

Ministério da Saúde

**FIOCRUZ**  
**Fundação Oswaldo Cruz**



ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA  
SERGIO AROUCA  
ENSP

NATAN BOY

**Influência das variáveis meteorológicas nos óbitos por doenças cardiovasculares no  
Município do Rio de Janeiro**

Rio de Janeiro

2018

Natan Boy

**Influência das variáveis meteorológicas nos óbitos por doenças cardiovasculares no  
Município do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente, do Departamento de Gestão Socioambiental e Promoção da Saúde, da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Saúde Pública e Meio Ambiente. Subárea de concentração: Gestão Socioambiental e Promoção da Saúde.

Orientadora: Martha Macedo de Lima Barata  
Coorientador: André Reynaldo Santos Périssé

Rio de Janeiro

2018

Catálogo na fonte  
Fundação Oswaldo Cruz  
Instituto de Comunicação e Informação Científica e Tecnológica em Saúde  
Biblioteca de Saúde Pública

B789i Boy, Natan.  
Influência das variáveis meteorológicas nos óbitos por doenças cardiovasculares no município do Rio de Janeiro / Natan Boy. -- 2018.  
88 f. : il. color. ; graf. ; mapas ; tab.

Orientadora: Martha Macedo de Lima Barata.  
Coorientador: André Reynaldo Santos Périssé.  
Dissertação (mestrado) – Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2018.

1. Meteorologia - análise. 2. Doenças Cardiovasculares - mortalidade. 3. Isquemia Miocárdica. 4. Clima. 5. Saúde. I. Título.

CDD – 22.ed. – 616.1098153

Natan Boy

**Influência das variáveis meteorológicas nos óbitos por doenças cardiovasculares no  
Município do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Pública e Meio Ambiente, do Departamento de Gestão Socioambiental e Promoção da Saúde, da Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, na Fundação Oswaldo Cruz, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de Saúde Pública e Meio Ambiente. Subárea de concentração: Gestão Socioambiental e Promoção da Saúde.

Aprovada em: 25/04/2018

Banca examinadora

---

Dra Claudine Pereira Dereczynski - Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Dra Sandra de Souza Hacon - Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde Pública  
Sergio Arouca

---

Dra Denise da Silva de Souza - Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Dra Martha Macedo de Lima Barata - Fundação Oswaldo Cruz - Escola Nacional de Saúde  
Pública Sergio Arouca (Orientadora)

Rio de Janeiro

2018

## **AGRADECIMENTOS**

O período de realização do mestrado foi o mais intenso e difícil que vivi, com perdas de pessoas de grande importância na minha vida e não poderia deixar de citar essas pessoas, meu falecido avô Jovenir Boy e minha falecida tia Rachel Boy, pessoas essas, que me apoiavam em todos os aspectos da vida. Por isso sou grato, em primeiro lugar, a Deus, pelo dom da vida, aos meus familiares e a minha noiva Andressa Heringer pelo incentivo e apoio.

Sou grato ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública e Meio ambiente e aos professores, especialmente a minha orientadora Martha Barata e ao meu coorientador André Périssé, que sempre estiveram presente no desenvolvimento desta pesquisa. Muito grato as coordenadoras do programa Liliane e Ariane, por todo apoio. Aos membros da banca por toda colaboração e aos colegas de turma, sei que sem vocês seria bem mais difícil.

A todos que me ajudaram nessa jornada. Muito obrigado!

## RESUMO

Esta pesquisa analisou a evolução da taxa de mortalidade da doença isquêmica do coração (DIC) na população residente no Município do Rio de Janeiro/RJ- Brasil (MRJ), no período compreendido entre 2000 e 2015, considerando a sazonalidade da doença, bem como o gênero e o grupo etário da população em estudo. Por fim, avaliou a associação entre as variáveis meteorológicas (pressão atmosférica, umidade do ar, temperaturas mínima e máxima) e a taxa de mortalidade por DIC para a população residente no MRJ, no período entre 2002-2015. Método: estudo descritivo, ecológico e de abordagem quantitativa. Os registros de óbitos por doença cardiovascular foram coletados junto a Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro e o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Os dados meteorológicos foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia. A associação foi avaliada pelo método de correlação de Pearson, entre as variáveis meteorológicas e a taxa de mortalidade por DIC. Os resultados apontaram para queda na taxa de mortalidade por DIC no período de 2000 a 2014, com aumento em 2015, a taxa de mortalidade foi maior para a população de sexo masculino e com faixa etária superior a 60 anos. Durante os anos analisados observou-se que os meses com temperaturas mais baixas, correspondem ao período de maior mortalidade. Adicionalmente, observou-se uma forte correlação da taxa de mortalidade por DIC com a pressão atmosférica e a temperatura e uma fraca correlação com a umidade relativa do ar. Dessa forma, conclui-se que as variáveis meteorológicas podem contribuir com o incremento da mortalidade por doenças cardiovasculares na cidade do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Variáveis meteorológicas; doenças cardiovasculares; doenças isquêmicas do coração; clima; saúde.

## **ABSTRACT**

This study analyzes a mortality rate test of ischemic heart disease (IHD) in the population living in the city of Rio de Janeiro / RJ- Brazil (MRJ), in the period between 2000 and 2015, considering the seasonality of the disease, as well as the gender and the age group of the study population. Finally, it evaluated the association between the meteorological variables (atmospheric pressure, air humidity, minimum and maximum temperatures) and the IHD mortality rate for the resident population in the MRJ, between 2002-2015. Method: descriptive, ecological and quantitative approach. The records of deaths due to cardiovascular disease were collected from the Municipal Health Department of Rio de Janeiro and the Department of Informatics of the Unified Health System (DATASUS). The meteorological data were obtained from the National Institute of Meteorology. The association was assessed using Pearson's correlation method, between the meteorological variables and the IHD mortality rate. The results pointed to a decline in the IHD mortality rate from 2000 to 2014, with an increase in 2015, where the mortality rate was higher for the male population and over 60 years of age. During the analyzed years it was observed that the months with lower temperatures correspond to the period of higher mortality. Additionally, a strong correlation of the mortality rate by IHD with atmospheric pressure and temperature and a weak correlation with the relative humidity of the air was observed. Thus, we can conclude that meteorological variables can contribute to the increase in mortality due to cardiovascular diseases in the city of Rio de Janeiro.

**Keywords:** Meteorological variables; cardiovascular diseases; ischemic heart disease; climate; health.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Sistema Cardiovascular. ....	29
<b>Figura 2</b> - Distribuição dos óbitos, por DCNT no Brasil, em 2015. ....	30
<b>Figura 3</b> - Formação de placa na parede da artéria.....	32
<b>Figura 4</b> - Localização e mapa do Município do Rio de Janeiro.....	36
<b>Figura 5</b> - Distribuição da população por sexo, segundo os grupos de idade, na cidade do Rio de Janeiro.....	37
<b>Figura 6</b> Principais causas de mortalidade por capítulo da CID-10, 2000-2015, com idade superior a 45 anos. Rio de Janeiro.....	45
<b>Figura 7</b> - Mortalidade na população humana pelas principais doenças do aparelho circulatório em ambos os sexos, com idade superior a 45 anos, no Município do Rio de Janeiro, 2000 – 2015.....	46
<b>Figura 8</b> - Número de óbitos por DIC no período de 2000-2015. MRJ. ....	47
<b>Figura 9</b> - Taxa de Mortalidade por DIC em ambos os sexos, faixa etária superior a 45 anos no período de 2000 a 2015. Rio de Janeiro. ....	47
<b>Figura 10</b> - Taxa de Mortalidade por DIC, por sexo com faixa etária superior a 45 anos. 2000-2015. Rio de Janeiro.....	48
<b>Figura 11</b> - Número de óbitos por DIC, por faixa etária e sexo, 2000-2015. Rio de Janeiro..	49
<b>Figura 12</b> - Taxa de Mortalidade por faixa etária e Sexo, 2000-2015. Rio de Janeiro.....	49
<b>Figura 13</b> Distribuição espacial dos óbitos por doenças isquêmicas do coração, no ano de 2000, nas 33 Regiões Administrativas do Município do Rio de Janeiro.....	51
<b>Figura 14</b> - Distribuição espacial dos óbitos por doenças isquêmicas do coração, no ano de 2015, nas 33 Regiões Administrativas do Município do Rio de Janeiro.....	52
<b>Figura 15</b> - Variação relativa das taxas de mortalidade por doenças isquêmicas do coração, comparando os anos de 2000 e 2015, nas 33 Regiões Administrativas do Município do Rio de Janeiro.....	53
<b>Figura 16</b> - Taxa de mortalidade total mensal no período 2000 a 2015. Rio de Janeiro.....	54
<b>Figura 17</b> - Distribuição das taxas de mortalidade mensais relativa às DIC, 2000-2015. Rio de Janeiro.....	55
<b>Figura 18</b> - Ciclo anual das temperaturas máxima e mínima (°C) diárias na estação Praça Mauá (INMET). Valores médios mensais para o período 2002-2015. ....	56

<b>Figura 19</b> - Ciclo anual das temperaturas máxima e mínima absoluta (°C) na estação Praça Mauá (INMET). Período 2002-2015. ....	57
<b>Figura 20</b> - Ciclo anual da umidade relativa do ar (%) na estação Praça Mauá (INMET). Valores médios mensais para o período 2002-2015. ....	57
<b>Figura 21</b> - Ciclo anual da pressão atmosférica ao nível da estação (hPa) na estação praça Mauá (INMET). Valores médios mensais para o período 2002-2015. ....	58
<b>Figura 22</b> - Comportamento das variáveis meteorológicas e das taxas de mortalidade mensais entre 2002 e 2006, no Município do Rio de Janeiro. ....	59
<b>Figura 23</b> - Diagrama de dispersão entre as variáveis meteorológicas e taxa de mortalidade por DIC entre 2002 e 2006, Município do Rio de Janeiro. ....	61
<b>Figura 24</b> - Comportamento das variáveis meteorológicas e das taxas de mortalidade mensais entre 2007 e 2011, no Município do Rio de Janeiro. ....	62
<b>Figura 25</b> - Diagrama de dispersão entre as variáveis meteorológicas e taxa de mortalidade por DIC entre 2007 e 2011, Município do Rio de Janeiro. ....	63
<b>Figura 26</b> - Comportamento das variáveis meteorológicas e das taxas de mortalidade mensais entre 2012 e 2015, no Município do Rio de Janeiro. ....	64
<b>Figura 27</b> - Diagrama de dispersão entre as variáveis meteorológicas e taxa de mortalidade por DIC entre 2012 e 2015, Município do Rio de Janeiro. ....	66

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Dados Demográficos .....	37
<b>Tabela 2</b> - População das regiões administrativas do Município do Rio de Janeiro. ....	38
<b>Tabela 3</b> - Classificação dos valores de correlação. ....	43
<b>Tabela 4</b> -Taxa de mortalidade por faixa etária (100.000), 2000- 2015. MRJ. ....	50
<b>Tabela 5</b> - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson e de determinação entre a média mensal das variáveis meteorológicas e a taxa mensal de mortalidade por DIC (2002-2006)..	60
<b>Tabela 6</b> - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson e de determinação entre a média mensal das variáveis meteorológicas e a taxa mensal de Mortalidade por DIC (2007-2011).	63
<b>Tabela 7</b> - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson e de determinação entre a média mensal das variáveis meteorológicas e a taxa mensal de Mortalidade por DIC (2012-2015).	65

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CID: Classificação Internacional de Doenças

DAC: Doença arterial coronariana

DCV: Doenças cardiovasculares

DCNT: Doenças crônicas não transmissíveis

DATASUS: Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil

DIC: Doenças isquêmicas do coração

FEEMA: Fundação estadual de engenharia do meio ambiente

Hpa: Unidade de pressão hectopascal

IPCC: Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

IPP: Instituto Pereira Passos

IAM: Infarto agudo do miocárdio

Mbar: Unidade de pressão milibar

MRJ: Município do Rio de Janeiro

OMS: Organização Mundial de Saúde

RA: Região administrativa

SIM: Sistema de Informação Sobre Mortalidade

SIG: Sistema de informação geográfica

SMS: Secretaria Municipal de Saúde

SUS: Sistema Único de Saúde

TBM: Taxa bruta de mortalidade

UNCED: Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento

WHO: Organização Mundial da Saúde

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Saúde e ambiente .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.1 Aspectos históricos da Saúde e Ambiente .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2 Saúde e Ambiente no Brasil.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS, SAÚDE E DOENÇA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.1 Enfermidade e Ambiente .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3 BIOMETEOROLOGIA.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.1 Biometeorologia Urbana .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4 CONFORTO TÉRMICO.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4.1 Termorregulação .....</b>	<b>26</b>
<b>2.4.2 Termotolerância.....</b>	<b>28</b>
<b>2.5 SISTEMA CARDIOVASCULAR.....</b>	<b>28</b>
<b>2.6 Doenças Cardiovasculares .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6.1 Doenças Isquêmicas do Coração .....</b>	<b>31</b>
<b>3 HIPÓTESE.....</b>	<b>33</b>
<b>4 JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>34</b>
<b>5 OBJETIVO .....</b>	<b>35</b>
<b>5.1 Objetivos específicos.....</b>	<b>35</b>
<b>6 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
<b>6.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>36</b>
<b>6.2 Climatologia do Município do Rio de Janeiro .....</b>	<b>38</b>

<b>6.3 Procedimentos Metodológicos .....</b>	<b>39</b>
<b>6.3.1 Levantamento dos Dados .....</b>	<b>40</b>
<b>6.3.2 Dados de Saúde .....</b>	<b>40</b>
<b>6.3.3 Dados Meteorológicos.....</b>	<b>41</b>
<b>6.4 PROCESSAMENTO DOS DADOS .....</b>	<b>41</b>
<b>6.5 ASPECTOS ÉTICOS .....</b>	<b>44</b>
<b>7 RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
<b>7.1 PERFIL DOS ÓBITOS POR DOENÇAS DO APARELHO CIRCULATORIO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO, NO PERÍODO ENTRE 2000 E 2015. ....</b>	<b>45</b>
<b>7.2 CLIMATOLOGIA DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO NO PERÍODO 2002- 2015. ....</b>	<b>55</b>
<b>7.3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E DAS TAXAS DE MORTALIDADE POR DOENÇA ISQUÊMICA DO CORAÇÃO. ....</b>	<b>59</b>
<b>8 DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>9 CONCLUSÃO.....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A abordagem de questões sobre saúde e ambiente tem se tornado uma temática relevante para saúde humana, pois o homem é sensível às condições ambientais, sendo influenciado pelas constantes alterações do meio que o cerca (ONOZUKA; HAGIHARA, 2015). De forma inerente, há uma forte interação do homem com a natureza, no qual as condições e alterações do meio natural afetam o seu bem estar e seu modo de vida (MURARA; COELHO; AMORIM, 2010).

