 (76,6)
Pneumonia	37 (23,4)
Gênero	
Masculino	82 (51,9)
Feminino	76 (48,1)
Cor/Raça	
Pardo	97 (61,4)
Branco	56 (35,5)
Preto	5 (3,1)
Faixa etária	
Menores de 1 ano	44 (27,8)
Entre 1 a 5 anos	95 (60,1)
Entre 6 a 10 anos	19 (12,1)
Prematuridade	
Sim	5 (3,2)
Não	153 (96,8)
Vacinação Pneumo 10	
Sem Vacina	4 (2,5)
Esquema em andamento	39 (24,7)
Esquema finalizado	109 (69)
Atrasado	6 (3,8)

A tabela 2 analisa a correlação das variáveis ambientais e os poluentes atmosféricos e a internação por pneumonia. Observou-se que entre as variáveis ambientais e as internações por pneumonia houve correlação positiva significativa entre o número de internações por pneumonia e $PM_{2,5}$, e correlação negativa entre o número de internações e a umidade relativa e a chuva. Ainda, observou-se que CO apresentou correlação positiva significativa com $PM_{2,5}$ e temperatura, como também correlação negativa significativa com umidade e com velocidade do vento. Em relação ao $PM_{2,5}$ observou-se correlação positiva significativa com CO e correlação negativa significativa com umidade e chuva.

Tabela 2: Análise de correlação entre as variáveis ambientais e internações por Pneumonia. Tangará da Serra, MT, 2017-2018

	IntPNM	CO	$PM_{2,5}$	T°	UR	Vento	Chuva
IntPNM	1						
CO	-0,51	1					
$PM_{2,5}$	0,11*	0,41*	1				
T°	0,07	0,34*	0,03	1			
UR	-0,10*	-0,10*	-0,38*	-0,52*	1		
Vento	-0,26	-0,20*	-0,16*	-0,41*	0,38*	1	
Chuva	-0,13*	0,15*	-0,38*	-0,20*	0,64*	0,23*	1

Legenda: * - Correlação significativa para $p < 0,05$. CO: Monóxido de Carbono; $PM_{2,5}$: Material particulado; T: Temperatura; UR: Umidade relativa do ar. IntPNM: Internações por pneumonia.

Quando analisado o comportamento dos poluentes atmosféricos nos períodos de seca, chuva e transição foram encontradas divergências. Os níveis de CO foram mais altos durante a chuva (teste T 4,82 e $p < 0,0001$) apesar de ter correlação negativa significativa com umidade, enquanto que os níveis de $PM_{2,5}$ foram maiores na seca com média de $10,52 \mu\text{g}$. Em relação as variáveis climáticas observou-se que a Temperatura (T) foi maior na chuva com média de $T 25,03 \text{ }^\circ\text{C}$; Umidade Relativa (UR) e Velocidade do Vento (VV) foram maiores no período de transição com UR de 79,65% e VV de 2,05 m/s; e radiação foi maior na seca com média de $771,9 \text{ kJ/m}^2$, como demonstrado na tabela 3.

Tabela 3: Médias dos poluentes e variáveis climáticas nos períodos de seca, chuva e transição. Tangará da Serra, MT, 2017-2018

Variáveis		Seca	Chuva	Transição
CO	Média	0,12	0,15	0,08
	DP	0,05	0,06	0,03
PM_{2,5}	Média	10,52	5,34	7,47
	DP	8,45	6,14	10,43
T°	Média	24,20	25,03	24,10
	DP	3,74	1,47	1,88
UR	Média	58,70	79,23	79,65
	DP	16,83	6,80	5,21
Vento	Média	1,28	2,00	2,05
	DP	1,39	0,72	0,55
Chuva	Média	0,01	8,50	3,35
	DP	0,02	17,68	8,16
Radiação	Média	771,90	141,32	16,98
	DP	174,62	2898,88	3,36

Legenda: CO: ppm; PM_{2,5}: mg/m³; T: ° C; UR: %; Vento: m/s; Chuva: mm; Radiação: kJ/m³

Após a regressão múltipla linear, verificou-se que o PM_{2,5}, a umidade relativa do ar e o período do ano foram preditores para a internação de crianças por pneumonia em Tangará da Serra, MT, 2017-2018.

Tabela 4. Fatores preditores da Internação por pneumonia por regressão múltipla linear

Variáveis	Coeficientes	Erro Padrão	t	p
Período do ano	0,182	0,039	4,634	< 0,001
PM _{2,5} mg/m ³	0,009	0,002	3,933	< 0,001
Umidade (%)	-0,008	0,002	-4,152	< 0,001

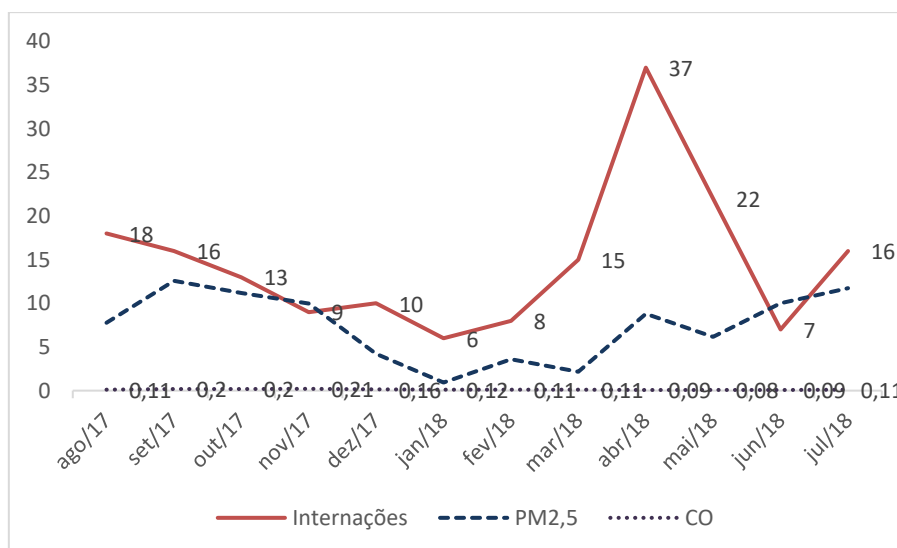
CO (monóxido de carbono): variável de ajuste

Para melhor compreensão da correlação positiva entre PM_{2,5} e

internações por pneumonia observou-se a distribuição de internações diárias em três categorias: sem internação, uma internação e duas ou mais internações por dia. Pelo teste de Kruskal-Wallis observou-se uma média de $PM_{2,5}$ de $6,6 \text{ mg/m}^3$ nos dias que não houveram internação, $7,39 \text{ mg/m}^3$ nos dias que houveram uma internação e $13,11 \text{ mg/m}^3$ nos dias em que houveram duas ou mais internações. Notou-se um maior número de internações quando maior foi o valor do $PM_{2,5}$ ($p < 0,05$). Em relação a sazonalidade houve diferença significativa entre os grupos ($p < 0,05$), com associação entre maior quantidade de internações por dia e período de transição, com razão de prevalência 2,4 vezes maior do que nos demais períodos ($p < 0,05$).

Quanto ao período do ano e o número de internações de crianças com pneumonia, observou-se (Figura 1) um aumento de internações por pneumonia/broncopneumonia nos meses de agosto e setembro (seca), queda entre novembro e fevereiro (chuva) com pico de internações entre os meses de abril a maio (transição) de 2018.

Gráfico 1: Internações por Pneumonia em crianças de 0 a 10 anos e níveis de $PM_{2,5}$ e CO em relação ao período do ano em Tangará da Serra, MT, 2017-2018



DISCUSSÃO

A exposição aos poluentes ambientais é reconhecida como fator de risco importante para ocorrência de internações hospitalares em crianças por causas

respiratórias, com maior incidência de casos agudos de asma e pneumonia⁹. Na cidade de Tangará da Serra/MT (2017-2018), notou-se maior número de internações por broncopneumonia em crianças de 0 a 5 anos. Houve maior predomínio no sexo masculino, assim como em outros estudos, que atribuem essa diferença entre gêneros a questões anatômicas, dentre elas a maior exposição a fatores de risco em meninos⁸ e a vulnerabilidade relativa ao desenvolvimento pulmonar progressivo, imaturidade imunológica e calibre reduzido da via aérea nesta faixa etária, principalmente de 0 a 5 anos^{4,10,11}.

A partir dos achados foi possível observar uma correlação positiva significativa do PM_{2,5} e as internações por pneumonia, assim como nos estudos de Machin e Nascimento¹² na cidade de Cuiabá que encontrou associação entre exposição e internações em crianças, Souza e Nascimento¹³ na cidade de Taubaté com menores de 10 anos encontrando forte associação entre as internações por pneumonia e PM₁₀ associadas a queima de palha da cana-de-açúcar e uma revisão sistemática no estado de São Paulo que encontrou associação entre PM₁₀ e doenças do trato respiratório em crianças¹⁴.

Tal associação pode ser decorrente de fonte de poluição originária de queimadas e explicada por diversos fatores como: presença de estresse oxidativo, dano estrutural, alteração no sistema imunológico associado aos compostos com carbono e queima de biomassa, os quais levam a um quadro inflamatório e prejudicial à saúde, principalmente em menores de 10 anos^{1,15,16,17}. Por outro lado, os achados de Tuan, Venâncio e Nascimento¹⁸ não identificaram correlação com PM₁₀ com internação por pneumonia em menores de 5 anos, justificando ao fato de haver pouca emissão de material particulado no período do estudo bem como poucas internações, o que pode demonstrar um efeito dose-resposta.