O clima influencia direta e indiretamente na manifestação de muitas doenças humanas (CONFALONIERI; MARINHO; RODRIGUEZ, 2009), sendo um condicionante que apresenta alterações cíclicas, e afetam o homem e o meio social de forma geral. Assim, estudar a relação entre variáveis meteorológicas e mortalidade é relevante para o setor de saúde em todo o mundo (LIU *et al.*, 2011). Estudos que associam a influência do meio ambiente sobre o organismo humano indicam que as condições meteorológicas podem influenciar na saúde humana e no aumento da mortalidade populacional (SEPOSO; DANG; HONDA, 2015).

As condições ambientais a que os indivíduos estão expostos podem influenciar no aumento da DCV. Não obstante, adaptações fisiológicas e comportamentais podem reduzir a morbidade e mortalidade humana (PAIXÃO; NOGUEIRA, 2003). Ressalta-se que estudos indicam que as populações urbanas são as mais vulneráveis a fatores adversos à saúde, sendo os indivíduos com idades mais avançadas e as crianças, os grupos mais vulneráveis (MILOJEVIC *et al.*, 2016; CONFALONIERE *et al.*, 2009).

O efeito ambiental sobre a manifestação da DCV consiste em um conjunto multifatorial interagindo com a fisiologia e anatomia cardiovascular. A contribuição das condições climáticas é reconhecida por vários estudos, indicando uma variação sazonal das taxas de morbidade e mortalidade por DCV (STEWART *et al.*, 2017). No entanto, essa influência ainda não está totalmente compreendida (DILAVERIS *et al.*, 2006).

Conforme destaca a Organização Mundial da Saúde (OMS), a morbidade e a mortalidade por doenças cardiovasculares atingem tanto os países desenvolvidos quanto os países emergentes, onde a estimativa em 2030 é de que morram 23,6 milhões de pessoas ao ano no mundo, devido às doenças do aparelho circulatório (OMS, 2016).

No Brasil, as DCV são as principais causas de morte em homens e mulheres nas cinco regiões geoeconômicas brasileiras e atualmente constituem-se em um dos mais importantes problemas de saúde pública nacional (MANSUR; FAVARATO, 2016). Segundo dados do Ministério da Saúde (2011), as DCV são responsáveis por 29,4% de todas as mortes registradas no país em um ano. Isso significa que mais de 308 mil pessoas foram a óbito (MS, 2011). No Município do Rio de Janeiro (MRJ), dentro do grupo das doenças do aparelho circulatório, as DIC são as que mais levam a óbito (DATASUS, 2017).

Nesta perspectiva, torna-se relevante analisar a influência das variáveis meteorológicas nos registros de óbitos por DCV, especificamente as DIC no Município do Rio de Janeiro, visando aprimorar os conhecimentos sobre o perfil da saúde da população.

Espera-se que as informações e resultados obtidos com este trabalho possam contribuir para que os gestores da saúde do MRJ planejem e formulem estratégias de gestão mais eficientes e eficazes para a redução dos óbitos por DCV

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O presente capítulo descreve aspectos históricos da saúde ambiental no mundo e no Brasil, conceitos básicos de saúde e da DCV e DIC e os fatores determinantes que favorecem a doença.

### 2.1 Saúde e ambiente

A relação entre o ambiente e o padrão de saúde de uma determinada população define um campo de conhecimento como “Saúde Ambiental” ou “Saúde e Ambiente”. Essa relação incorpora todos os elementos e fatores que potencialmente afetam a saúde (TAMBELLINI; CÂMARA, 1998).

Desde seus primórdios, as preocupações com a problemática ambiental estão inseridas na saúde pública, apesar de só na segunda metade do século XX ter se estruturado uma área específica para tratar dessas questões. A inter-relação entre saúde e meio ambiente (saúde ambiental) é definida como:

“Saúde ambiental são todos aqueles aspectos da saúde humana, incluindo a qualidade de vida, que estão determinados por fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos no meio ambiente. Também se refere à teoria e prática de valorar, corrigir, controlar e evitar aqueles fatores do meio ambiente que, potencialmente, possam prejudicar a saúde de gerações atuais e futuras” (OMS, 1993).

O impacto da relação “saúde ambiente” afeta os vários grupos sociais de forma diferente, pois a parcela da população que vive em condições precárias é mais vulnerável às agressões ambientais, propiciadoras de doenças. Esses fatores são agravados pela falta de infraestrutura e de serviços de saneamento nas áreas mais carentes e levam a uma sobrecarga do setor saúde com pacientes acometidos de doenças evitáveis (RIBEIRO, 2004). A intensidade do impacto está relacionada ao evento climático, bem como ao grau de vulnerabilidade da população que será afetada. Nesse contexto, quanto maior a vulnerabilidade humana maior o impacto, definindo

vulnerabilidade como nível de propensão de um indivíduo, comunidade ou um sistema a ser afetado pelo clima (IPCC, 2001). O risco de cada indivíduo ao evento meteorológico difere de acordo com a susceptibilidade individual, tais como a idade, sexo, bem como por fatores socioeconômicos (HEIDARI *et al.*, 2016).

### **2.1.1 Aspectos históricos da Saúde e Ambiente**

Historicamente, saúde e meio ambiente sempre estiveram intimamente relacionados. Os estudos sobre clima e saúde fazem parte da geografia médica, que tem suas origens em estudos de Hipócrates. Ao longo do tempo, observa-se que o papel atribuído ao meio ambiente dentro do processo saúde-doença tem se modificado, havendo períodos em que sua importância era enfatizada, e outros em que praticamente negou-se sua participação nesse processo (CZERESNIA, 1997).

Estudiosos já se preocupavam com essa relação do homem e o meio ambiente desde a antiguidade. A relação entre as doenças e o meio ambiente já era percebida desde a Grécia, Séc. V a.C, onde a Escola Hipocrática relacionava as doenças, especialmente as endêmicas a seus focos no meio ambiente. Hipócrates 480 a.C, pai da medicina, em sua famosa obra “Dos ares, das águas e dos lugares” já se preocupava com a relação: homem, saúde e ambiente, e já registrava a preocupação humana com a relação entre os fatores ambientais e o surgimento das doenças (RIBEIRO, 2004). As conclusões de Hipócrates foram de grande importância para a sociedade e os médicos de sua época, pois começaram a interpretar os efeitos que o meio ambiente, antes despercebido causava ao organismo humano, permitindo o desenvolvimento de uma nova visão da medicina sobre o papel do meio ambiente nas condições de saúde das populações (UJVARI, 2003).

Nos séculos XV e XVI a relação saúde e ambiente tem uma nova ascensão através da geografia médica, com as viagens dos europeus para outros continentes, trazendo informações valiosas de suas observações nos diferentes lugares e descrevendo os métodos locais de tratamento (NATAL, 2015).

A partir do século XVII, o termo “Saúde e Ambiente” foi reforçado com a teoria dos miasmas, que concebia a transmissão das doenças pelo ar e pelos odores. Os miasmas seriam todas as emanações nocivas, que corrompiam o ar e atacavam o corpo humano. A alteração e a decomposição de substâncias orgânicas podiam como resultado

infectar a atmosfera e para a teoria miasmática, tanto o meio físico quanto o social seriam produtores de miasmas (KARAMANOU *et al.*, 2012). O combate a essas emanções era mitigado pela renovação e circulação do ar. Apesar de a teoria miasmática ter sido hegemônica até meados do século XIX, a crescente urbanização da Europa e a consolidação do modo de produção fabril, seguidos à revolução Francesa, fizeram crescer os movimentos que atribuíam às condições de vida e trabalho das populações, papel importante no aparecimento de doenças (COSTA, 2004).

No século XIX, o médico sanitaria John Snow, abordou a distribuição espacial da cólera na Inglaterra associando à distribuição de fontes de abastecimento de água nas regiões afetadas, pois as fezes estavam contaminando a água que era usada pelas pessoas na ingestão, lavagem e na confecção de suas refeições (GANCZAK, 2014). Com a técnica da geografia médica, o médico e epidemiologista John Snow conteve a epidemia de cólera em Londres. Mapeando o número de casos de cólera e o abastecimento de água local, ele achou que a estação de bombeamento de Broad Street era responsável pelos casos de cólera e depois que o punho da bomba foi removido, declinaram os casos incidentes (SCOTT, 2014). John Snow contribuiu para que a epidemiologia se estruturasse como disciplina científica mediante o conceito de transmissão de agentes específicos de doenças, definindo a explicação da propagação das epidemias através da relação entre corpo e meio (CZERESNIA; RIBEIRO, 2000).

Outro marco importante na relação “saúde ambiente” ocorre durante as últimas décadas do século XIX, através de Louis Pasteur (1822-1895) e Robert Koch (1843-1910), com o início do interesse pela identificação de agentes infecciosos através de experiências sobre o papel patogênico dos microrganismos numa doença (MONTEIRO; ALUCCI, 2012). Com o descobrimento das bactérias e parasitas por Louis Pasteur e Robert Koch, período esse denominado de revolução bacteriológica, ocorreu uma série de transformações nos conhecimentos da medicina. Com essa revolução no campo da medicina, os ensinamentos de Hipócrates sobre a influência do meio físico sobre o homem e as doenças foram sendo esquecidos. Assim, a medicina perde o interesse pelo ambiente e passa a se dedicar, exclusivamente, ao corpo humano (SCHMALSTIEG; GOLDMAN, 2010).

Nas décadas de 30 e 40 do século XX, novamente ambiente e saúde se reaproximam com aos trabalhos do parasitologista Pavlovsky e do geógrafo Max Sorre (VIEITES; FREITAS, 2007).

Pavlovsky formula sua teoria dos focos naturais das doenças humanas, no qual diz que as doenças tinham seu foco na tríade da ecologia: homem, agente e ambiente. Ele se responsabilizou por orientar diretamente as investigações sobre o impacto epidemiológico decorrente da ocupação pelo homem de extensas porções semidesérticas do território soviético, utilizando uma abordagem ecológica da epidemiologia (FERREIRA, 2000).

Max Sorre orientava-se, essencialmente, por uma preocupação teórica de fornecer uma base conceitual para à geografia médica (VIEITIS; FREITAS, 2007). A semelhança entre os conceitos de Pavlovsky e Max Sorre é evidente, especialmente porque ambos partem de uma interpretação ecológica das relações entre o homem e o meio, porém Max Sorre desenvolveu o conceito de “complexo patogênico”, permitindo de forma mais abrangente abordar uma grande variedade de doenças infecciosas e parasitárias. Na perspectiva ecológica de Max Sorre, as relações entre o homem e o meio compreendem a ação da natureza sobre o homem e a ação humana, modelando a natureza (FERREIRA, 1991).

### **2.1.2 Saúde e Ambiente no Brasil**

No Brasil, importante acontecimento ocorreu no início do século XX, quando Oswaldo Cruz foi nomeado Diretor do Departamento Federal de Saúde Pública, para o enfrentamento dos problemas sanitários, como a epidemia de febre amarela (QUANDT, F.L. *et al.*, 2014). Júlio Afrânio Peixoto, com trabalhos na área da geografia da saúde, buscou no clima a relação para as doenças, descrevendo suas análises das relações dos tipos de clima e as variações sazonais com as morbidades, endemias e epidemias. A partir de suas conclusões estabeleceu que algumas enfermidades poderiam ser facilitadas e outras inibidas em determinadas condições climáticas (PEIXOTO, 1938 apud NATAL, 2015). Já em meados de 1970, Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro realiza análise da saúde humana associada ao clima e suas variáveis meteorológicas. Monteiro defende sua compreensão do clima enquanto fenômeno dinâmico, desenvolvendo seus estudos na análise do clima nas cidades (MURARA; COELHO; AMORIM, 2010).

Na segunda metade do século XX, outro importante acontecimento para a relação ‘saúde-ambiente’ ocorreu quando foi publicado o livro “Introdução à geografia médica no Brasil” (1972) pelo médico brasileiro Carlos da Silva Lacaz (SPINA-

FRANÇA, 2012), no qual defende que para se entender uma doença é necessário o estudo do homem e do meio que o cerca (ALVES; MAGALHÃES; COELHO, 2014). Também na década de 70, com o agravamento dos problemas ambientais causados pelo crescimento industrial, surgiram instituições de saneamento ambiental e de engenharia ambiental, dentre as quais a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), que contribuíram para o desenvolvimento de ações de controle da poluição, mas sem um vínculo direto com o sistema de saúde (TAMBELLINI; CÂMARA, 1998).

A partir do final da década de 70, intensificam-se os estudos sobre o impacto da ação antrópica sobre o ambiente e a saúde do trabalhador. Identifica-se que as atividades produtivas têm potencial para impactar a saúde do trabalhador e da população que vive na área de abrangência das mesmas, explicitando o elo existente entre as questões ambientais e a saúde (GOMES, 1996). Outra grande contribuição para o reconhecimento da importância da relação saúde-ambiente surgiu após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), em 1992, no Rio de Janeiro, e foi consequência do movimento social-ecológico, durante o evento Rio 92. Esse movimento colocou a questão ambiental como uma das principais preocupações relacionadas com a saúde das pessoas (FREITAS, 2003).

Portanto é de extrema importância para melhoria da saúde das populações o conhecimento da relação entre saúde e ambiente, tornando-se útil na caracterização das condições ambientais que favorecem a ocorrência de determinada doença.

## **2.2 Mudanças climáticas, Saúde e Doença**

O clima pode ser entendido como as condições atmosféricas médias em uma determinada região (CUNHA; VECCHIA, 2006). Diversos componentes contribuem para a definição de uma classificação climática, dentre eles os elementos climáticos e os fatores do clima. Os elementos climáticos mais comuns são a precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, direção e velocidade do vento, controladas pelos fatores do clima, ou controladores climáticos, que correspondem à latitude, altitude, relevo, vegetação e atividades humanas. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

As ações humanas estão mudando os sistemas ambientais naturais do mundo, incluindo o sistema climático. Esses sistemas são intrínsecos aos processos de vida e

fundamental para a saúde humana (RIBEIRO, 2004). Diversos estudos relacionam a influência do ambiente na saúde, exercendo o homem influencia sobre o ambiente e sendo influenciado pelo ambiente no qual está inserido (BOWEN; FRIEL, 2012). O clima e a saúde estão diretamente interligados pela ação de condições térmicas, ventos, poluição, precipitação e umidade do ar, exercendo influência sobre o surgimento e dispersão de várias doenças (MURARA; COELHO; AMORIM, 2010).

Diversos são os riscos atribuídos à mudança do clima. O quinto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) reforça que se faz necessário proteger a saúde humana das consequências negativas das alterações climáticas, onde intervenções estratégicas comunitárias serão necessárias para adaptação de saúde (KABIR *et al.*, 2016).

As alterações ambientais consequentes das mudanças climáticas podem afetar a saúde da população por diferentes mecanismos, como episódios de extremos de temperatura, pluviosidade, aumento das concentrações de poluentes atmosféricos, resultando na incidência de doenças (IPCC, 2001).

Atualmente a mudança climática é uma realidade que atinge direta e indiretamente a saúde (MCMICHAEL *et al.*, 2008). Um dos maiores desafios para a humanidade é responder aos impactos das alterações climáticas, pois alterações no clima deverão resultar em um aumento na intensidade e na frequência de eventos climáticos extremos (BARCELLOS *et al.*, 2009). Como consequência essas alterações no clima deverão afetar a saúde humana em todo o mundo (MORROW; BOWEN, 2014).

Os seres humanos possuem enorme capacidade de adaptação às condições do meio em que estão inseridos. Porém, o clima com variações inesperadas podem provocar efeitos diversos no homem, influenciando de maneira direta a saúde humana (FONSECA, 2004). Mesmo com enorme capacidade de adaptação do organismo humano, é de grande importância conhecer os determinantes da saúde, dentre os quais, as variáveis meteorológicas, para estabelecer medidas adaptativas, nas quais as pesquisas podem apoiar o setor da saúde no desenvolvimento de estratégias de prevenção a doenças, decorrente dessas mudanças (MORROW; BOWEN, 2014).

Assim, faz-se relevante a elaboração de pesquisas que avaliem a influência dos elementos climáticos na saúde, entre elas a DCV e DIC.

### 2.2.1 Enfermidade e Ambiente

Estudos têm mostrado a influência das variáveis meteorológicas nas interações e óbitos por DCV. No entanto, esta influência não está totalmente compreendida. Relações entre aumento de DCV em ambientes mais frios foram identificadas por Arntz *et al.*, (2000), Crawford; Mccann; Stout, (2003), Dilaveris *et al.*, (2006) e Bhaskaran *et al.*, (2009).

Bhaskaran *et al.*, (2010) em pesquisa realizada na Inglaterra e País de Gales, no período entre janeiro de 2003 e dezembro de 2006, verificaram que o risco de IAM aumenta duas semanas (8 a 14 dias) após a exposição às baixas temperaturas, não sendo verificada associação com temperaturas elevadas. Segundo os autores, cada redução de 1°C na temperatura no Reino Unido em um único dia seria associada com cerca de 200 eventos extras de IAM, principalmente em idosos. O estudo de Crawford; Mccann; Stout, (2003), na Irlanda do Norte analisou os dados mensais do certificado de óbito causado por IAM entre o período de 1979 a 1998, os resultados demonstraram que a baixa temperatura foi associada com maiores taxas de mortalidade por IAM. Resultado semelhante ao estudo foi encontrado por Arntz *et al.*, (2000) em Berlim, entre 1987-1991, que demonstram acentuadas variações na ocorrência de morte por IAM com picos nos meses de inverno, correspondendo a uma diferença relativa de 18,7% ao verão.

Dilaveris *et al.*, (2006), em Atenas, onde tem invernos suaves e úmidos e verões quentes e secos, no ano de 2001, pesquisaram o impacto das variáveis meteorológicas sobre as mortes diárias e mensais causadas por IAM. Para este estudo, utilizaram os dados da declaração de óbito e os dados diários da temperatura, pressão atmosférica e umidade relativa do ar. No ano pesquisado teve o registro de 3.126 óbitos, a variação sazonal no número de mortes foi significativa, com óbitos diários por IAM no inverno, sendo 31,8% maior do que no verão, a variação mensal foi mais evidenciada para as pessoas com idade superior a 75 anos.

A maior parte da literatura científica apresenta estudos e resultados que correlacionam DCV com variáveis meteorológicas foram realizados no hemisfério norte, tendo evidenciado, em sua maior parte, aumento na incidência de eventos cardiovasculares durante o inverno. No entanto, em áreas do mesmo hemisfério, com

diferenças de latitude e clima, verificaram-se alguns resultados conflitantes. Assim, o estudo Heyer; Teng; Barris, (1953), em Dallas (Texas, EUA), durante os anos 1946 a 1951, analisou a frequência sazonal e mensal de ocorrência em uma série de 1.386 casos de IAM. A maior frequência de ocorrência da doença foi encontrada em julho e agosto, durante os meses de verão e o menor número de casos nos meses de inverno (HEYER; TENG; BARRIS, 1953).

Estudos como os de Basu; Ostro (2008) e Lin *et al.*, (2009) demonstram que o aumento da temperatura e extremos climáticos, como as ondas de calor influenciam na incidência de casos de DCV.

No Estado da Califórnia, Estados Unidos da América, Basu; Ostro (2008) avaliaram específicas causas, e subgrupos vulneráveis à mortalidade relacionada à temperatura ambiente, para os meses mais quentes entre 1999-2003. Foram incluídos 248.019 óbitos, onde 41 % dessas mortes foram classificadas como DCV. A cada aumento de 10 graus (Fahrenheit) na temperatura média no mesmo dia correspondeu a um aumento de 2,2% na mortalidade por DIC (intervalo de confiança de 95% = 1,0% - 3,6%). Também nos EUA, em Nova York, Lin *et al.*, (2009), investigaram os efeitos da temperatura na hospitalização por DCV, entre 1991 e 2004, cujos resultados demonstraram que a cada 1 °C acima de 28.9 °C aumenta em 1.4 % a 3.6 % nas internações por DCV.

No Brasil, na cidade de São Paulo, o trabalho Sharovsky; César (2002) demonstra de modo consistente um aumento da mortalidade por IAM durante o inverno e sua correlação com a temperatura ambiente, eles estudaram a variação sazonal da mortalidade por IAM, na cidade de São Paulo, durante 12 meses (de dezembro de 1996 a novembro de 1997). Um total de 5.615 mortes por infarto do miocárdio foi incluído no estudo. Os autores identificaram que a taxa de mortalidade durante o inverno foi sempre maior que durante o verão, independente da idade e do sexo.

Resultado similar encontrado por Murara *et al.*, (2012), que investigou a relação entre clima e doenças cardiocirculatórias que se desenvolvem e/ou se agravam sob determinados tipos de condições atmosféricas nos residentes de Presidente Prudente, SP, Brasil, durante o período 2000-2007. Nesse estudo, os pesquisadores relacionaram as respostas dos organismos humanos à variabilidade das condições atmosféricas. Os resultados apontaram para uma maior concentração de óbitos nos meses de inverno em dias com maior amplitude térmica e baixa umidade relativa do ar.

Observa-se que as condições ambientais têm influência na DCV, onde respostas comportamentais e fisiológicas às mudanças sazonais modulam a susceptibilidade à sazonalidade da doença. As ações e reações físicas humanas tendem a provocar aumento ou diminuição da temperatura interna (SETTE; RIBEIRO, 2011). Com exposições ao frio ocorre a vasoconstricção (contração dos vasos sanguíneos) do sistema circulatório e quando há exposição corporal ao calor, ocorre à vasodilatação (dilatação dos vasos sanguíneos) (TORTORA, 2000).

## **2.3 Biometeorologia**

Desde os tempos de Hipócrates na Grécia antiga, a influência do ambiente sobre os processos fisiológicos no corpo humano foi considerada de existir. A biometeorologia humana teve origem na interdisciplinaridade entre a meteorologia e a medicina e está diretamente ligada à geografia, à epidemiologia e à saúde ambiental, relacionando a influência do ambiente físico na ocorrência de doenças (SETTE; RIBEIRO, 2011). Na atualidade, o progresso no conhecimento da estatística, da física, da meteorologia e da fisiologia no decorrer deste século contribuíram para que a biometeorologia se tornasse uma ciência reconhecida, procurando entender a relação do organismo dos seres vivos com o ambiente, no qual está inserido (HOPPE, 1997).

No primeiro Simpósio Internacional de Biometeorologia realizado em Paris, em agosto de 1956, oficialmente a biometeorologia foi reconhecida como ciência. Da década de 60 datam os primeiros resultados científicos publicados, no jornal internacional de biometeorologia, que tratavam de assuntos ligados à transmissão de doenças através de mosquitos devido à intensa precipitação (AZEVEDO, 2010).

Como nosso estudo busca a relação entre o ambiente, através das variáveis meteorológicas e óbitos por DCV no MRJ, cabendo ressaltar a importância da biometeorologia para a área especificamente urbana.

### **2.3.1 Biometeorologia Urbana**

As áreas urbanas podem experimentar temperatura ambiente mais quente do que áreas rurais, num fenômeno conhecido como o efeito de ilha de calor. A causa primária

é o ambiente construído, que absorve e armazena mais calor do que paisagens naturais. A segunda causa é o calor de resíduos gerado por processos de combustão em sistemas de transporte e na indústria (MILOJEVIC *et al.*, 2016).

A relação do ambiente com a saúde humana em áreas urbanas é definida como biometeorologia urbana, podendo ser considerada uma ciência antiga, pois já na Grécia antiga havia preocupações sobre fenômenos biometeorológicos urbanos, como também as respostas fisiológicas do corpo humano ao estresse térmico urbano (SILVA; RIBEIRO; SANTANA, 2014).

Os estudos da influência do clima sobre a vida da população urbana tem sido de grande interesse, objetivando o planejamento das cidades em prol da melhoria da qualidade de vida humana, com objetivo de minimizar a influência negativa e variações do clima, provocadas por causas naturais ou antropogênicas, nas cidades, que também são afetadas pela presença de poluição atmosférica, ilha de calor, inundações, dentre outras (MENDONÇA; MONTEIRO, 2003).

Um dos principais fatores que influencia diretamente a relação clima-saúde é a urbanização, contudo são poucos os estudos sobre a relação entre alterações climáticas nas áreas tropicais e a saúde da população em áreas urbanas. Cabe ressaltar que doenças cardiovasculares e respiratórias, podem ser causadas pela poluição atmosférica e condições meteorológicas, atingindo principalmente determinados grupos da população, como idosos e crianças (SOBRAL, 2005).