Nesta pesquisa observou-se que o CO não apresentou correlação positiva significativa com as internações por pneumonia, dado que diverge de estudos que o relacionam ao tráfego veicular como o realizado com crianças em idade escolar na cidade de Quito no Equador, que observaram um declínio substancial no nível de CO após um programa de controle de emissões veiculares de 5 anos associado à redução da incidência de doenças respiratórias e dos níveis de carboxihemoglobina¹⁹. Corroborando com estes dados numa coorte retrospectiva com crianças até 2 anos de idade em Atlanta nos Estados

Unidos houve associação entre $PM_{2,5}$, NO_x e CO primário do tráfego veicular com otite média e bronquiolite²⁰. A partir dessa premissa, observa-se que a poluição gerada pela atividade agrícola é infinitamente superior àquela gerada pelo tráfego veicular, visto que o município de Tangará da Serra tem sua atividade comercial essencialmente agrícola e com a população estimada em 101.764 de habitantes, não caracterizando grande frota automobilística, o que também justifica as baixas taxas de emissão deste gás no período estudado.

No que se refere a interferência dos achados climáticos observou-se correlação negativa significativa entre o número de internações por pneumonia e umidade relativa do ar e chuva. No estudo de Kim et al.⁴ houve diferenças em relação as regiões geográficas estudadas sendo observado que na Província Central e Port Moresby a precipitação mensal teve relação positiva com pneumonia nas crianças e nas regiões costeiras do Sul houve mais casos na estação seca, o que atribuem a fatores socioambientais locais. Na pesquisa de Ho et al.²¹, que avaliaram os efeitos climáticos na população de 0 a 16 anos em Ho Chi Minh/Vietnam, relataram maior incidência de internações por pneumonia associada com umidade e precipitação.

A frequência de pneumonia apresentou-se intermediária nos meses de agosto e setembro (meses de seca), com diminuição entre novembro, dezembro e janeiro (meses chuvosos) e pico de internações no mês de abril e maio, meses considerados de transição entre o período chuvoso e seco. Corroborando esses achados, Natali et al.¹⁰ constataram maior proporção de internação em crianças na transição entre o verão e o outono, época em que começam as primeiras frentes frias que promovem mudanças bruscas de temperatura do que o efeito do inverno.

No estado de Mato Grosso, algumas pesquisas também consideraram a correlação entre fatores meteorológicos e internações por pneumonia. Santos et al.²² evidenciou na cidade de Rondonópolis, na população de 0 a 5 anos, maior quantidade de internações por pneumonia nos meses de abril e maio, achados semelhantes ao presente estudo, em função da mudança brusca de temperatura entre o fim do período chuvoso e início da seca com a chegada das primeiras frentes frias e queda das internações nos meses de novembro e dezembro, meses considerados chuvosos que cursaram com aumento da UR. Ignotti et al.²³ observaram que em Tangará da Serra, havia uma redução da UR durante

a estação seca, o que começa a acontecer no mês de maio, com menores registros em agosto, e quedas de temperatura entre julho e outubro, com médias de PM_{2,5} com aumento no mês de maio ficando maiores entre agosto e outubro em função do aumento dos focos de calor e menor dispersão das partículas com diminuição na velocidade do vento. Embora tenha sido verificado pico de internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças de 0 a 5 anos no final da estação chuvosa (abril), observa-se um novo aumento no número de internações na seca.

Analisando as internações por pneumonia em Tangará da Serra tal qual fora realizado no presente estudo, Rosa et al.⁸ observaram redução das internações nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, com aumento dos casos em março, e nos meses de seca (julho, agosto e setembro), com aumento de 10% nas internações neste período. Os autores sugerem que esse aumento de casos em março pode ocorrer em função do início do período letivo, subnotificação de doenças como a asma e volta das férias dos profissionais de saúde. As elevadas proporções de internação por pneumonia que foi 4 vezes acima do esperado para o município foram associadas a baixa cobertura da Estratégia Saúde da Família no município que era de 15,5%. Observa-se uma queda acentuada no número de casos de pneumonia em crianças em Tangará da Serra a partir de 2012, passando de 842 casos em 2011 para 347 casos, mantendo queda até 2018 com 220 casos no total, o que pode ser justificado pelo aumento da cobertura da estratégia saúde da família e mudanças no modelo de gestão de saúde do município.

Houve uma razão de prevalência maior entre as crianças que moram na periferia durante a seca em apresentar pneumonia. Pinto, Maggi e Alves²⁴ relataram em seu estudo que crianças menores de 5 anos em Pernambuco que residiam em zona rural tinham duas vezes maior risco de ter comprometimento pleural pela pneumonia do que as que moravam em área urbana, relacionando as piores condições de saneamento básico e baixa renda, não se observando relação significativa com número de residentes em casa, fumo passivo e a frequência à creche ou bens de consumo¹⁸. Por outro lado, Strikland et al.²⁵, em seu estudo na população entre 2 a 18 anos na Geórgia-Estados Unidos, não encontraram associação entre os níveis de urbanicidade e internações por pneumonia, fato que atribuem a limitação do estudo de não caracterizar a

composição do $PM_{2,5}$ em cada área uma vez que a composição difere em áreas urbanas e rurais.

Outro fator que merece destaque é a intensa atividade agrícola que ocorre no estado de Mato Grosso, nos meses com picos de internação por pneumonia em crianças (abril e maio) como: algodão: controle de pragas (abril e maio); cana-de-açúcar: aplicação de herbicida (abril e maio); milho: preparo, plantio e adubação do solo (abril) e calagem, que consiste na adubação da terra com cal (maio); soja: colheita (abril e maio)²⁶. As atividades agrícolas representam grande parte da carga de poluição ambiental mundial sendo difícil identificar as fontes e monitorar sua emissão que pode produzir diferentes níveis de material particulado. Em um estudo desenvolvido na China foi observado que a redução do número de fazendas em uma região pode beneficiar a diminuição da poluição de fonte agrícola não pontual²⁷. Em outro estudo realizado na Turquia, foi observado danos ao aparelho respiratório após o uso de agrotóxicos na agricultura. Os autores concluíram que o uso de pesticidas não-tóxicos, processos agrícolas que levem a menor produção de material particulado e medidas de proteção para os residentes na área durante a aplicação devem ser explorados²⁸.

É importante destacar que os efeitos do $PM_{2,5}$ na saúde humana dependem da sua composição. Numa revisão sistemática desenvolvida para identificar as propriedades do PM no bioma amazônico identificou-se como característica predominante compostos orgânicos com altas concentrações de elementos biogênicos no PM_{10} durante a estação chuvosa e carbono negro, sulfatos, nitratos, metais, potássio, cloro e amônia durante a estação seca, sendo características observadas na região sudeste em áreas de queima de cana-de-açúcar²⁹. Em outro estudo desenvolvido em Tangará da Serra para caracterizar a composição química do material particulado produzido houve predomínio das partículas finas em relação a partículas grossas e das emissões antropogênicas em relação as emissões biogênicas³⁰. Esses fatos relacionados a maior razão de prevalência entre crianças que moram na periferia em apresentar pneumonia pode indicar influência das atividades agrícolas, já que nos meses de transição observou-se maior velocidade do vento, podendo dispersar os elementos produzidos pelas atividades agrícolas que se concentram mais próximos a periferia da cidade.

Esse estudo teve como limitações o uso de dados secundários para obtenção das variáveis ambientais como o sistema CATT-BRAMS que mesmo sendo reconhecido como um modelo matemático fidedigno trabalha com estimativas de emissões assim como o CPTEC. Outras limitações foram a amostra ser de conveniência realizada no único hospital público do município e o tamanho reduzido da mesma, o que limita a possibilidade de extrapolação para a totalidade de crianças.

CONCLUSÃO

Conclui-se que quanto maior os níveis de $PM_{2,5}$, maior a frequência de internação por pneumonia em crianças de 0 a 10 anos, principalmente na faixa etária de 1 a 5 anos, associada ao tempo de internação de até 7 dias. A estação seca apresentou maiores níveis de $PM_{2,5}$ e radiação, enquanto que a estação chuvosa apresentou maiores níveis de temperatura e a estação de transição maiores níveis de umidade do ar e velocidade do vento. Crianças que residem na periferia possuem maior prevalência de internar por pneumonia no período de seca do que aquelas que moram no centro da cidade. A maior quantidade de internações por dia no período de transição pode indicar influência das atividades agrícolas intensas nesse período e o aumento das internações por pneumonia.

REFERENCIAS

1. César ACG, Nascimento LFC, Mantovani KCC, Vieira LCP. Material particulado fino estimado por modelo matemático e internações por pneumonia e asma em crianças. *Rev Paul Pediatr.* 2016; 34 (1):18-23.
2. Perlroth NE, Branco CWC. Current knowledge of environmental exposure in children during the sensitive developmental periods. *Jornal de Pediatria* 2017; 93 (1):17-27.
3. Organização Mundial de Saúde. Air pollution and child health. Prescribing clean air. Geneva: OMS; 2018.
4. Kim HJ, Choi MG, Park MK, Seo YR. Predictive and prognostic biomarkers of respiratory diseases due to particulate matter exposure. *J Cancer Prev.* 2017 Mar; 22 (1): 6-15.
5. Stone V, Miller MR, Clift MJD, Elder A, Mills NL, Møller P et al. Nanomaterials versus ambient ultrafine particles: an opportunity to exchange toxicology knowledge. *Environ Health Perspect* 2017 Oct; 125 (10): e106002.
6. Raudoniute J, Stasiulaitiene I, Kulvinskiene I, Bagdonas E, Garbaras A, Krugly E et al. Pro-inflammatory effects of extracted urban fine particulate matter on human bronchial epithelial cells BEAS-2B. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2018 Nov; 25 (32): 32277-91.
7. Traboulsi H, Guerrina N, Iu M, Maysinger D, Ariya P, Baglolle CJ. Inhaled pollutants: the molecular scene behind respiratory and systemic diseases associated with ultrafine particulate matter. *Int J Mol Sci.* 2017; 18 (2): 243-61.
8. Rosa AM, Ignotti E, Hacon SS, Castro HA. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra-Amazônia Brasileira. *J. bras. pneumol.* 2008 Aug; 34 (8):575-582.
9. Froes Asmus CL, Camara VM, Landrigan PJ, Claudio L. A systematic review of children's environmental health in Brazil. *Ann Glob Health* 2016 Jan-Feb; 82 (1): 132-48.
10. Natali RMT, Santos DSPS, Fonseca AMC, Filomeno GCM, Figueiredo AHA, Terrivel PM et al. Perfil de internações hospitalares por doenças respiratórias em

crianças e adolescentes da cidade de São Paulo, 2000-2004. *Rev Paul Pediatr* 2011; 29 (4): 584-90.