De uma perspectiva de saúde, residentes urbanos são particularmente mais vulneráveis, especialmente durante eventos meteorológicos extremos, como exemplo temperaturas extremas, proporcionando um desconforto térmico humano devido à alta temperatura em relação à capacidade do organismo para manter uma temperatura confortável, podendo de forma direta e indireta levar ao óbito (SALMOND *et al.*, 2016).

## **2.4 Conforto Térmico**

O estado de conforto térmico é entendido como o nível de satisfação das pessoas no ambiente. Ele é influenciado por aspectos físicos, tais como as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade, ventos e radiação, precipitação) e pelas variáveis fisiológicas e psicológicas dos indivíduos, que variam em função da idade, peso, gênero e condições de saúde (SETTE; RIBEIRO; SILVA, 2012).

As condições ambientais são capazes de proporcionar sensação de conforto térmico e variam de acordo com as características climáticas da região onde os indivíduos vivem (TOY; KANTOR, 2016). Assim, pessoas acostumadas a viver em locais com elevada temperatura têm um limite de tolerância ao calor maior e vice-versa (FROTA; SCHIFFER, 2001). É conhecida a capacidade dos seres vivos de se adaptarem ao longo dos tempos em regiões geladas como o Ártico, ou em regiões equatoriais, como na floresta Amazônica, e áridas, como os Andes. No entanto, o sucesso dessas adaptações por vezes é interrompido por mudanças, que excedem a capacidade dos humanos se adaptarem (AZEVEDO, 2010). Observa-se que, em geral, durante o verão em regiões com temperaturas elevadas a mortalidade é menor do que em regiões onde ocorrem ondas de calor intermitentes (FROTA; SCHIFFER, 2001).

Cabe ressaltar que o ser humano é homeotérmico, ou seja, possui a característica de manter a temperatura do corpo constante, entre 36°C e 37°C com limites extremos de 32°C a 42°C (MUTHERS; MATZARAKIS; KOCH, 2010). Abaixo desses valores mínimos há hipotermia e mecanismos de controle são acionados, como a vasoconstrição, arrepios, aumento da taxa metabólica, na tentativa de se elevar a temperatura corporal. Essas são respostas de curto prazo, respostas mais longas, com o aumento dos depósitos de gordura, gordura subcutânea e outros mecanismos. Para o caso de hipertermia, acima de 37°C, temos o suor e a vaso dilatação. Portanto, o conforto se dá quando nenhum desses mecanismos foi acionado, gerando um estado de neutralidade (SETTE; RIBEIRO, 2011).

#### **2.4.1 Termorregulação**

O corpo tem a capacidade de regular a temperatura de forma autonômica. A regulação é conduzida principalmente pelo cérebro, especialmente, a área pré-óptica no hipotálamo que é abundante em neurônios termossensíveis que excitam as regiões cerebrais envolvidas no mecanismo de perda de calor e enviam sinais inibidores àquelas envolvidas em mecanismos de produção de calor. A energia térmica produzida pelo organismo humano é obtida de reações químicas internas, sendo a mais importante a combinação do carbono, introduzido no organismo sob a forma de alimentos, com o oxigênio, extraído do ar pela respiração (SCHLADER, 2015).

Quando as condições ambientais proporcionam perdas de calor do corpo, além das necessárias para a manutenção de sua temperatura interna constante, o organismo humano reage por meio de seus mecanismos automáticos, buscando reduzir as perdas e aumentar as combustões internas. Quando as perdas de calor são inferiores às necessárias para a manutenção de sua temperatura interna constante, o organismo reage por meio de seus mecanismos automáticos, proporcionando condições de troca de calor mais intensa entre o organismo e o ambiente e reduzindo as combustões internas (MARCHETTI; CAPONE; FREDA, 2016).

Por intermédio de seu aparelho termorregulador, a manutenção da temperatura interna do organismo humano é relativamente constante, em ambientes cujas condições térmicas são variadas, através de alguns mecanismos de controle que comandam a redução dos ganhos ou o aumento das perdas de calor (VAN SOMEREN *et al.*, 2016). A termorregulação, apesar de ser o meio natural de controle da temperatura corporal pelo organismo humano, representa um esforço extra e, por conseguinte, uma queda de potencialidade de trabalho. A sensação de conforto térmico ocorre quando o organismo humano perde ou ganha calor para o ambiente, sem recorrer a nenhum mecanismo de aclimatização, no qual o calor produzido pelo metabolismo é unicamente compatível com sua atividade (FROTA; SCHIFFER, 2000).

A termorregulação humana é conseguida através de respostas autonômicas e comportamentais. Respostas autonômicas ocorrem através da neutralização térmica, provocando a perda de calor ou ganho e as comportamentais dizem respeito aos comportamentos que favorecem a homeotermia, como exemplo o aquecimento através de vestimentas ou aglomerações. (SCHLADER, 2015).

O corpo humano é afetado pelo ambiente, que é influenciado por diversos fatores, como a temperatura do ar e a umidade do ar circundante, que afetam sua capacidade de arrefecer o corpo através da transpiração (HANNA; TAIT, 2015). Observa-se que as condições meteorológicas podem modificar a percepção térmica. Assim, a análise da relação entre as condições ambientais e a mortalidade da população deve incluir parâmetros meteorológicos aqui apontados, bem como parâmetros fisiológicos do corpo humano, pois a aclimação é influenciada por diferentes fatores, por exemplo, a idade (MUTHERS; MATZARAKIS; KOCH, 2010).

A termorregulação humana é um dos principais componentes do mecanismo de enfrentamento humano para suportar variações na exposição aos extremos ambientais. Porém, já é conhecido o potencial devastador do impacto da exposição ao calor e ao frio

extremo, que tem atraído considerável atenção na área da saúde, pois pode exceder a capacidade do ser humano se adaptar fisiologicamente (HANNA; TAIT, 2015).

#### **2.4.2 Termotolerância**

A capacidade do corpo e suas estruturas celulares para suportar o calor que excede a temperatura ideal de desempenho humano são conhecidas como termotolerância. Os termos térmicos e tolerância do calor no contexto mais amplo de saúde pública são utilizados para obter a resposta do indivíduo no ambiente térmico, incluindo a capacidade de trabalhar e encontrar conforto térmico (MOSELEY, 1997).

Nos meses que se apresentaram mudanças bruscas da temperatura (máxima e mínima) e aumento da amplitude térmica, as taxas dos óbitos aumentaram, evidenciando a relação entre os óbitos e o extremo térmico (XU *et al.*, 2016). Mudanças bruscas representam riscos para as doenças do aparelho circulatório, pois o indivíduo fica vulnerável às enfermidades, quando fora da zona do conforto térmico. Cabe ressaltar que o sistema cardiovascular desempenha um papel crucial na termorregulação humana. Assim, a DCV pode degradar a capacidade de termorregulação durante a exposição ao extremo térmico (ZHANG *et al.*, 2016).

Por isso, se faz importante analisar quais as condições atmosféricas que mais contribuem para o conforto humano.

#### **2.5 Sistema Cardiovascular**

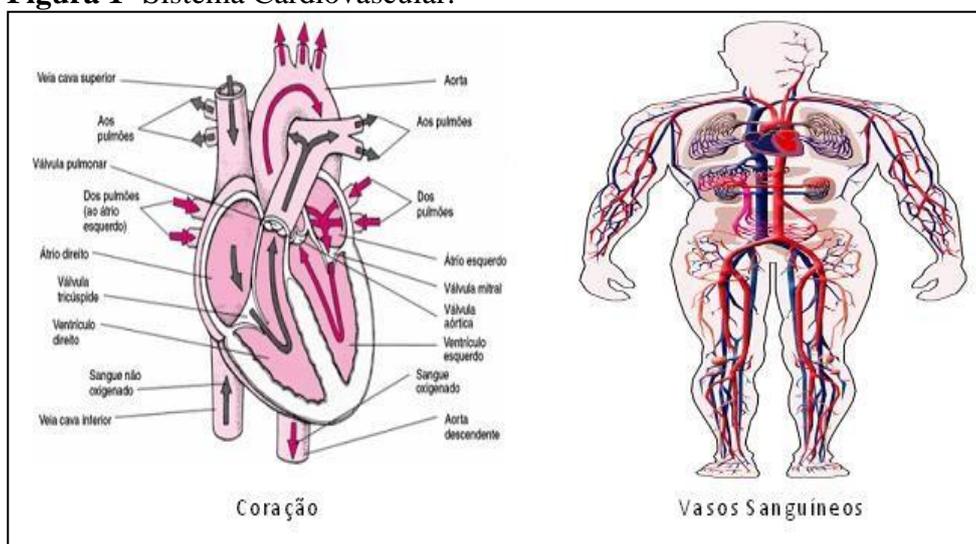
Segundo a OMS (2015) a DCV é a principal causa de morte em todo o mundo. A cada ano mais pessoas vêm a óbito por DCV do que por qualquer outra causa de morte. Mais de três quartos das mortes por DCV ocorrem em indivíduos de baixa e média renda, onde muitas vezes não são beneficiados por programas de cuidados primários integrados para a detecção e tratamento precoce das pessoas expostas a fatores de risco (OMS, 2015).

O sistema cardiovascular ou sistema circulatório proporciona sangue oxigenado aos órgãos, tecidos e células através da circulação sistêmica, onde o oxigênio que é inspirado chega ao sangue e o dióxido de carbono é liberado do sangue através da circulação pulmonar (PubMed Health, 2016). O Sistema Circulatório é formado por um

conjunto de órgãos responsáveis pela distribuição de nutrientes para as células e coleta de suas excretas metabólicas para serem eliminadas por órgãos excretores (OPIE, 2004). Esse sistema transporta o sangue pelos tecidos, levando oxigênio, nutrientes, hormônios, fatores de coagulação, células de defesa e calor, já o gás carbônico e catabólitos produzidos pelas células são recolhidos e conduzidos aos locais onde são eliminados (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008).

Cada órgão do sistema cardiovascular desempenha funções específicas. O coração é o órgão responsável pela propulsão do sangue. As artérias e os vasos eferentes têm a função de levar o sangue do coração para os órgãos e os tecidos, conduzindo oxigênio e nutrientes na circulação sistêmica. Nos capilares e túbulos delgados ocorre o intercâmbio metabólico entre o sangue e os tecidos. As veias e os vasos aferentes levam o sangue de volta ao coração, trazendo CO<sub>2</sub> e dejetos dos tecidos na circulação sistêmica e sangue oxigenado na circulação pulmonar (HEALTHLINE MEDIA, 2015) (FIGURA 1).

**Figura 1-** Sistema Cardiovascular.



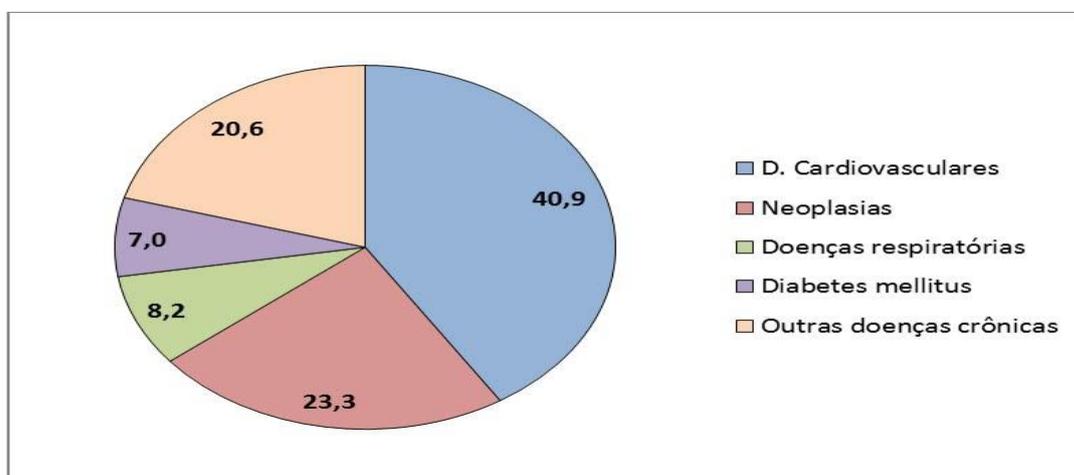
**Fonte:** Netter (2000).

## 2.6 Doenças Cardiovasculares

As DCV afetam o coração ou vasos sanguíneos e decorre da combinação de vários fatores, tais como estilo de vida e alimentação entre outros, sendo os indivíduos idosos mais vulneráveis (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

Nas últimas décadas houve mudança no perfil de mortalidade da população, onde cresceu o predomínio das doenças e mortes devido às doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como das doenças circulatórias e neoplasias (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006). As DCNT são a principal causa de mortalidade na maioria dos países do mundo e também no Brasil. Em 2015, observou-se que 72,6% do total de óbitos registrados no país ocorreram por doenças crônicas não transmissíveis (DCNT). Como mostra a **FIGURA 2**, dentre esses, 40,9% foram devido às DCV (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2015).