11. Ayed HB, Yaich S, Jmaa MB, Jedidi J, Hmida MB, Trigui M et al. Pediatric respiratory tract diseases: chronological trends and perspectives. *Pediatrics International* 2018; 60: 76-82.

12. Machin AB, Nascimento LFC. Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde das crianças de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. *Cad. Saúde Pública* [online] 2018; 34 (3):e00006617.

13. Souza LSV; Nascimento LFC. Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças. Um estudo de série temporal. *Rev. Assoc. Med. Bras.* [online] 2016; 62 (2): 151-156.

14. Dapper SN, Spohr C, Zanini RR. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estudos avançados* 2016; 30 (86): 83-97.

15. Patto NV, Nascimento LFC, Mantovani KCC, Vieira LCPFS, Moreira DS. Exposure to fine particulate matter and hospital admissions due to pneumonia: effects on the number of hospital admissions and its costs. *Rev. Assoc. Med. Bras.* 2016; 62 (4): 342-46.

16. Xu F, Quiu X, Hu X, Shang Y, Pardo M, Fang Y et al. Effects on IL-1 β signaling activation induced by water and organic extracts of fine particulate matter (PM_{2.5}) in vitro. *Environ Pollut.* 2018 Jun; 237: 592-600.

17. Nhung NTT, Amini H, Schindler C, Kutlar Joss M, Dien TM, Probst-Hensch N et al. Short-term association between ambient air pollution and pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis of time-series and case-crossover studies. *Environ Pollut.* 2015; 230: 1000-1008.

18. Tuan TS, Venâncio TS, Nascimento LFC. Air pollutants and hospitalization due to pneumonia among children. An ecological time series study. *São Paulo Med. J.* 2015 Oct; 133 (5): 408-13.

19. Estrella B, Sempértegui F, Franco OH, Cepeda M, Naumova EN. Air pollution control and the occurrence of acute respiratory illness in school children of Quito, Ecuador. *J Public Health Policy* 2019 Mar; 40 (1): 17-34.

20. Kennedy CM, Pennington AF, Darrow LA, Klein M, Zhai X, Bates JT et al. Associations of mobile source air pollution during the first year of life with childhood pneumonia, bronchiolitis, and otitis media. *Environmental Epidemiology* 2018 Mar; 2 (1): e007.

21. Ho NT, Thompson C, Nhan LNT, Van HMT, Dung NT, My PT et al. Retrospective analysis assessing the spatial and temporal distribution of paediatric acute respiratory tract infections in Ho Chi Minh City, Vietnam. *BMJ Open* 2018; 8:e016349.

22. Santos DAS, Azevedo PV, Olinda R, Souza A, Azevedo JVV Silva MS et al. Influência das variáveis climáticas na hospitalização por pneumonia em crianças menores de cinco anos em Rondonópolis-MT. *Revista Brasileira de Geografia Física* 2016; 9 (2): 413-429.

23. Ignotti E, Hacon SS, Junger WL, Mourão D, Longo K, Freitas S. Air pollution and hospital admissions for respiratory diseases in the subequatorial Amazon: a time series approach. *Cad. Saúde Pública* 2010 Abr; 26 (4): 747-61.

24. Pinto KDBPC, Maggi RRS, Alves JGB. Análise de risco sócio-ambiental para comprometimento pleural na pneumonia grave em crianças menores de 5 anos. *Ver Panam Salud Publica* 2004; 15 (2): 104-9.

25. Strickland MJ, Hao H, Hu X, Chag HH, Darrow La, Liu Y. Pediatric emergency visits and short-term changes in PM_{2.5} concentrations in the U.S. State of Georgia. *Environ Health Perspect.* 2016 May; 124 (5): 690-6.

26. Mato Grosso, Secretaria de Agricultura Familiar e Assuntos Fundiários. Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural. Calendário Agrícola. Mato Grosso: Secretaria de Agricultura Familiar e Assuntos Fundiários; 2018.

27. Fan L, Yuan Y, Ying Z, Lam Sk, Liu L, Zhang X et al. Decreasing farm number benefits the mitigation of agricultural non-point source pollution in China. *Environ Sci Pollut Int.* 2019 Jan; 26 (1): 464-472.

28. Sak Z, Kurtulus S, Ocakli B, Toreyin ZN, Bayhan I, Yesilnacar MI et al. Respiratory symptoms and pulmonary functions before and after pesticide application in cotton farming. *Annals of agricultural and environmental medicine* 2018; 25 (4): 701-7.

29. Oliveira BFA, Ignotti E, Hacon SS. A systematic review of the physical and

chemical characteristics of pollutants from biomass burning and combustion of fossil fuels and health effects in Brazil. *Cad. Saúde Pública* 2011 Set; 27 (9): 1678-98.

30. Alves NO, Loureiro ALM, Santos FC, Nascimento KH, Dallacort R, Vasconcellos PC et al. Genotoxicity and composition of particulate matter from biomass burning in the eastern Brazilian Amazon Region. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2011; 74: 1427-33.

5.2 ARTIGO 2

PERFIL CLÍNICO E EPIDEMIOLÓGICO DAS INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS EM UM MUNICÍPIO DA AMAZÔNIA LEGAL BRASILEIRA**RESUMO**

Introdução: As doenças respiratórias são importantes causas de morbimortalidade, principalmente em países em desenvolvimento, em que as internações em crianças são principalmente por pneumonia. **Objetivo:** Descrever o perfil clínico e epidemiológico das internações por pneumonia em crianças em uma cidade da Amazônia legal brasileira. **Método:** Foi realizado um estudo transversal na cidade de Tangará da Serra-MT entre agosto de 2017 a julho de 2018. Foram incluídos os dados dos prontuários médicos de 158 crianças de 0 a 10 anos de idade, bem como os dados socioambientais através de um questionário padronizado adaptado da American Thoracic Society Indoor Air Quality (IAQ). **Resultados:** Houve maior frequência de internação no sexo masculino (51,9%), na faixa etária de 1 a 5 anos (60,1%), com broncopneumonia (76,6%) não sendo associado a fatores socioeconômicos. Em relação às fontes potenciais de poluição 41 (26%) relataram tabagismo intradomiciliar, 147 (93%) utilizam fogão a gás e 100 (63,3%) relataram grande circulação de carros na vizinhança. **Conclusão:** Crianças internadas por pneumonia são predominantemente masculinas, menores que 5 anos e com fontes potenciais de poluição intradomicílio, principalmente na periferia da cidade em bairros com maior proximidade as rodovias e atividades agrícolas.

Palavras-chave: Pneumonia; Criança; Ecossistema Amazônico; Epidemiologia.

ABSTRACT

Introduction: Respiratory diseases are important causes of morbidity and mortality, especially in developing countries, where hospitalizations in children are mainly due to pneumonia. **Objective:** To describe the clinical and epidemiological profile of hospitalizations for pneumonia in children in a Brazilian legal Amazon. **Method:** A cross-sectional study was carried out in the city of Tangará da Serra-MT between August 2017 and July 2018. Data from medical records of 158 children aged 0 to 10 years, as well as socio-environmental data were included. standardized questionnaire adapted from the American Thoracic Society Indoor Air Quality (IAQ). **Results:** There was a higher frequency of hospitalization in males (51.9%), in the age group of 1 to 5 years (60.1%), with bronchopneumonia (76.6%) not being associated with socioeconomic factors. Concerning the potential sources of pollution, 41 (26%) reported indoor smoking, 147 (93%) used gas stoves and 100 (63.3%) reported large circulation of cars in the neighborhood. **Conclusion:** Children hospitalized for pneumonia are predominantly male, younger than 5 years and with potential sources of indoor pollution, especially on the outskirts of the city in neighborhoods with greater proximity to highways and agricultural activities.

Keywords: Pneumonia; Child; Amazonian Ecosystem; Epidemiology.

INTRODUÇÃO

A pneumonia é definida como uma infecção do parênquima pulmonar com morbidade e mortalidade significativas. Quando os microrganismos patogênicos entram nos pulmões de indivíduos suscetíveis, ocorre liberação de toxinas que estimulam a inflamação e as respostas imunes, comprometendo os alvéolos e causando edema, interferindo com a ventilação e a difusão pulmonar¹.

Para ocorrer o processo infeccioso é necessário a influência de fatores como a geografia, o ambiente e o comportamento. As doenças infecciosas geralmente não ocorrem de forma isolada, disseminando-se por um grupo exposto a uma origem pontual ou de um indivíduo a outro².

As crianças são vulneráveis e suscetíveis a poluição do ar devido a uma combinação de fatores fisiológicos especialmente durante o desenvolvimento fetal e primeiros anos de vida. Pelo fato de seus órgãos estarem amadurecendo e respirarem mais rápido que os adultos são suscetíveis a inalarem mais poluentes, além de ficarem mais perto do solo em que alguns poluentes atingem picos de concentração, ter o desenvolvimento pulmonar progressivo até os 10 anos e a imaturidade imunológica^{3,4,5}.