**Figura 2** - Distribuição dos óbitos, por DCNT no Brasil, em 2015.



**Fonte:** A partir de Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/SVS/MS (2015).

São inúmeros os fatos que podem estar relacionados com a importância cada vez maior dessas doenças. Parte pode ser devido ao envelhecimento da população, sobrevivência das doenças infecciosas e a incorporação de novas tecnologias com diagnóstico mais precoce das doenças (WILMOT, *et al.*, 2015). Maiores taxas de mortalidade por DCV em idosos são esperadas, pois tem como principal causa a aterosclerose que tem progressão lenta, acarretando no aparecimento de doenças em grande parte na vida adulta e principalmente no idoso (OTINIANO, *et al.*, 2003).

São consideradas DCV, pela classificação internacional de doenças (CID-10) dos códigos I00 a I99, destacando-se, principalmente: doenças isquêmicas do coração, doenças hipertensivas, doenças cerebrovasculares, doenças das artérias, das arteríolas e capilares (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

O Ministério da Saúde (2006) relaciona fatores considerados como de risco para DCV, que estão relacionados ao comportamento ou de estilo de vida das pessoas, tais como: história familiar de DAC prematura (familiar 1º grau sexo masculino <55 anos e sexo feminino <65 anos), homem >45 anos e mulher > 55 anos, tabagismo, hipercolesterolemia (LDL-c elevado), hipertensão arterial sistêmica, diabetes melito, obesidade (IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>), gordura abdominal, sedentarismo, dieta pobre em frutas e vegetais e estresse psicossocial, todavia não aborda a relação com os fatores do meio físico. Outros estudos mostram a existência de fatores ambientais, que podem aumentar a morbidade e mortalidade da população por doenças do aparelho circulatório (STEWART, 2017).

As DCV são influenciadas pela pressão arterial, cuja sua variação é influenciada pelas amplitudes térmicas. A exposição ao frio resulta no processo de contração dos vasos sanguíneos (vasoconstrição) do sistema circulatório elevando a pressão arterial. Quando ocorre exposição corporal ao calor, ocorre o processo de dilatação dos vasos sanguíneos (vasodilatação) do sistema circulatório. Além da vasodilatação, durante as altas temperaturas, o corpo perde muito líquido e sais minerais. Quando essas perdas não são adequadamente repostas, há dificuldade no funcionamento do organismo, que resulta em desidratação e queda de pressão arterial (TANSEY; JOHNSON, 2015).

Os elementos ambientais como temperatura, precipitação, umidade do ar não são os únicos responsáveis pelo desencadeamento de enfermidades. Todavia, quando vinculados fatores de riscos ligados ao estilo de vida (dieta e obesidade, exercícios físicos, tabagismo, às características físicas, psicológicas e socioculturais), pode haver contribuição para o agravamento da enfermidade e incremento do óbito.

### **2.6.1 Doenças Isquêmicas do Coração**

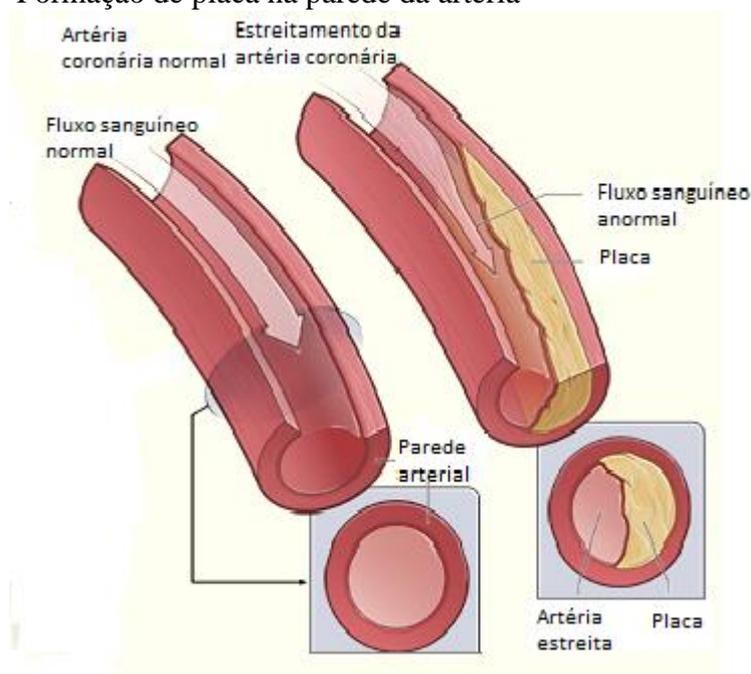
Segundo a Classificação Internacional de Doenças (CID 10), as DIC correspondem aos códigos referentes ao I20 a I25, de modo que o I20 (Angina Pectoris) I21 (infarto agudo do miocárdio), I22 (infarto do miocárdio recorrente), I23 (Algumas Complicações Atuais Subsequentes ao Infarto Agudo do Miocárdio), I24 (Outras

Doenças Isquêmicas Agudas do Coração) e I25 (Doença Isquêmica Crônica do Coração) (DATAUS, 2008).

As DCV são as principais causas de morte em todas as regiões geoeconômicas brasileiras e atualmente constituem-se um dos mais importantes problemas de saúde pública nacional (MANSUR; FAVARATO, 2016). No MRJ, dentro do grupo das DCV, as DIC são as que mais levam a óbito (DATASUS, 2017).

A DIC acontece quando parte do revestimento liso, elástico dentro de uma artéria coronária (as artérias que fornecem sangue para o músculo cardíaco) desenvolve aterosclerose (LOSCALZO, 2014). Com a aterosclerose, o revestimento da artéria torna-se endurecido, enrijecido e inchado com depósitos de cálcio, de gordura e de células inflamatórias anormais, formando uma placa, fazendo com que o fornecimento de sangue do coração seja bloqueado ou interrompido por um acúmulo de substâncias gordurosas nas artérias coronárias (**FIGURA 3**). Conseqüentemente, ocorre um desequilíbrio entre a oferta e a demanda de oxigênio do miocárdio (PESARO; SERRANO JR.; NICOLAU, 2004). Essa situação, se não revertida precocemente, compromete significativamente a qualidade de vida e sobrevivência, piorando o prognóstico dos pacientes acometidos (PIEGAS *et al.*, 2009; O'GARA *et al.*, 2013).

**Figura 3** - Formação de placa na parede da artéria



Fonte: [www.nhlbi.nih.gov](http://www.nhlbi.nih.gov)

### **3 HIPÓTESE**

Os elementos climáticos e as mudanças ambientais interferem de forma direta ou indireta na saúde humana, resultando no aumento de várias doenças, e até mesmo no aumento da mortalidade. Esta pesquisa constitui um estudo da influência das variáveis meteorológicas na saúde humana, especificamente na DIC.

Dessa forma, o estudo parte da seguinte hipótese: Há associação entre variáveis meteorológicas e a mortalidade por DCV na população do MRJ.

#### **4 JUSTIFICATIVA**

Segundo a OMS (2016) as DCV causam anualmente 17,3 milhões de mortes no mundo e estima-se que até 2030, esse número suba para 23 milhões de óbitos anualmente. No MRJ, dentre todos os grupos de doenças, as DCV, são as que mais levam a óbito, sendo responsável por 15.812 óbitos no ano de 2015 (DATASUS, 2017). É interessante para o sistema de saúde municipal conhecer o perfil da doença e dos respectivos óbitos, bem como dos elementos que influenciam em sua ocorrência. Estudos científicos apresentam a fisiologia, o estilo de vida e o ambiente onde a pessoa vive como sendo determinantes da doença em estudo. O clima e as variáveis meteorológicas são elementos de exposição que podem influenciar na ocorrência da DCV.

Especificamente, no MRJ são necessários trabalhos que analisam a existência da associação das doenças com as condições atmosféricas. Cabe ressaltar que as DCV são multifatoriais e as variáveis meteorológicas influenciam o organismo humano, podendo atuar como desencadeador para a doença.

Neste contexto esta pesquisa pretende contribuir para que os gestores da saúde possam aprimorar o conhecimento sobre a DVC na da população do Município do Rio de Janeiro, por meio da identificação da distribuição temporal e geográfica e da sazonalidade e da influência das variáveis meteorológicas na mortalidade por DCV.

## **5 OBJETIVO**

Analisar se há associação entre variáveis meteorológicas (umidade relativa do ar, temperatura do ar máxima, mínima e pressão atmosférica) e taxas de mortalidade por DIC na população residente do MRJ.

### **5.1 Objetivos específicos**

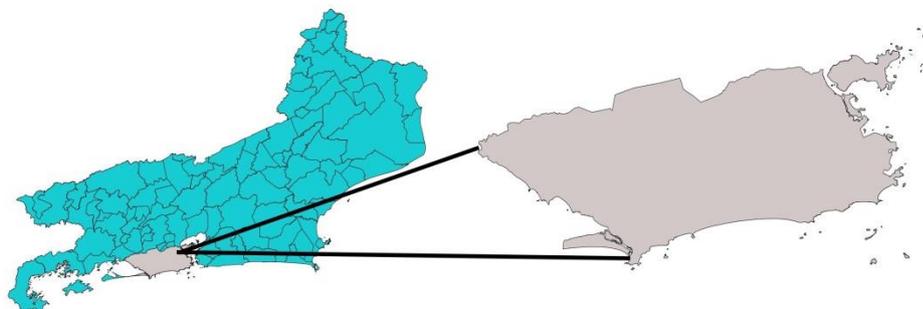
- Construir uma climatologia (comportamento da temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar) para o MRJ no período de 2002 a 2015.
- Identificar a distribuição temporal e geográfica das taxas de mortalidade por DIC no MRJ durante o período de 2000 a 2015.
- Identificar se há associação entre a variabilidade dos elementos climáticos e a taxa de mortalidade pela doença na população em estudo.

## 6 MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 Caracterização da área de estudo

A região pesquisada é o MRJ localizado na região sudeste do Brasil, na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. O Município está situado a 22°54'23" de latitude sul e 43°10'21" de longitude oeste. Ao norte, limita-se com vários Municípios do Estado do Rio de Janeiro, como Duque de Caxias, Itaguaí, Seropédica, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu e São João de Meriti (**FIGURA 4**). É banhado pelo oceano Atlântico ao sul, pela Baía de Guanabara a leste e pela Baía de Sepetiba a oeste, sendo suas divisas marítimas mais extensas que as terrestres (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2009).

**Figura 4** – Localização do Município do Rio de Janeiro no Estado do Rio de Janeiro.



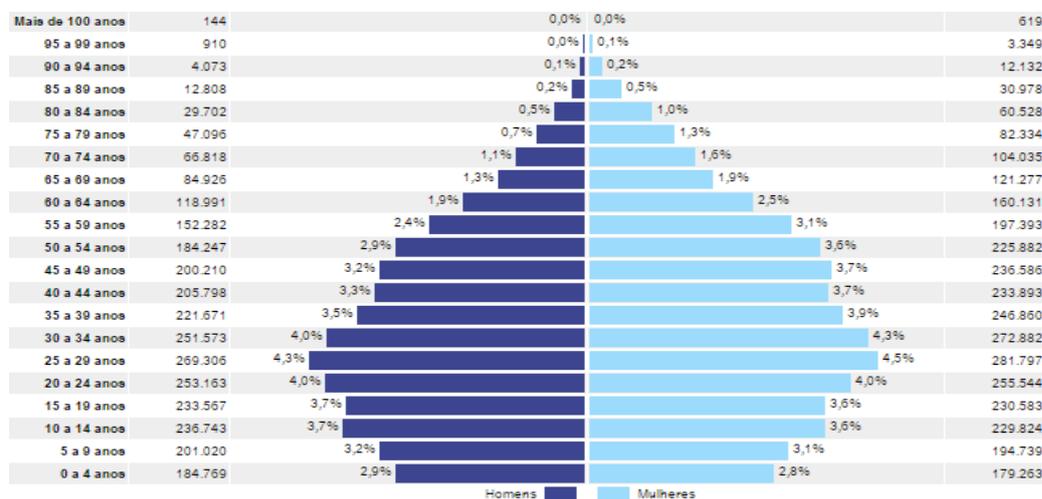
Fonte: A partir de <http://www.agenciario.com>

Fundada em 1º de março de 1565, a cidade é considerada a segunda maior mancha urbana do Brasil, sendo 70,7% urbanizada e um dos maiores centros econômicos e culturais da América do Sul (AGÊNCIA RIO, 2016). A cidade está inserida na região metropolitana, com 11.835.708 habitantes, que é a segunda maior conurbação do Brasil (IBGE, 2010).

A população da cidade do Rio de Janeiro em 2010, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) era de 6.320.446 habitantes, o que correspondia a

(39,5% da população estadual) (**Tabela 1**). Sendo que 46,8% dos habitantes eram homens e 53,1% mulheres. A faixa etária com maior proporção foi a de 25 a 29 anos, com 9,1% do total da população, como mostra a **Figura 5**.

**Figura 5** - Distribuição da população por sexo, segundo os grupos de idade, no Município do Rio de Janeiro.



Fonte: IBGE (2010).

O MRJ possui alta densidade populacional (**Tabela 1**), com população estimada para 2016, de cerca de 6,5 milhões de habitantes, com extensão territorial de 1.200,179 km<sup>2</sup> e a densidade demográfica de 5.265,82 (hab/km<sup>2</sup>) (IBGE, 2016).