Em 2005, o município de Tangará da Serra/MT apresentou a maior taxa de internações por doenças respiratórias de Mato Grosso em menores de 15 anos, sendo as pneumonias a primeira causa de internação (90,7%)⁶. Embora as doenças respiratórias sejam comuns na infância, dados sobre a frequência e distribuição das internações por pneumonia em crianças torna-se importante para gerar informações respaldadas por evidências científicas para apoiar ações de planejamento e avaliação de políticas de prevenção e controle de agravos, como também de promoção da saúde no nível municipal ou regional.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi descrever o perfil clínico e epidemiológico das internações por pneumonia em crianças em uma cidade da Amazônia Legal Brasileira.

MÉTODO

Foi realizado um estudo observacional descritivo em crianças residentes no município de Tangará da Serra (MT) no período de 01 de agosto de 2017 a 31 de julho de 2018, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa sob parecer de

nº 2.325.965. Após autorizarem a participação da criança no estudo, o pai e ou responsável legal assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A amostragem foi por conveniência de crianças internadas em um hospital público com diagnóstico clínico de pneumonia, sendo incluídos no estudo crianças de 0 a 10 anos de idade, de ambos os sexos, residentes no município de Tangará da Serra – MT. Foram excluídos do estudo crianças com pneumonia que tivessem comorbidades associadas como doenças crônicas do aparelho respiratório, autoimune, neurológico, imunossuprimido, uso prolongado de corticoide, em tratamento oncológico, restrito ao leito por tempo prolongado e com desnutrição.

As informações relacionadas às características demográficas e habitacionais/ambientais dos participantes do estudo e o status de saúde foi adaptado do questionário padronizado da American Thoracic Society Indoor Air Quality (1978)⁷. Algumas questões foram adaptadas para adequar melhor a área do estudo, aplicando-se um pré-teste realizado pelo autor com 10 pais/responsáveis de crianças internadas, para avaliar a compreensão e sensibilidade das questões e adequação da linguagem. O questionário consiste em três seções com objetivo de identificar as variáveis sociodemográficas (gênero, idade, procedência, cor/raça e local de residência), habitacionais/ambientais (tipo de moradia, saneamento básico, proximidade com possíveis fontes poluidoras, número de pessoas que residem na residência) e dados clínicos (diagnóstico clínico, tempo de hospitalização, vacinação, prematuridade e medicamentos). Foram incluídas informações laboratoriais (eritrograma, leucograma e plaquetograma) do paciente.

Foi realizada análise descritiva com tabulação dos dados no Microsoft Excel e importado posteriormente para o programa Epi-Info 6.04.

RESULTADOS

Participaram do estudo 158 crianças, sendo que, 121 (76,6%) tinham diagnóstico de broncopneumonia, 82 (51,9%) eram do sexo masculino e 97 (61,4%) da cor parda. Com relação a faixa etária, 95 (60,1%) se encontravam entre 1 a 5 anos de idade. Em relação a parte clínica, 109 (69%) haviam completado o esquema vacinal com 3 doses da Pneumo10, 117 (74%) ficaram internadas até 7 dias, 134 (84,8%) haviam sido internadas uma vez no último

ano, 155 (98,1%) utilizaram o antibiótico ceftriaxona e 100 (63,3%) usaram corticóide durante a internação, como demonstrado na tabela 1.

Tabela 1: Características demográficas e clínicas das crianças de 0 a 10 anos internadas em um hospital público no município de Tangara da Serra, MT, 2017-2018.

Características	N= 158 (%)
Gênero	
Masculino	82 (51,9)
Feminino	76 (48,1)
Faixa etária	
Menores de 1 ano	44 (27,8)
Entre 1 a 5 anos	95 (60,1)
Entre 6 a 10 anos	19 (12,1)
Cor/Raça	
Pardo	97 (61,4)
Branco	56 (35,5)
Preto	5 (3,1)
Diagnóstico	
Broncopneumonia	121 (76,6)
Pneumonia	37 (23,4)
Prematuridade	
Sim	5 (3,2)
Não	153 (96,8)
Vacinação Pneumo 10	
Sem Vacina	4 (2,5)
Esquema em andamento	39 (24,7)
Esquema finalizado	109 (69)
Atrasado	6 (3,8)
Tempo de Internação	
Até 7 dias	117 (74)
< 7 dias	41 (26)
Internações durante o ano	
Primeira internação	134 (84,8)
Reinternação	24 (15,2)
Antibiótico	
Ceftriaxona	155 (98,1)
Oxacilina	34 (21,5)
Vancomicina	3 (1,9)
Outros	14 (8,8)
Uso de Corticóide	
Sim	100 (63,3)
Não	58 (36,7)

Em relação aos dados habitacionais/ambientais 138 (87,4%) residem em moradia com parede de alvenaria, 97 (61,4%) com rede de esgoto, 150 (94,9%) possuem coleta de lixo e 134 (84,8%) moram em rua asfaltada. Em relação às fontes potenciais de poluição próximas a moradia 13 (8,2%) relataram morar próximos a usinas, 21 (13,3%) próximos a celeiros/cilos, 41 (26%) tem fumantes em casa, 147 (93%) utilizam fogão a gás e 100 (63,3%) relataram grande circulação de carros na vizinhança, conforme tabela 2.

Tabela 2: Características habitacionais ou ambientais das crianças de 0 a 10 anos internadas em um hospital público do município de Tangará da Serra – MT, 2017-2018.

Características	N= 158 (%)
Material da Parede	
Alvenaria	138 (87,4)
Madeira apropriada	20 (12,6)
Esgoto	
Rede de esgoto	97 (61,4)
Fossa	61 (38,6)
Lixo	
Coleta	150 (94,9)
Queima	8 (5,1)
Pavimentação	
Sim	134 (84,8)
Não	24 (15,2)
Proximidade Usina	
Sim	13 (8,2)
Não	145 (91,8)
Proximidade Cilos/Celeiros	
Sim	21 (13,3)
Não	137 (86,7)
Fumantes na residência	
Sim	41 (26)
Não	117 (74)
Fogão	
Lenha	11 (7)
Gás	147(93)
Grande circulação de carros	
Sim	100 (63,3)
Não	58 (36,7)

Quanto aos exames laboratoriais das 158 crianças somente 141

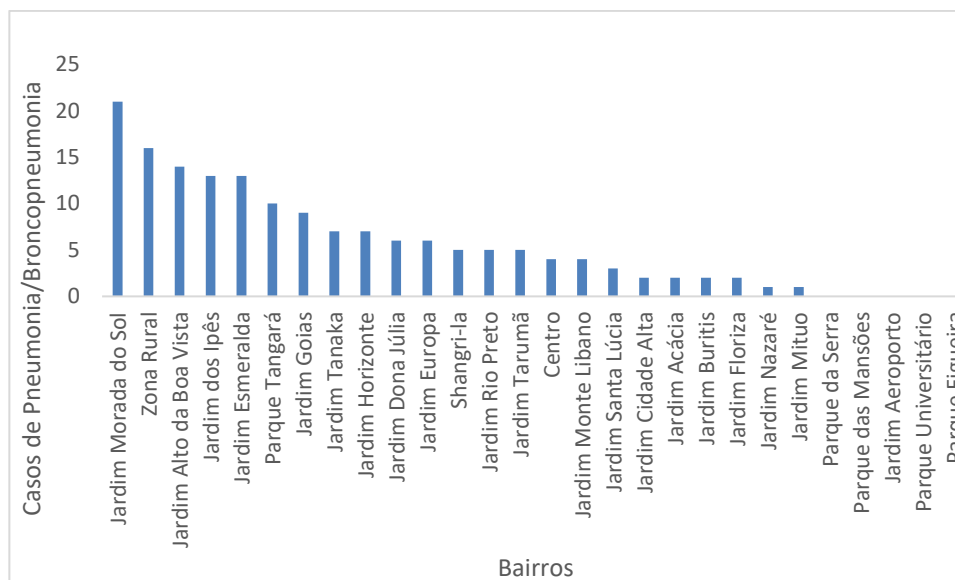
realizaram o hemograma. Em relação a série vermelha (eritrograma) 93 (66%) apresentavam hematócrito normal e 85 (60,3%) com hemoglobina dentro dos parâmetros de normalidade. Já em relação a série branca (leucograma) 103 (73%) apresentavam leucócitos totais elevados, sendo 71 (50,4%) com predomínio de segmentados e 41 (29,1%) com predomínio de linfócitos, conforme tabela 3.

Tabela 3: Características laboratoriais das crianças de 0 a 10 anos internadas em um hospital público no município de Tangara da Serra, MT, 2017-2018.

Características	N= 141 (%)
Hematócrito	
Normal	93 (66)
Baixo	46 (32,6)
Elevado	2 (1,4)
Hemoglobina	
Normal	85 (60,3)
Baixo	54 (38,3)
Elevado	2 (1,4)
Leucócitos Totais	
Normal	35 (24,9)
Baixo	3 (2,1)
Elevado	103 (73)
Segmentados	
Normal	70 (49,6)
Baixo	0
Elevado	71 (50,4)
Linfócitos	
Normal	100 (70,9)
Baixo	0
Elevado	41 (29,1)

Quanto a distribuição dos casos de pneumonia/broncopneumonia nos bairros, observou-se que a maioria dos casos se concentraram na periferia, principalmente nos bairros Jardim Morada do Sol com 21 casos (13,3%), Zona Rural totalizando 16 casos (10,1%), Jardim Alto da Boa Vista com 14 casos (8,9%) e Jardim dos Ipês e Jardim Esmeralda com 13 casos (8,2%) respectivamente, conforme o gráfico 1.

Gráfico 1: Distribuição dos casos de Pneumonia/Broncopneumonia em crianças de 0 a 10 anos no município de Tangara da Serra, MT, 2017-2018.



DISCUSSÃO

As crianças têm características fisiológicas, metabólicas, crescimento, desenvolvimento e comportamento que as diferem de um adulto. Seu crescimento físico e maturação crescem constantemente até a adolescência os deixando sensíveis as ameaças ambientais, podendo influenciar negativamente nos processos dinâmicos e causando danos irreversíveis, sendo difícil identificar as causas e compreender os mecanismos envolvidos no dano ambiental em um paciente pediátrico⁸.

Houve um predomínio de crianças do sexo masculino internadas, que também foi um achado relatado em outros estudos que observaram que em menores de 15 anos a diferença entre os gêneros está relacionada a questões anatômicas e a maior exposição a fatores de risco em meninos por razões socioculturais (Rosa 2008, Araujo, Costa e Peraza 2017 e Ayed et al. 2018). As crianças menores de 5 anos foram as mais acometidas, o que vai de encontro a estudos que atribuem esses achados a vulnerabilidade relativa ao desenvolvimento pulmonar progressivo, imaturidade imunológica e calibre reduzido da via aérea nesta faixa etária^{5,6,9,10}.

No presente estudo não foi encontrada associação entre internação por

pneumonia e fatores socioeconômicos, assim como no estudo de Gotahnkar et al. (2018)¹¹ em crianças menores de 5 anos na Índia que concluíram que a pneumonia afeta as crianças independente do status socioeconômico. Porém, observaram associação significativa entre os casos de pneumonia e o status de imunização, com chance de ter pneumonia maior em crianças que receberam imunização parcial cerca de 2 vezes maior do que as que receberam imunização completa.

Por outro lado, Wehrmeister et al. (2019)¹² em uma coorte de 33 anos realizada em crianças menores de 5 anos em Pelotas-RS, concluíram que houve uma associação inversa entre hospitalizações de crianças e posição socioeconômica, relacionadas a maior morbidade e gravidade de doenças relacionadas à pobreza. Não houve diferença nas hospitalizações de acordo com a cor da pele o que associaram a frequência reduzida de admissões por pneumonia entre os pretos e pardos e aumento das internações de bebês prematuros entre famílias mais abastadas, predominantemente brancas.

Rumchev, Zhao e Spickett (2017)¹³ relataram em um estudo realizado em na Índia com mulheres e crianças, um impacto significativo nas características da habitação e socioeconômicas na saúde e presença de doenças respiratórias. Encontraram uma associação entre baixa renda e tabagismo dentro do domicílio com impactos adversos sobre a saúde das crianças, sendo que crianças que viviam em lares com fumantes tinham quase cinco vezes mais probabilidade de ter febre e duas vezes mais chances de ter tosse. Os materiais da cozinha e local para cozinhar também tiveram efeito significativo nos sintomas respiratórios, sendo que a cada hora a mais na cozinha aumentava quase duas vezes a probabilidade de ter febre.

A alta porcentagem de vacinação na população deste estudo e a ausência de óbitos e demais complicações podem indicar um fator de proteção em relação a vacinação por Pneumo 10, estando de acordo com o estudo realizado na Guatemala em que observou-se que a vacina pneumocócica 13-valente introduzida em 2011, é protetora contra mortalidade por pneumonia, sendo que o aumento na cobertura vacinal reduziu a carga de pneumonia e potencialmente as mortes¹⁴.

McAllister et al. (2019)¹⁵ associaram a queda global de 30% na incidência de pneumonia em crianças e diminuição de 51% da mortalidade em

função da diminuição de fatores de risco como aumento do desenvolvimento socioeconômico, intervenções preventivas, melhor acesso aos cuidados e qualidade dos hospitais. No Brasil, em relação aos efeitos da vacinação Pneumo 10, a mortalidade nacional por pneumonia em menores de 5 anos diminuiu de 150 para 15 mortes por 100.000 crianças. Esse decréscimo estava associado ao aumento do Índice de Desenvolvimento Humano no Brasil entre 1980 e 2010, tendo um declínio de 10% na mortalidade nacional por pneumonia em crianças após a introdução da vacina em 2010¹⁶.

Com relação às características clínicas e laboratoriais a etiologia da pneumonia segue uma lista variada de agentes etiológicos e em mais de 60% dos casos não é possível determinar sua etiologia específica em função da dificuldade de se obter amostras fidedignas e de respostas em tempo hábil, tornando a realização da coleta de exames específicos uma prática não habitual. Porém, reconhece-se que os vírus predominam nos primeiros anos e as bactérias a partir do final do período pré-escolar. Em função dessa dificuldade, o tratamento inicial é frequentemente realizado com antibioticoterapia¹⁷.

Segundo Bradley et al. (2011)¹⁸ nas diretrizes de prática clínica da Sociedade de Doenças Infecciosas Pediátricas e da Sociedade de Doenças Infecciosas da América é necessário uma contagem completa das células sanguíneas para pacientes com pneumonia grave, que deve ser interpretada no contexto do exame clínico e outros exames laboratoriais e de imagem, podendo fornecer informações úteis no manejo clínico durante a internação. Quanto ao uso de antibióticos, a ampicilina ou penicilina G devem ser administradas em crianças totalmente imunizadas ou em idade escolar internadas em enfermaria por pneumonia adquirida na comunidade quando dados epidemiológicos locais documentem a falta de resistência a penicilina. Recomenda-se que a terapia empírica com cefalosporina parenteral de terceira geração como a ceftriaxona deve ser prescrita para bebês hospitalizados e crianças que não estejam totalmente imunizadas em regiões com resistência de alto nível a penicilina documentada.

Em relação a distribuição geográfica Gotahnkar et al. (2018)¹¹ encontraram maior incidência de pneumonia em menores de 5 anos na zona rural da Índia do que na zona urbana não sendo estatisticamente significativa provavelmente em função do número pequeno da amostra que justificaram em

função da maior agregação de pessoas no domicílio e uso de combustíveis não limpos. Kalkowska et al. (2018)¹⁹ observaram em um grande estudo de base populacional na Holanda maior associação de ocorrência de pneumonia nas proximidades de granjas e fazendas, que associaram a produção de material particulado e componentes que tornam as pessoas mais suscetíveis a infecções respiratórias. Já no estudo de Chang, Liu e Huang (2018)²⁰ em Shandong na China, observou-se maior prevalência de pneumonia em crianças que residiam próximas a vias de tráfego maior que associaram a poluição gerada pelo trânsito.

CONCLUSÃO

Crianças internadas por pneumonia são predominantemente masculinas, pardas, menores que 5 anos e não relacionadas a fatores socioeconômicos. Em relação às fontes potenciais de poluição a maioria das crianças internadas possuíam características ambientais no domicílio de tabagismo presente, uso de fogão a gás e grande circulação de carros na vizinhança, principalmente na periferia da cidade em bairros com maior proximidade as rodovias e atividades agrícolas.

REFERÊNCIAS

1 Tortora GJ, Derrickson B. Princípios de Anatomia e fisiologia. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016

2 Kasper DL, Fauci AS. [organizadores]. Doenças infecciosas de Harrison. 18 ed. Porto Alegre: AMGH; 2015.

3 Kim HJ, Choi MG, Park MK, Seo YR. Predictive and prognostic biomarkers of respiratory diseases due to particulate matter exposure. J Cancer Prev. 2017 Mar; 22 (1): 6-15.

4 Organização Mundial de Saúde. Air pollution and child health. Prescribing clean air. Geneva: OMS, 2018.

5 Ayed HB, Yaich S, Jmaa MB, Jedidi J, Hmida MB, Trigui M et al. Pediatric respiratory tract diseases: chronological trends and perspectives. Pediatrics International 2018; 60: 76-82.

6 Rosa AM, Ignotti E, Hacon SS, Castro HA. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra-Amazônia Brasileira. *J. bras. pneumol.* 2008 Aug; 34 (8):575-582.

7 American Thoracic Society (ATS). Recommended respiratory disease questionnaires for use with adults and children in epidemiological research. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1978, 118, 10–23.

8 Perloth NE, Branco CWC. Current knowledge of environmental exposure in children during the sensitive developmental periods. *Jornal de Pediatria* 2017; 93 (1):17-27.

9 Araujo EMN, Costa GMC, Pedraza DF. Hospitalizations due to primary car-sensitive conditions among children under five years of age: cross-sectional study. *Sao Paulo Med. J.* 2017; 135(3): 270-276.

10 Lima EJF, Mello MJG, Albuquerque MFPM, Lopes MIL, Serra GHC, Abreu-Lima MAZ et al. Clinical and epidemiological characteristics of severe community-acquired pneumonia in children after introduction of the 10-valent pneumococcal vaccine. *Pediatric Health Med Ther.* 2015; 6: 131-138.

11 Gothankar J, Doke P, Dhumale G, Pore P, Lalwani S, Quraishi S et al. Reported incidence and risk factors of childhood pneumonia in India: a community-based cross-sectional study. *BMC Public Health* 2018; 18 (1):1111.

12 Wehrmeister FC, Victora CG, Horta BL, Menezes AMB, Santos IS, Bertoldi AD et al. Hospital admissions in the first year of life: inequalities over three decades in a southern Brazilian city. *Int J Epidemiol* 2019; 48: 63-71.

13 Rumchev K.; Zhao Y.; Spickett J. Health risk assessment of indoor air quality, socioeconomic and house characteristics on respiratory health among women and children of Tirupur, South India. *Environmental Research and Public Health*, v. 14, 2017.

14 Tomczyk S, Mccracken JP, Contreras CL, Lopez MR, Bernart C, Moir JC et al. Factors associated with fatal cases of acute respiratory infection (ARI) among hospitalized patients in Guatemala. *BMC Public Health.* 2019; 19: 499.