### **Tabela 1 - Dados Demográficos**

População estimada 2016	6.498.837
População 2010	6.320.446
Área da unidade territorial 2015 (km <sup>2</sup> )	1.200,179
Densidade demográfica 2010 (hab/km <sup>2</sup> )	5.265,82

Fonte: A partir de IBGE (2016).

Atualmente, do ponto de vista administrativo, o MRJ é dividido em cinco áreas de planejamento, e composto por 33 Regiões Administrativas (RA) e 161 bairros. A **Tabela 2** apresenta a população da cidade segundo sua distribuição por RA.

**Tabela 2** - População das regiões administrativas do Município do Rio de Janeiro.

Região Adm	População (2010)	Região Adm	População
Zona Portuária	48.664	Irajá	261.442
Centro	41.142	Madureira	351.470
São Cristóvão	84.908	Anchieta	117.543
Paquetá	3.361	Pavuna	108.880
Botafogo	239.729	Jacarezinho	33.829
Copacabana	161.191	Complexo do Alemão	51.715
Lagoa	167.774	Maré	43.909
Rocinha	69.356	Vigário Geral	125.431
Rio Comprido	78.975	Jacarepaguá	648.056
Tijuca	181.810	Barra da Tijuca	336.493
Vila Isabel	189.310	Cidade de Deus	50.411
Santa Teresa	40.926	Bangu	443.645
Ilha do Governador	204.610	Campo Grande	591.482
Ramos	153.177	Santa Cruz	385.682
Penha	144.810	Guaratiba	158.867
Inhaúma	138.472	Realengo	339.278
Méier	463.639		

Fonte: A partir de <http://portalgeo.rio.rj.gov.br>

## 6.2 Climatologia do Município do Rio de Janeiro

O clima do MRJ é do tipo tropical, quente e úmido, com variações locais, devido às diferenças de altitude, vegetação e proximidade do oceano. A temperatura média anual é de 22° C, no verão as médias diárias de temperatura são elevadas (de 30° a 32°) eventualmente suplantando a barreira dos 40 °C em pontos isolados e o volume de precipitação varia de 1.200 a 1.800 mm anuais (IPEA, 2014). A umidade relativa do ar tem médias mensais entre 77% e 80% (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2012).

Entre as características físicas da cidade, a topografia acidentada é extremamente diversa, e marcada pela formação de maciços que apresentam altos graus de

declividade. Entretanto, a forma de relevo mais típica da cidade é a planície, que representa 64% do território municipal, denominada de baixada, possuindo uma variação de altitude que não ultrapassa os 20 metros acima do nível médio do mar. Da área territorial total, aproximadamente 20% encontra-se numa altitude superior a 100 metros (DERECZYNSKI; OLIVEIRA; MACHADO, 2009). As peculiaridades topográficas e atmosféricas da região, somados ao elevado grau de industrialização, tendo como consequência uma grande concentração das fontes de emissão de poluentes, afetam diretamente a dispersão desses poluentes. Adicionalmente, a cidade contém elevado percentual de áreas cobertas por asfalto e concreto, que são superfícies capazes de converter e armazenar a radiação solar (MORAES; MARTON; PIMENTEL, 2005).

O MRJ apresenta elevada variabilidade espacial e temporal dos elementos meteorológicos, pois os maciços florestais, ao alcançarem altitude da ordem de 1.000 metros, influenciam no comportamento da temperatura, ventos, evaporação, nebulosidade e precipitação. Os maciços condicionam a penetração da brisa marinha em direção ao interior, e restringem a disponibilidade da umidade do ar em partes da Zona Norte e Oeste, em contraste com a Zona Sul, onde a brisa marinha atua no arrefecimento do ar (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2016).

### **6.3 Procedimentos Metodológicos**

Este estudo propõe-se a analisar a influência das variáveis meteorológicas na saúde humana, considerando como mais um elemento na multicausalidade envolvida no desencadeamento de doenças cardiovasculares.

Trata-se de um estudo ecológico e de abordagem quantitativa dos óbitos por doenças do aparelho circulatório (CID-10-códigos I00 a I99) nos indivíduos residentes no MRJ, no período de janeiro de 2000 a dezembro de 2015. Os dados são apresentados a partir da estatística descritiva, buscando identificar a classificação da associação entre as variáveis pesquisadas: taxa de mortalidade por doença cardiovascular e variáveis meteorológicas (temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar e pressão atmosférica).

### 6.3.1 Levantamento dos Dados

Inicialmente realizou-se contato com órgãos públicos para a solicitação de dados referentes a doenças cardiovasculares, dentre as quais a DIC.

O levantamento retrospectivo dos dados mensais de saúde foram obtidos a partir do banco de dados do Departamento de Informática do SUS (DATASUS) e na Secretaria Municipal de Saúde do MRJ (SMS-RJ) no período de 2000 a 2015. Os dados das variáveis meteorológicas foram coletados referentes à estação meteorológica situada na Praça Mauá, Rio de Janeiro, através do sítio do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)).

Os dados referentes às populações residentes foram obtidos por meio do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerando gênero e grupos etários. Os dados de população residente por região administrativa foram obtidos no sítio do Instituto Pereira Passos (IPP) (<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>).

### 6.3.2 Dados de Saúde

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos a partir do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), geridos pela SMS-RJ, no período de 2000 a 2015. Os dados epidemiológicos usados foram os óbitos mensais por doenças cardiovasculares, através da SMS-RJ.

O Sistema de informações sobre Mortalidade (SIM) - Secretaria Executiva do Ministério da Saúde se utiliza da 10ª Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID 10). Para a DCV utiliza o código I00-I99, Capítulo IX.

Para escolher as enfermidades, dentro do grupo da DCV, o principal fator foi a alta incidência de óbitos. De acordo com a base de dados do DATASUS (2016), a DIC é o primeiro grupo de causa de morte nos residentes do MRJ. Os códigos da CID 10 referente à DIC são: I20 (Angina Pectoris), I21 (infarto agudo do miocárdio), I22 (infarto do miocárdio recorrente), I23 (Algumas Complicações Atuais Subsequentes ao Infarto Agudo do Miocárdio), I24 (Outras Doenças Isquêmicas Agudas do Coração) e I25 (Doença Isquêmica Crônica do Coração).

Posteriormente optou-se por incluir somente os óbitos na faixa etária acima de 45 anos, pois, segundo Ministério da saúde (2006), um dos principais fatores de risco

para doença cardiovascular é a idade superior a 45 anos. Faixa etária essa (>45 anos) responsável por 96% das mortes por DIC no período estudado 2000-2015, no MRJ.

### **6.3.3 Dados Meteorológicos**

Os dados meteorológicos mensais foram coletados através do sitio do INMET, ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)) da estação: 83743-Rio de Janeiro, RJ. Localizada na Praça Mauá, na latitude: -22,88'S longitude:- 43,18'W, altitude de 11,10 metros em relação ao nível do mar.

Foi realizada a tabulação e a análise dos dados mensais dos elementos meteorológicos (temperatura máxima, temperatura mínima, umidade relativa do ar e pressão atmosférica). Com os dados levantados e tabulados, foi possível organizar e gerar gráficos de distribuição das médias mensais. Ressalta-se que, o recorte temporal foi de 2002 a 2015, devido à falta de dados no período de 2000 a 2001.

## **6.4 Processamento dos Dados**

Após o levantamento dos dados da saúde (óbitos por DIC) e meteorológicos (temperaturas máxima e mínima, umidade relativa do ar e pressão atmosférica) foi realizado o processo de tabulação e tratamento dos dados com a utilização de planilha eletrônica do EXCEL e do software estatístico R. Em seguida, foi construída a climatologia, através da elaboração de gráficos. A ferramenta gráfica utilizada para entender as séries estudadas foi o boxplot. Trabalhou-se com valores máximos, mínimos, medianas, 1º e 3º quartis para representar o comportamento, ao longo do tempo, das variáveis meteorológicas estudadas.

Para ilustração e comparação da distribuição da DIC no MRJ entre o ano de 2000 e 2015, foi feita representação cartográfica dos dados espaciais das taxas de mortalidade/DIC por região administrativa. Para essa ilustração, foi utilizado o software livre “Quantum GIS” (QGIS), versão 2.18.3.

### 6.4.1 Análise Estatística

#### **Cálculo da taxa de mortalidade específica por DIC na população de 45 anos e mais.**

Para o cálculo da taxa de mortalidade por DIC foi utilizado o número total de óbitos mensais, por cem mil habitantes, na população residente no MRJ com 45 anos e mais, no período considerado.

#### **Método de cálculo:**

A taxa de mortalidade foi calculada conforme fórmula abaixo:

$$\text{Taxa de Mortalidade (Mensal)} = \frac{\text{Número total de óbitos por DIC} \geq 45 \text{ anos}}{\text{População} \geq 45 \text{ anos no meio do ano}} \times 100.000$$

Para verificar as associações entre as variáveis meteorológicas e a taxa de mortalidade por DIC, foi feito cálculo de correlação linear simples de Pearson. O período entre 2002 e 2015 apresenta comportamento distinto na taxa de mortalidade ao longo do tempo. Por esse motivo, optou-se por subdividir em três períodos: 2002 a 2006, 2007 a 2011 e 2012 a 2015. Apresentam-se correlações entre a média no período para cada mês, das variáveis meteorológicas (umidade relativa do ar, pressão atmosférica, temperatura máxima e temperatura mínima) e das taxas de mortalidade por DIC (total de óbitos mensais no período/população  $\geq$  45 anos, no meio do período).

Os cálculos de correlação linear simples entre a taxa de mortalidade por DIC e as variáveis meteorológicas foram realizados na escala mensal. A análise de correlação simples analisa a correlação entre duas variáveis, x e y, podendo ser feita com o cálculo do coeficiente de correlação linear de Pearson, r, com a finalidade de medir o grau de correlação entre duas variáveis, isto é, se valores altos (ou baixos) de uma das variáveis implicam em valores altos (ou baixos) da outra variável. O coeficiente de correlação linear de Pearson é dado pela razão entre a covariância simples das duas variáveis e o produto de seus respectivos desvios-padrão, de acordo com a equação:

$$r = \frac{[N(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)]}{\sqrt{[N(\sum X^2) - (\sum X)^2][N(\sum Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

### Correlação Linear de Pearson

**r** - representa o coeficiente de correlação linear.

**N** - representa o número de pares de dados presentes.

$\Sigma$  - somatório.

$\Sigma X$  - somatório de todos os valores X.

$\Sigma X^2$  - indica que se eleva ao quadrado cada valor de X e se soma os resultados.

$(\Sigma X)^2$  - indica que se somam os valores de X e eleva-se o total ao quadrado.

$\Sigma XY$  - indica que se multiplica cada valor de X pelo correspondente valor de Y e somam-se todos esses produtos.

Para determinar os valores da correlação linear r de X e Y, o grau de medida varia de 1,0 (correlação direta/positiva) a -1,0 (correlação inversa/negativa). Quando seu valor é -1, a correlação é inversa ou negativa: os valores altos em uma variável correspondem a valores baixos em outra. Quando seu valor é +1, a correlação é direta ou positiva: valores altos em uma variável correspondem a valores altos na outra. Sendo o valor zero correspondente a ausência de correlação linear. Para avaliar a magnitude da correlação entre as amostras, utilizou-se da proposta de classificação da **Tabela 3**.

**Tabela 3 - Classificação dos valores de correlação.**

r	Classificação
0	Nula
0,00 - 0,30	Fraca
0,30 - 0,60	Média
0,60 - 0,90	Forte
0,90 - 0,99	Fortíssima
1	Perfeita

Fonte: CAVALCANTE (2003).

Utilizou-se também o Coeficiente de Determinação (R) que mede o modo de associação de duas variáveis, ou seja, parcela de Y (variável dependente) que é explicada por X (variável independente), de acordo com a equação:

$$R^2 = r^2$$

Onde:

$R^2$  - Coeficiente de determinação.

$r^2$  - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson.

## 6.5 ASPECTOS ÉTICOS

Os dados epidemiológicos (óbitos por doenças cardiovasculares, dados mensais por região administrativa) foram obtidos de forma secundária e usados exclusivamente para esta pesquisa. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz (CEP/ENSP) obtendo aceite a partir do parecer: 65667917.9.0000.5240.