15 McAllister DA, Liu L, Shi T, Chu Y, Reed C, Burrows J et al. Global, regional, and national estimates of pneumonia morbidity and mortality in children younger than 5 years between 2000 and 2015: a systematic analysis. *Lancet Glob Health.*

209 Jan; 7 (1):e47-e57.

16 Schuck-Paim C, Taylor RJ, Alonso WJ, Weinberger DM, Simonsen L. Effect of pneumococcal conjugate vaccine introduction on childhood pneumonia mortality in Brazil: a retrospective observational study *Lancet Glob Health* 2019; 7 (2): e249-56.

17 Sociedade Brasileira De Pneumologia E Tisiologia. Diretrizes brasileiras em pneumonia adquirida na comunidade em pediatria - 2007. *J. bras. pneumol.*, v. 33, supl. 1, p. 31-50, 2007.

18 Bradley JS, Byington CL, Shah SS, Alverson B, Carter ER, Harrison C et al. The management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: clinical practice guidelines by the Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis.* 2011; 53 (7): e25-76.

19 Kalkowska DA, Boender GJ, Smit LAM, Baliatsas C, Yzermans J, Heederik DJJ et al. Associations between pneumonia and residential distance to livestock farms over a five-year period in a large population-based study. *PLoS One* 2018; 13 (7): e0200813.

20 Chang J, Liu W, Huang C. Residential Ambient Traffic in Relation to Childhood Pneumonia among Urban Children in Shandong, China: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health.* 2018; 15 (6): e1076.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou que um aumento do $PM_{2,5}$ está associado com a frequência de internação por pneumonia em crianças de 0 a 10 anos, principalmente na faixa etária de 1 a 5 anos, com razão de prevalência maior de crianças que residem na periferia do que no centro da cidade e no período de transição (abril e maio).

Os achados relacionados a correlação entre pneumonia e $PM_{2,5}$ também foram semelhantes em outros estudos, bem como sua maior associação com a faixa etária de 1 a 5 anos.

Além disso, o monitoramento das medidas ambientais de poluentes, a sazonalidade e as condições climáticas e sua influência na internação por doenças respiratórias podem contribuir para planejamento de ações efetivas de prevenção e de vigilância em saúde pública e ambiental. Dessa forma, poderá também minimizar os impactos antrópicos potencialmente intensificado pelas atividades agrícolas na região e possíveis riscos à saúde especialmente de grupos vulneráveis como as crianças.

A pesquisa envolvendo a interface ambiente e saúde é fundamental para entendermos a influência do ambiente e das ações antropogênicas na saúde humana. Assim como torna-se importante a realização de outros estudos com esta temática para melhor elucidar os achados desta pesquisa.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 César ACG, Nascimento LFC, Mantovani KCC, Vieira LCP. Material particulado fino estimado por modelo matemático e internações por pneumonia e asma em crianças. *Rev Paul Pediatr.* 2016; 34 (1):18-23.
2. Rosa AM, Ignotti E, Hacon SS, Castro HA. Análise das internações por doenças respiratórias em Tangará da Serra-Amazônia Brasileira. *J. bras. pneumol.* 2008 Aug; 34 (8):575-582.
3. Applegate, E. Anatomia e fisiologia. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2012.
4. Nascimento LFC, Pereira LAA, Braga ALF, Módolo MCC, Carvalho Jr JA. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos. *Rev Saúde Pública* 2006; 40 (1): 77-82.
5. Negrisoli J, Nascimento LFC. Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças *Rev Paul Pediatr* 2013; 31 (4): 501-6.
6. Santos DAS, Azevedo PV, Olinda R, Souza A, Azevedo JVV Silva MS et al. Influência das variáveis climáticas na hospitalização por pneumonia em crianças menores de cinco anos em Rondonópolis-MT. *Revista Brasileira de Geografia Física* 2016; 9 (2): 413-429.
7. Organização Mundial de Saúde. Air pollution and child health. Prescribing clean air. Geneva: OMS, 2018.
8. Fortoul TI, Roja-Lemus M, Rodrigues-Lara V, Cano-Gutierrez G, Gonzalez-Villalva A, Ustarroz-Cano M et al. Air pollution and its effects in the respiratory system [Internet]. In: Khallaf M, editor. *The impact of air pollution on healthy economy, environment and agricultural sources.* London: In Tech; 2011.
9. Olmo NRS, Pereira LAA. Poluição atmosférica e exposição humana: a epidemiologia influenciado as políticas públicas. *Interfacehs* 2011; 5 (2): 226-36.
10. Organização Mundial de Saúde. WHO air quality guidelines global update 2005: Report. Copenhagen: OMS, 2005.

11. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Ciência e Tecnologia. Síntese de Evidências para Políticas de Saúde: reduzindo a emissão do poluente atmosférico: material particulado em benefício da saúde no ambiente urbano / Ministério da Saúde, Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos, Departamento de Ciência e Tecnologia. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.
12. Klassen CD, Watkins II JB Fundamentos em toxicologia de Casarett e Doull (Lange), 2 ed. Porto Alegre: Artmed; 2012.
13. West JB. Fisiologia pulmonar: princípios básicos. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
14. Traboulsi H, Guerrina N, Lu M, Maysinger D, Ariya P, Baglolle CJ. Inhaled pollutants: the molecular scene behind respiratory and systemic diseases associated with ultrafine particulate matter. *Int J Mol Sci.* 2017; 18 (2): 243-61.
15. Arbex, M.A. et al. A poluição do ar e o sistema respiratório. *J Bras Pneumol.*, v. 38, n. 5, p. 643-655, 2012.
16. Companhia Ambiental Do Estado De São Paulo. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Qualidade do ar. <https://cetesb.sp.gov.br/ar/> (acessado em 05 de novembro de 2018).
17. Dapper SN, Spohr C, Zanini RR. Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo. *Estudos avançados* 2016; 30 (86): 83-97.
18. Organização Mundial de Saúde. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease 2016. Geneva: OMS, 2016.
19. Kumar, Abbas, Fausto e Aster (ROBINS & COTRAN). Bases Patológicas das Doenças. Tradução da 8ª edição. Capítulo 9: Doenças Ambientais e Nutricionais, pag. 399.
20. Kim HJ, Choi MG, Park MK, Seo YR. Predictive and prognostic biomarkers of respiratory diseases due to particulate matter exposure. *J Cancer Prev.* 2017 Mar; 22 (1): 6-15.
21. Stone V, Miller MR, Clift MJD, Elder A, Mills NL, Møller P et al. Nanomaterials versus ambient ultrafine particles: an opportunity to exchange toxicology

knowledge. *Environ Health Perspect* 2017 Oct; 125 (10): e106002.2017.

22. Raudoniute J, Stasiulaitiene I, Kulvinskiene I, Bagdonas E, Garbaras A, Krugly E et al. Pro-inflammatory effects of extracted urban fine particulate matter on human bronchial epithelial cells BEAS-2B. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018 Nov; 25 (32): 32277-91.

23. CONAMA. Resolução nº 003/1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. *Diário Oficial da União*. 22 ago. 1990; Seção 1:15937-9.

24. Organização Mundial de Saúde. Guidelines for indoor air quality: selected pollutants. World Health Organization Regional Office for Europe. Copenhagen: OMS, 2010.

25. Estrella B, Sempértegui F, Franco OH, Cepeda M, Naumova EN. Air pollution control and the occurrence of acute respiratory illness in school children of Quito, Ecuador. *J Public Health Policy* 2019 Mar; 40 (1): 17-34.

26. Sebiany AM, Hafez As, Salama KFA, Sabra AA. Association between air pollutants and anthropometric measurements of boys in primary schools in Dammam, Eastern Saudi Arabia *J Family Community Med* 2018; 25 (3): 155-162.

27. Kennedy CM, Pennington AF, Darrow LA, Klein M, Zhai X, Bates JT et al. Associations of mobile source air pollution during the first year of life with childhood pneumonia, bronchiolitis, and otitis media. *Environmental Epidemiology* 2018 Mar; 2 (1): e007.

28. Oliveira BFA, Ignotti E, Hacon SS. A systematic review of the physical and chemical characteristics of pollutants from biomass burning and combustion of fossil fuels and health effects in Brazil. *Cad. Saúde Pública* 2011 Set; 27 (9): 1678-98.

29. Froes Asmus CL, Camra VM, Landrigan PJ, Claudio L. A systematic review of children's environmental health in Brazil. *Ann Glob Health* 2016 Jan-Feb; 82 (1): 132-48.

30. Alves NO, Loureiro ALM, Santos FC, Nascimento KH, Dallacort R, Vasconcellos PC et al. Genotoxicity and composition of particulate matter from biomass burning in the eastern Brazilian Amazon Region. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 2011; 74: 1427-33.

31. Fan L, Yuan Y, Ying Z, Lam Sk, Liu L, Zhang X et al. Decreasing farm number benefits the mitigation of agricultural non-point source pollution in China. *Environ Sci Pollut Int.* 2019 Jan; 26 (1): 464-472.
32. Sak ZHA, Kurtulus S, Ocakli B, Toreyin ZN, Bayhan I, Yesilnacar MI et al. Respiratory symptoms and pulmonary functions before and after pesticide application in cotton farming. *Annals of agricultural and environmental medicine* 2018; 25 (4): 701-7.
33. Moore KL, Persaud TVN, Torchia MG. *Embriologia básica.* 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
34. Tortora GJ, Derrickson B. *Princípios de Anatomia e fisiologia.* 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
35. Hall, JE. *Guyton e Hall fundamentos de fisiologia.* 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017.
36. Souto, M.B., et al. *Reanimação cardiorrespiratória pediátrica: uma abordagem multidisciplinar.* Porto Alegre: Artmed, 2008.
- 37 Matsuno AK. Insuficiência respiratória aguda na criança. *Medicina (Ribeirão Preto)* 2012; 45 (2): 168-84.
38. Perlroth NE, Branco CWC. Current knowledge of environmental exposure in children during the sensitive developmental periods. *Jornal de Pediatria* 2017; 93 (1):17-27.
39. Kasper DL, Fauci AS [organizadores]. *Doenças infecciosas de Harrison.* 18 ed. Porto Alegre: AMGH; 2015.
40. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. *Diretrizes brasileiras em pneumonia adquirida na comunidade em pediatria - 2007.* J. bras. pneumol. 2007; 33 (1): 31-50.
41. Gonçalves, AJR. Infecções respiratórias agudas pneumonias e broncopneumonias. In: BETHLEM, Newton. *Pneumologia.* 4ª ed. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 279-310.

42. Nhung NTT, Amini H, Schindler C, Kutlar Joss M, Dien TM, Probst-Hensch N et al. Short-term association between ambient air pollution and pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis of time-series and case-crossover studies. *Enviro Pollut.* 2015; 230: 1000-1008.

43. Xu F, Quiu X, Hu X, Shang Y, Pardo M, Fang Y et al. Effects on IL-1 β signaling activation induced by water and organic extracts of fine particulate matter (PM_{2.5}) in vitro. *Environ Pollut.* 2018 Jun; 237: 592-600.

44. IBGE, Produção Agrícola Municipal 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

45. American Thoracic Society (ATS). Recommended respiratory disease questionnaires for use with adults and children in epidemiological research. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1978; 118: 10-23.

46. Natali RMT, Santos DSPS, Fonseca AMC, Filomeno GCM, Figueiredo AHA, Terrivel PM et al. Perfil de internações hospitalares por doenças respiratórias em crianças e adolescentes da cidade de São Paulo, 2000-2004. *Rev Paul Pediatr* 2011; 29 (4): 584-90

47. Ayed HB, Yaich S, Jmaa MB, Jedidi J, Hmida MB, Trigui M et al. Pediatric respiratory tract diseases: chronological trends and perspectives. *Pediatrics International* 2018; 60: 76-82.

48. Machin AB, Nascimento LFC. Efeitos da exposição a poluentes do ar na saúde das crianças de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. *Cad. Saúde Pública* [online] 2018; 34 (3):e00006617.

49. Souza LSV; Nascimento LFC. Poluentes atmosféricos e internações por pneumonia em crianças. Um estudo de série temporal. *Rev. Assoc. Med. Bras.* [online] 2016; 62 (2): 151-156

50. Patto NV, Nascimento LFC, Mantovani KCC, Vieira LCPFS, Moreira DS. Exposure to fine particulate matter and hospital admissions due to pneumonia: effects on the number of hospital admissions and its costs. *Rev. Assoc. Med. Bras.* 2016; 62 (4): 342-46.

51. Tuan TS, Venâncio TS, Nascimento LFC. Air pollutants and hospitalization

due to pneumonia among children. An ecological time series study. *São Paulo Med. J.* 2015 Oct; 133 (5): 408-13.

52. Ho NT, Thompson C, Nhan LNT, Van HMT, Dung NT, My PT et al. Retrospective analysis assessing the spatial and temporal distribution of paediatric acute respiratory tract infections in Ho Chi Minh City, Vietnam. *BMJ Open* 2018; 8:e016349.

53. Ignotti E, Hacon SS, Junger WL, Mourão D, Longo K, Freitas S. Air pollution and hospital admissions for respiratory diseases in the subequatorial Amazon: a time series approach. *Cad. Saúde Pública* 2010 Abr; 26 (4): 747-61.

54. Pinto KDBPC, Maggi RRS, Alves JGB. Análise de risco sócio-ambiental para comprometimento pleural na pneumonia grave em crianças menores de 5 anos. *Ver Panam Salud Publica* 2004; 15 (2): 104-9.

55. Strickland MJ, Hao H, Hu X, Chag HH, Darrow La, Liu Y. Pediatric emergency visits and short-term changes in PM_{2.5} concentrations in the U.S. State of Georgia. *Environ Health Perspect.* 2016 May; 124 (5): 690-6.

56. Mato Grosso, Secretaria de Agricultura Familiar e Assuntos Fundiários. Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural. Calendário Agrícola. Mato Grosso: Secretaria de Agricultura Familiar e Assuntos Fundiários; 2018.

57. Araujo EMN, Costa GMC, Pedraza DF. Hospitalizations due to primary car-sensitive conditions among children under five years of age: cross-sectional study. *Sao Paulo Med. J.* 2017; 135(3): 270-276

58. Lima EJF, Mello MJG, Albuquerque MFPM, Lopes MIL, Serra GHC, Abreu-Lima MAZ et al. Clinical and epidemiological characteristics of severe community-acquired pneumonia in children after introduction of the 10-valent pneumococcal vaccine. *Pediatric Health Med Ther.* 2015; 6: 131-138.

59. Gothankar J, Doke P, Dhumale G, Pore P, Lalwani S, Quraishi S et al. Reported incidence and risk factors of childhood pneumonia in India: a community-based cross-sectional study. *BMC Public Health* 2018; 18 (1):1111.

60. Wehrmeister FC, Victora CG, Horta BL, Menezes AMB, Santos IS, Bertoldi AD et al. Hospital admissions in the first year of life: inequalities over three decades in a southern Brazilian city. *Int J Epidemiol* 2019; 48: 63-71.

61. Rumchev K.; Zhao Y.; Spickett J. Health risk assessment of indoor air quality, socioeconomic and house characteristics on respiratory health among women and children of Tirupur, South India. *Environmental Research and Public Health*, v. 14, 2017.
62. Tomczyk S, Mccracken JP, Contreras CL, Lopez MR, Bernart C, Moir JC et al. Factors associated with fatal cases of acute respiratory infection (ARI) among hospitalized patients in Guatemala. *BMC Public Health*. 2019; 19: 499.
63. McAllister DA, Liu L, Shi T, Chu Y, Reed C, Burrows J et al. Global, regional, and national estimates of pneumonia morbidity and mortality in children younger than 5 years between 2000 and 2015: a systematic analysis. *Lancet Glob Health*. 2019 Jan; 7 (1):e47-e57.
64. Schuck-Paim C, Taylor RJ, Alonso WJ, Weinberger DM, Simonsen L. Effect of pneumococcal conjugate vaccine introduction on childhood pneumonia mortality in Brazil: a retrospective observational study *Lancet Glob Health* 2019; 7 (2): e249-56.
65. Bradley JS, Byington CL, Shah SS, Alverson B, Carter ER, Harrison C et al. The management of community-acquired pneumonia in infants and children older than 3 months of age: clinical practice guidelines by the Pediatric Infectious Diseases Society and the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*. 2011; 53 (7): e25-76.
66. Kalkowska DA, Boender GJ, Smit LAM, Baliatsas C, Yzermans J, Heederik DJJ et al. Associations between pneumonia and residential distance to livestock farms over a five-year period in a large population-based study. *PLoS One* 2018; 13 (7): e0200813.
67. Chang J, Liu W, Huang C. Residential Ambient Traffic in Relation to Childhood Pneumonia among Urban Children in Shandong, China: A Cross-Sectional Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2018; 15 (6): e1076.

APÊNDICE 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O menor _____, sob sua responsabilidade, está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “**ASSOCIAÇÃO ENTRE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS DE 0 A 10 ANOS EM TANGARÁ DA SERRA (MT, BRASIL).**”. Nesta pesquisa, pretendemos “**verificar a associação entre internação hospitalar por pneumonia em crianças e poluentes ambientais no município de Tangará da Serra**”. O motivo que nos leva a pesquisar esse assunto é as altas taxas de internação por pneumonia na infância no município que pode estar associada a presença de poluentes ambientais de queimadas, automóveis e indústrias.

Para esta pesquisa adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): **coleta de dados referentes a diagnóstico, exames de laboratório e dados clínicos no prontuário da criança e aplicação de questionário com os responsáveis pela criança sobre condições de moradia, dados clínicos e de hábitos de vida.**

Para participar desta pesquisa, o menor sob sua responsabilidade não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, ele tem assegurado o direito à indenização. Ele será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. O (A) Sr. (a), como responsável pelo menor, poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação dele a qualquer momento. A participação dele é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a). O pesquisador irá tratar a identidade do menor com padrões profissionais de sigilo. O menor não será identificado em nenhuma publicação. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em “**RISCOS MÍNIMOS**” que se resumem ao tempo necessário para responder o questionário. A pesquisa contribuirá para promover medidas de prevenção da pneumonia em crianças, a partir do reconhecimento dos fatores de riscos referentes ao impacto dos poluentes atmosféricos na saúde. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. O nome ou o material que indique a participação do menor não será liberado sem a sua permissão. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável, por um período de 5(cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida ao Sr. (a).

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, responsável pelo menor _____, fui informado (a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas.

Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar a decisão do menor sob minha responsabilidade de participar, se assim o desejar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Tangará da Serra, ____ de _____ de 20____.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Danila Pequeno Santana
Endereço: Rua 7, 1856 N, Jardim Europa, Hospital Municipal Arlete D. C. Brito.
CEP: 78300-000 / Tangará da Serra – MT
Fone: (65) 99955-2898
E-mail: danilapequeno@gmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar: Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Cuiabá – CEP/UNIC. Contato: Fone: (65) 3363-1271. Email: cep.unic@kroton.com.br.

APÊNDICE 2 – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa “**ASSOCIAÇÃO ENTRE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS DE 0 A 10 ANOS EM TANGARÁ DA SERRA (MT, BRASIL).**”. Nesta pesquisa, pretendemos “**verificar a associação entre internação por pneumonia em crianças e poluentes ambientais no município de Tangará da Serra**”..Para esta pesquisa vamos verificar no seu prontuário informações sobre a sua saúde. Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos causados por esta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você será esclarecido (a) em sobre qualquer dúvida e estará livre para participar ou se recusar. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a). O pesquisador irá tratar a sua identidade de forma sigilosa. Você não será identificado em nenhuma publicação. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em “**RISCOS MÍNIMOS**” referentes ao tempo que será gasto para responder as perguntas do questionário. A pesquisa contribuirá para promover medidas de prevenção da pneumonia em crianças. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais: sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. As informações serão utilizadas somente para os fins acadêmicos e científicos.