## 7 RESULTADOS

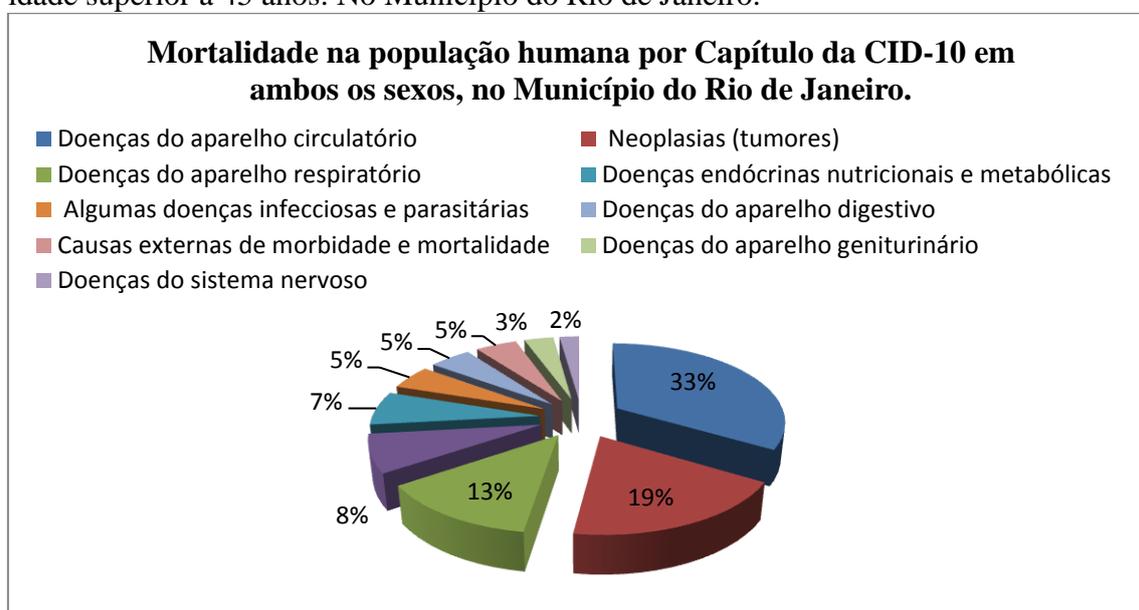
O presente capítulo expõe os resultados da distribuição temporal e geográfica dos óbitos por DIC, bem como a variação sazonal da doença e a análise da correlação entre as variáveis meteorológicas (temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar e pressão atmosférica) e as taxas de mortalidade por DIC.

### 7.1 Perfil dos óbitos por doenças do aparelho circulatório no Município do Rio de Janeiro, no período entre 2000 e 2015.

No período pesquisado, janeiro de 2000 a dezembro de 2015, foram registrados 227.724 óbitos por doenças do aparelho circulatório (DAC) em população com idade superior a 45 anos no MRJ.

As principais causas de óbitos da população no MRJ, no período compreendido entre 2000 e 2015, são as doenças do aparelho circulatório (32,8%), seguidas das neoplasias/câncer (18,4%) e em terceiro lugar as doenças do aparelho respiratório (13,0%), conforme pode ser verificado na **FIGURA 6**.

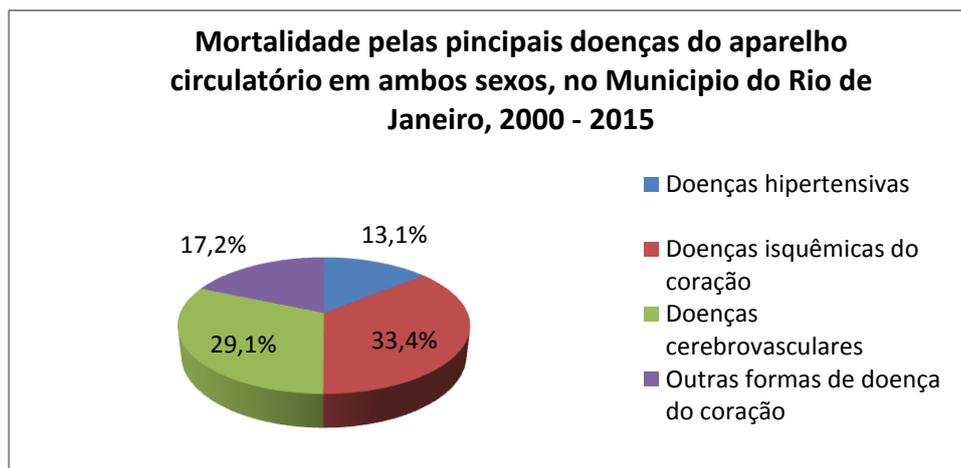
**Figura 6** Principais causas de mortalidade por capítulo da CID-10, 2000-2015, com idade superior a 45 anos. No Município do Rio de Janeiro.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM.

As principais causas de óbito do grupo das doenças do aparelho circulatório (CID I00-I99) são as doenças isquêmicas do coração (33,4%), seguido das doenças cerebrovasculares (29,1 %) e das doenças hipertensivas (13,1%) (**Figura 7**).

**Figura 7** - Mortalidade na população humana pelas principais doenças do aparelho circulatório em ambos os sexos, com idade superior a 45 anos, no Município do Rio de Janeiro, 2000 – 2015.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM.

### 7.1.2 Doenças isquêmicas do coração

No período pesquisado (2000-2015), ocorreram 75.426 óbitos por doenças isquêmicas do coração na faixa etária superior a 45 anos. Como pode ser visto a **Figura 8**, durante o período entre 2000 e 2015, os óbitos por DIC têm variações ao longo do período, sendo o ano de 2001 o ano de maior óbito (4.968) e o ano de 2007 com menor contagem de óbito por DIC (4.436). Nos quinze anos pesquisados, não houve alteração significativa nos números de mortes.

**Figura 8** – Número de óbitos por DIC no período de 2000-2015. MRJ.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM.

Ao observar os resultados apresentados na **Figura 9**, percebe-se que, durante o período do estudo, há uma expressiva queda na taxa de mortalidade por DIC, sendo a maior taxa de mortalidade em 2002 (279,3/100.000 habitantes) e a menor em 2014 (196,1/100.000 habitantes), e ocorre o aumento na taxa de mortalidade no ano de 2015.

**Figura 9** - Taxa de Mortalidade por DIC em ambos os sexos, faixa etária superior a 45 anos no período de 2000 a 2015. MRJ.

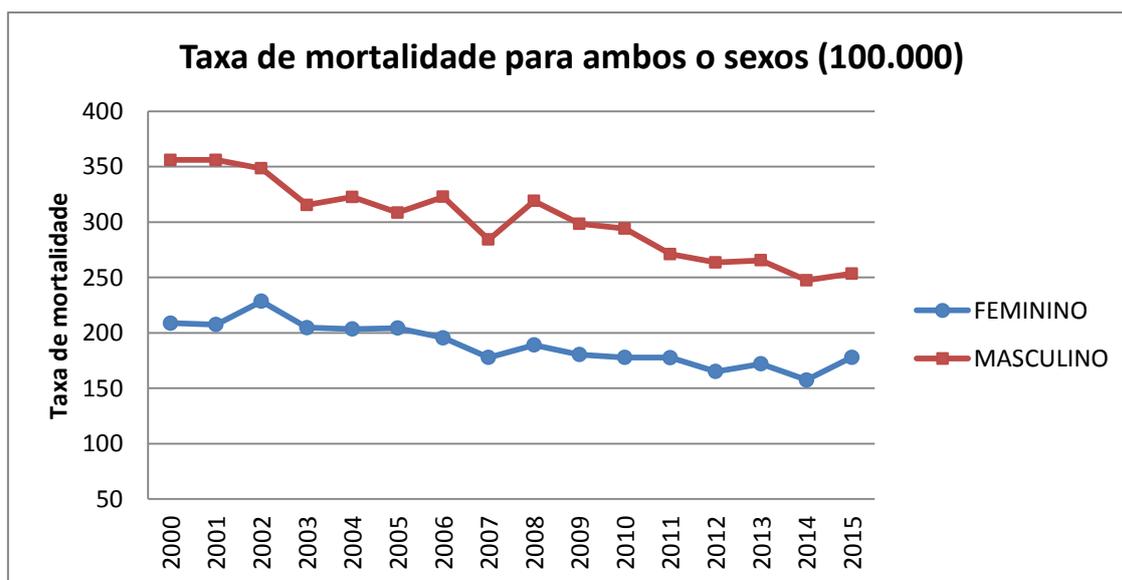


**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/IBGE.

No período estudado ocorre predominância dos óbitos por DIC no sexo masculino (52,5% dos óbitos) em relação ao sexo feminino (47,5 % dos óbitos). A **Figura 10** mostra a distribuição da taxa de mortalidade por DIC entre os sexos. Observa-se, nesse período, que o sexo masculino obteve as maiores taxas em relação ao sexo feminino. Importante ressaltar que ocorre o aumento na taxa de mortalidade para ambos os sexos no último ano pesquisado.

A maior taxa para o sexo masculino foi no ano 2000 (356,1/100.000 habitantes) e a menor no ano 2014 (257,4/100.000 habitantes). Já para o sexo feminino, a maior taxa foi em 2002 (228,5/100.000 habitantes) e a menor taxa também foi encontrada no ano 2014 (157,5/100.000 habitantes) (**Figura 10**).

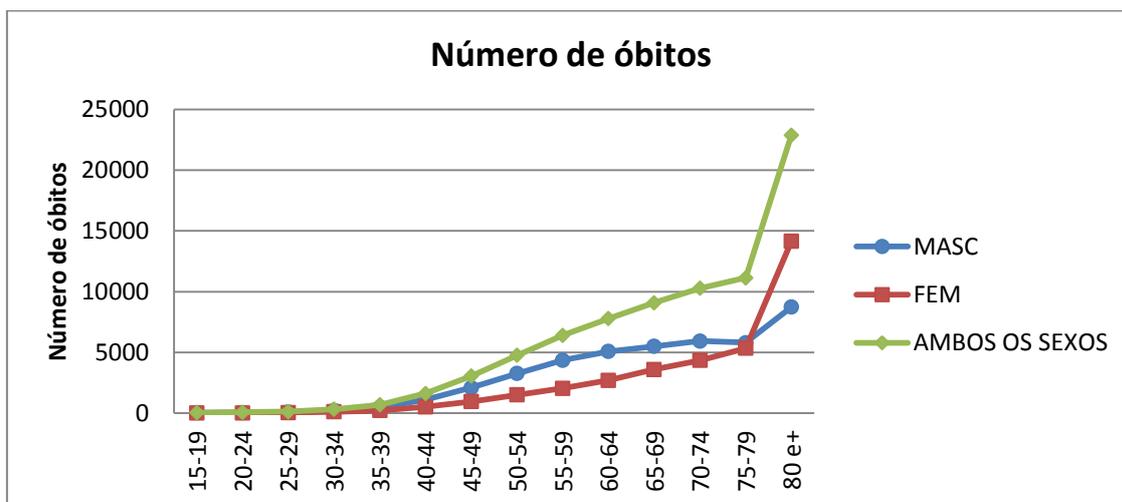
**Figura 10** - Taxa de Mortalidade por DIC, por sexo com faixa etária superior a 45 anos. 2000-2015. Rio de Janeiro.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/IBGE.

A **Figura 11** mostra a crescente mortalidade nos grupos com idades mais avançadas em ambos os sexos. O crescimento é verificado a partir dos 40 anos, chegando ao nível máximo na faixa etária acima de 80 anos. Observa-se que os óbitos na população feminina são inferiores na maioria das faixas etárias, porém maior na população com idade superior a 80 anos.

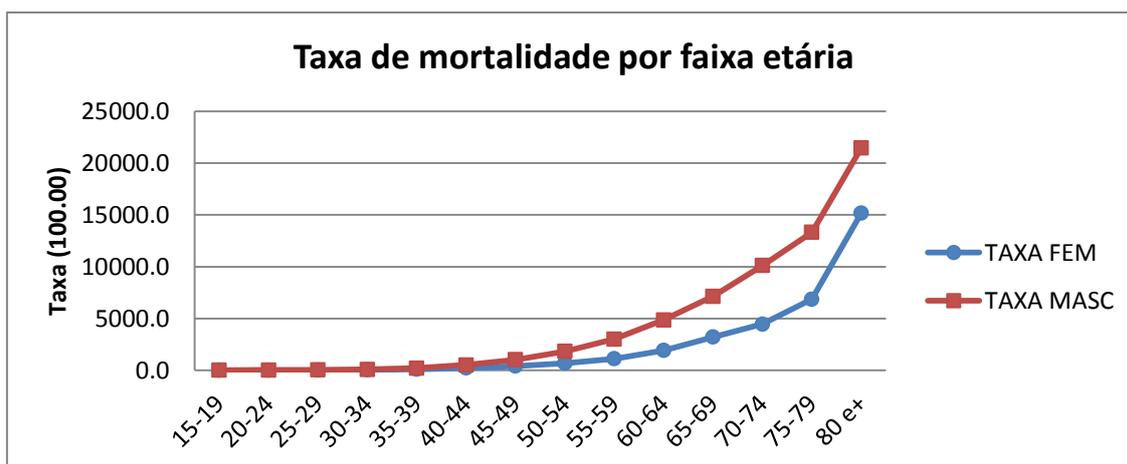
**Figura 11** – Número de óbitos por DIC, por faixa etária e sexo, 2000-2015. Município do Rio de Janeiro.



Fonte: A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM.

Quando realizado o cálculo da taxa de mortalidade para os sexos, como mostra a **Figura 12**, há uma crescente mortalidade para ambos os sexos com o avançar da idade, com maior taxa de mortalidade na faixa etária acima de 80 anos. As taxas de mortalidade por DIC são mais elevadas no sexo masculino em todas as faixas etárias.

**Figura 12** - Taxa de Mortalidade por faixa etária e Sexo, 2000-2015. MRJ.



Fonte: A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/IBGE.