Tangará da Serra, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Danila Pequeno Santana

Endereço: Rua 7, 1856 N, Jardim Europa, Hospital Municipal Arlete D. C. Brito.

CEP: 78300-000 / Tangará da Serra – MT

Fone: (65) 99955-2898

E-mail: danilapequeno@gmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Cuiabá – CEP/UNIC. Contato: Fone: (65) 3363-1271. Email: cep.unic@kroton.com.br.

APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO INDIVIDUAL

QUESTIONÁRIO CLÍNICO		
Endereço: _____		Fone: _____
Diagnóstico: _____		Início sintomas: _____
Classificação: <input type="checkbox"/> Bacteriana <input type="checkbox"/> Viral <input type="checkbox"/> Outras		
Co-morbidades: _____		
Tempo de hospitalização: _____		Admissão: _____
Alta: _____		
Número de internações no ano e período: _____		
Estado nutricional: _____		
SSVV: _____		
Medicações: _____		
Vacinação: _____		
Exames laboratoriais: GV: _____		GB: _____
PCR: _____		
Número de internações no dia: _____		
QUESTIONÁRIO SÓCIODEMOGRÁFICO		
CARACTERÍSTICAS		
Gênero: <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/> Masculino		DN: _____
Data de Nascimento: _____		
Naturalidade: _____		
Cor: <input type="checkbox"/> Branco <input type="checkbox"/> Pardo <input type="checkbox"/> Preto <input type="checkbox"/> Amarelo <input type="checkbox"/> Indígena.		
TIPO DE MORADIA		
<input type="checkbox"/> CASA	<input type="checkbox"/> APARTAMENTO	<input type="checkbox"/> CORTIÇO
<input type="checkbox"/> DENTRO DE ESTABELECIMENTO	<input type="checkbox"/> ORFANATO	
MATERIAL PREDOMINANTE NAS PAREDES EXTERNAS		
<input type="checkbox"/> ALVENARIA	<input type="checkbox"/> MADEIRA APROPRIADA	<input type="checkbox"/> TAIPA
<input type="checkbox"/> MADEIRA APROVEITADA	<input type="checkbox"/> PALHA	<input type="checkbox"/> OUTRO MATERIAL
<input type="checkbox"/> SEM PAREDE		
NÚMERO ADULTOS NO DOMICÍLIO		

NÚMERO DE CRIÇAS NO DOMÍNICILIO?		

A SUA MORADIA ESTÁ INSERIDA EM:		
<input type="checkbox"/> CENTRO DA CIDADE	<input type="checkbox"/> PERIFERIA	<input type="checkbox"/> CORTIÇO
<input type="checkbox"/> APARTAMENTO	<input type="checkbox"/> CONDOMÍNIO	
BAIRRO: _____		
QUAIS DESTES SERVIÇOS ATENDEM SUA MORADIA?		
<input type="checkbox"/> REDE PÚBLICA DE ÁGUA	<input type="checkbox"/> REDE PÚBLICA DE ENERGIA ELÉTRICA	
<input type="checkbox"/> REDE DE ESGOTO	<input type="checkbox"/> COLETA DE LIXO	TRANSPORTE PÚBLICO

<input type="checkbox"/> PAVIMENTAÇÃO	OUTROS		
DENTRE OS LUGARES ABAIXO, QUAIS ESTÃO PRÓXIMOS A SUA MORADIA?			
<input type="checkbox"/> CRECHE	<input type="checkbox"/> ESCOLA	<input type="checkbox"/> HOSPITAL	<input type="checkbox"/> UNIDADE DE SAÚDE
<input type="checkbox"/> BARES	<input type="checkbox"/> USINAS	<input type="checkbox"/> CILOS/CELEIROS	
DISTÂNCIA DAS FONTES POLUIDORAS: _____			
TEM FUMANTES NA CASA?			
<input type="checkbox"/> SIM		<input type="checkbox"/> NÃO	
TEM FOGÃO A LENHA NA CASA?			
<input type="checkbox"/> SIM		<input type="checkbox"/> NÃO	
EXISTE GRANDE CIRCULAÇÃO DE CARROS PRÓXIMO A CASA?			
<input type="checkbox"/> SIM		<input type="checkbox"/> NÃO	

ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE DE CUIABÁ -
UNIC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ASSOCIAÇÃO ENTRE POLUENTES ATMOSFÉRICOS E INTERNAÇÕES POR PNEUMONIA EM CRIANÇAS DE 0 A 10 ANOS EM TANGARÁ DA SERRA (MT, BRASIL)

Pesquisador: Danila Pequeno Santana

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 72535617.0.0000.5165

Instituição Proponente: Universidade de Cuiabá

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.325.965

Apresentação do Projeto:

Há poucos estudos no Estado do Mato Grosso sobre os efeitos da poluição na morbidade por pneumonia. Poluentes como PM_{2,5}, NO_x, O₃ e CO tem efeitos na saúde das crianças por serem vulneráveis. O objetivo proposto é analisar se a variação nas medias estimadas de poluentes atmosféricos aumentam as taxas de internação por pneumonia das crianças internadas em Tangará da Serra (MT, Brasil), utilizando pesquisa ecológica de séries temporais entre os anos de 2017 2018, através de dados coletados no prontuário durante a internação e por meio de aplicação de questionário com dados socioambientais a serem coletados com os pais/responsáveis pela criança, correlacionando as taxas diárias de poluentes através do Sistema CCATT-BRAMS. Espera-se auxiliar na produção científica a respeito dos altos índices de internação por pneumonia na cidade enquanto problema de saúde, associado as taxas de poluentes do ar que podem aumentar sua morbidade nas crianças.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Endereço: Avenida Beira Rio, 3100, Bloco de Saúde II, térreo - Coordenação Mestrado
Bairro: Jardim Europa **CEP:** 78.065-900
UF: MT **Município:** CUIABA
Telefone: (65)3363-1271 **E-mail:** cep.unic@kroton.com.br

Continuação do Parecer: 2.325.965

Verificar a associação entre internação hospitalar por pneumonia em crianças e poluentes ambientais no município de Tangará da Serra (MT, Brasil).

Objetivo Secundário:

Verificar a correlação entre poluentes ambientais (CO, PM_{2,5}, O₃ e NO_x) e internação por pneumonia em crianças. Avaliar o grau de exposição

ambiental das crianças durante os períodos de seca e chuva. Verificar o tempo de internação durante os períodos de seca e chuva. Identificar local

de moradia e escola da criança e sua proximidade com fontes emissoras de poluentes

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos e desconfortos serão mínimos por terem que dispendem tempo para responderem as perguntas do questionário.

Benefícios:

Acredita-se que o estudo poderá trazer benefícios em relação as medidas de prevenção da pneumonia em crianças, a partir do reconhecimento dos

fatores de riscos referentes ao impacto dos poluentes atmosféricos na saúde, com mapeamento das áreas que interferem na saúde das crianças do município.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Acredita-se que dados epidemiológicos são de suma importância para evidenciar a real situação de saúde nas crianças com pneumonia, servindo de subsídio para o fomento de estratégias de controle mais efetivo da qualidade do ar, evidenciando também a importância das pesquisas nesta área.

Os dados de internações hospitalares serão obtidos a partir dos prontuários dos pacientes no ato da internação com coleta de informações referentes ao diagnóstico, exames laboratoriais (hemograma, PCR), radiografia de tórax. Será aplicado um questionário com os pais/responsáveis pela criança internada contendo variáveis socioeconômicas (etnia, raça, nível educacional, número de pessoas que residem na residência, renda familiar), dados clínicos (diagnóstico clínico, tempo de hospitalização, estado nutricional através do IMC), e demográfico (gênero, idade, procedência, condições de moradia) do paciente. Nº de Pesquisados 100

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos foram apresentados conforme Solicita a Resolução 466/12

Endereço: Avenida Beira Rio, 3100, Bloco de Saúde II, térreo - Coordenação Mestrado

Bairro: Jardim Europa

CEP: 78.065-900

UF: MT

Município: CUIABA

Telefone: (65)3383-1271

E-mail: cep.unic@kroton.com.br

Continuação do Parecer: 2.325.965

Recomendações:

Não há, foram cumpridas conforme solicitação do último parecer.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto atende a Resolução 466/12 e o CEP é favorável à aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_964475.pdf	07/09/2017 09:51:47		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termodeassentimento.doc	07/09/2017 09:51:26	Danila Pequeno Santana	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEresponsaveisdomenor.doc	07/09/2017 09:50:58	Danila Pequeno Santana	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_danila.docx	28/08/2017 11:30:00	Danila Pequeno Santana	Aceito
Outros	Curriculo_danila_pequeno_santana.pdf	28/08/2017 11:22:10	Danila Pequeno Santana	Aceito
Outros	encaminhamento.pdf	21/07/2017 18:45:09	Danila Pequeno Santana	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao.pdf	21/07/2017 18:44:06	Danila Pequeno Santana	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	21/07/2017 18:43:40	Danila Pequeno Santana	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Avenida Beira Rio, 3100, Bloco de Saúde II, térreo - Coordenação Mestrado
 Bairro: Jardim Europa CEP: 78.065-900
 UF: MT Município: CUIABA E-mail: cep.unic@kroton.com.br
 Telefone: (65)3363-1271

Página 03 de 04

Continuação do Parecer: 2.325.965

CUIABA, 10 de Outubro de 2017

Assinado por:
 Deise Helena Pelloso Borghesan
 (Coordenador)