Na **Tabela 4** observa-se que as taxas de mortalidade apresentam um decréscimo em todas as faixas etárias, comparando o ano de 2000 com 2015. Cabe ressaltar o aumento em 2015 em comparação a 2014 para todas as faixas etárias, sendo as faixas etárias mais altas responsáveis pelas maiores taxas de mortalidade.

A maior taxa de mortalidade para faixa etária entre 45-59 anos foi no ano de 2001 (89,5/100.000 habitantes) e a menor no ano de 2014 (62,3 /100.000 habitantes). Para a faixa etária 60-79 a maior taxa de mortalidade foi o ano de 2000 (162,5 /100.000 habitantes) e a menor foi em 2014 (93,1 /100.000 habitantes). Para a faixa etária 70-79 a maior taxa de mortalidade foi o ano de 2002 (308,7 /100.000 habitantes) e a menor foi em 2014 (202 /100.000 habitantes). Para a faixa etária maior que 80 anos, a maior taxa de mortalidade foi o ano de 2002 (1407,3 /100.000 habitantes) e a menor foi em 2014 (840,2/100.000 habitantes).

**Tabela 4** - Taxa de mortalidade por faixa etária (100.000), 2000- 2015. MRJ.

Ano	45-59	60-69	70-79	80 e+
2000	87.9	162.5	277.0	1369.3
2001	89.5	156.3	277.1	1316.6
2002	86.7	163.6	308.7	1407.3
2003	76.7	142.2	277.9	1290.3
2004	72.0	147.8	281.5	1290.7
2005	81.4	136.6	264.6	1235.0
2006	80.4	132.1	292.5	1183.3
2007	73.4	119.5	241.1	1037.4
2008	87.8	123.5	248.3	1082.1
2009	81.3	123.9	253.1	979.5
2010	85.0	114.3	230.5	966.6
2011	82.5	112.6	219.0	876.5
2012	71.6	105.4	219.1	863.3
2013	69.8	106.6	226.0	912.2
2014	62.3	93.1	202.0	840.2
2015	68.5	97.7	211.3	897.0

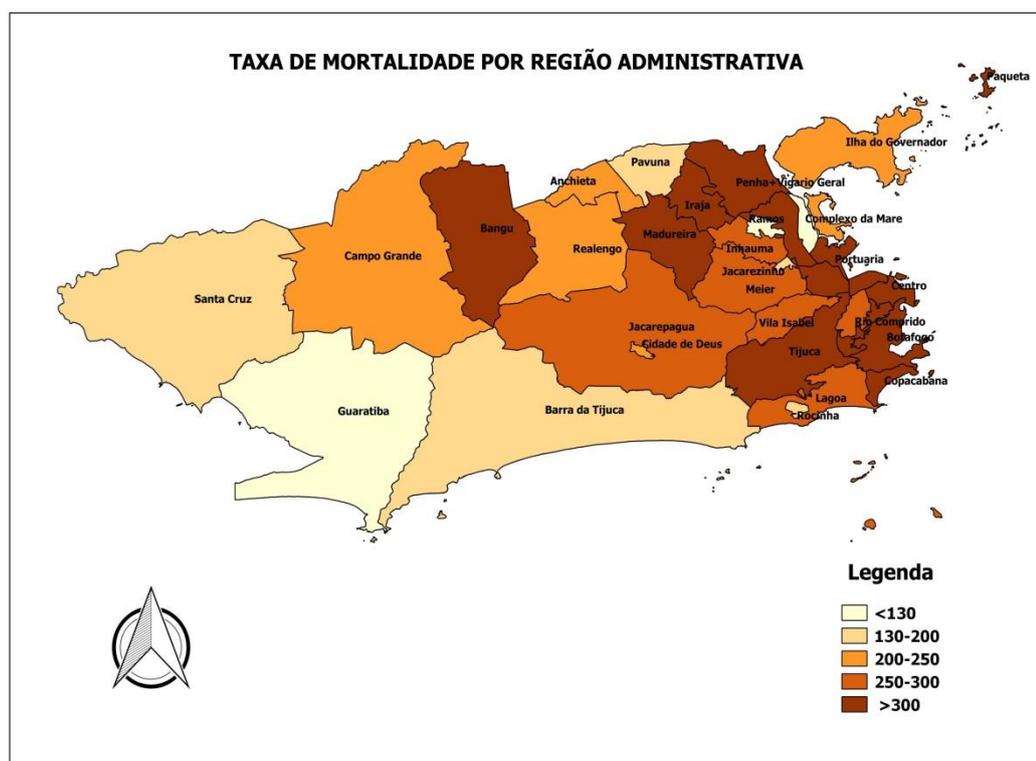
**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/IBGE.

### 7.1.3 Distribuição espacial dos óbitos por doenças isquêmicas do coração nas regiões administrativas (RA) no Município do Rio de Janeiro.

Com a finalidade de comparar a distribuição da DIC no MRJ no ano de 2000 com a do último ano pesquisado 2015, foram elaborados mapas da distribuição dos óbitos por DIC no MRJ.

Para o ano de 2000, analisando a **Figura 13**, as maiores taxas concentram-se nas regiões do centro e norte e na região administrativa de Bangu. A Região Administrativa da Tijuca foi a que apresentou maior taxa de óbito por doenças isquêmicas do coração no Município do Rio de Janeiro. Essa região apresentou uma taxa e mortalidade de 485,5 casos por grupo de 100.000 habitantes. Nesse mesmo ano, a região administrativa do Complexo do Alemão não contabilizou nenhum óbito por DIC. As regiões administrativas que apresentam as menores taxas são Complexo da Maré com 14,9 óbitos por 100.000 habitantes, Guaratiba 118,3 por 100.000 habitantes e Barra da Tijuca com 170 óbitos por 100.000 habitantes.

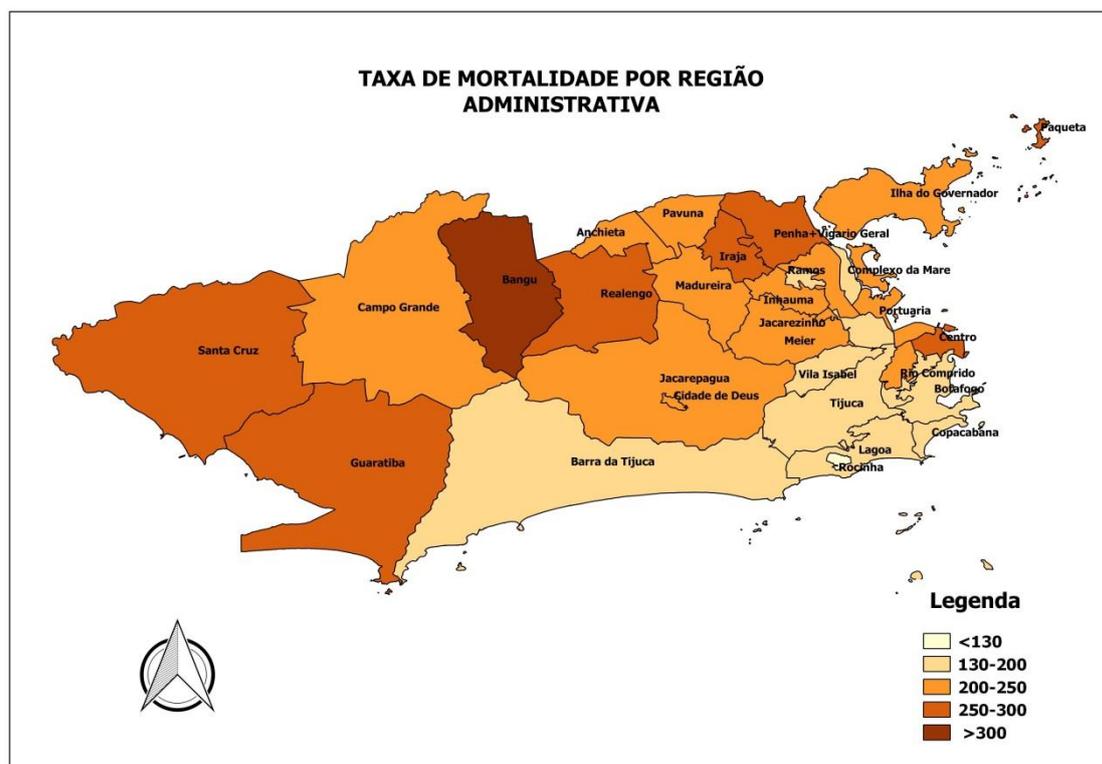
**Figura 13** Distribuição espacial dos óbitos por doenças isquêmicas do coração, no ano de 2000, nas 33 Regiões Administrativas do Município do Rio de Janeiro.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade –SIM/  
<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>.

Para o ano de 2015 analisando a **Figura 14**, verifica-se que Bangu é a Região Administrativa que apresenta maior taxa de óbito por doenças isquêmicas do coração no Município do Rio de Janeiro. Bangu apresentou uma taxa e mortalidade de 366,8 casos por grupo de 100.000 habitantes. Neste mesmo ano, as regiões administrativas que apresentam as menores taxas foram: Rocinha 121 óbitos por 100.000 habitantes, Complexo da Maré 138,8 por 100.000 habitantes, e Complexo do Alemão com 143 óbitos por 100.000 habitantes.

**Figura 14** - Distribuição espacial dos óbitos por doenças isquêmicas do coração, no ano de 2015, nas 33 Regiões Administrativas do Município do Rio de Janeiro.

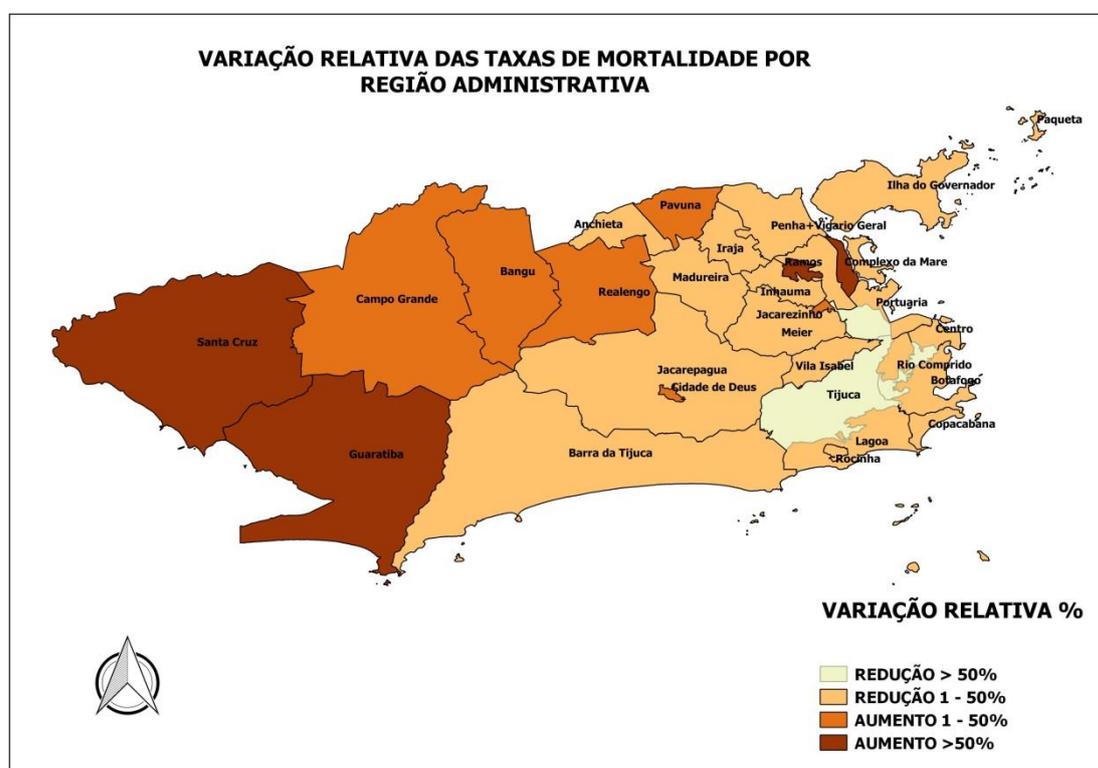


**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/  
<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>.

Ao comparar as taxas de mortalidade do início com o final do período (2000-2015), verifica-se maior queda percentual nas taxas de mortalidade nas regiões administrativas da Tijuca, com uma queda relativa de 61%, São Cristóvão, com queda de 58,7% e Santa Teresa, com queda de 53,1%. Já os maiores aumentos percentuais nas

taxas de mortalidade por DIC, foram encontrados nas regiões administrativas do Complexo da Maré 834,6%, Complexo do Alemão 143,1%, Guaratiba, 135,5% e Santa Cruz 51,6%. Entretanto, observa-se que os resultados apontados para o Complexo da Maré e o do Alemão devem ser lidos com ressalvas, pois no ano de 2000 não foram registrados nenhum caso de óbito no Complexo do Alemão e terem sido registrados apenas três óbitos no Complexo da Maré (**Figura 15**).

**Figura 15** - Variação relativa das taxas de mortalidade por doenças isquêmicas do coração, Comparando os anos de 2000 e 2015, nas 33 Regiões Administrativas do Município do Rio de Janeiro.



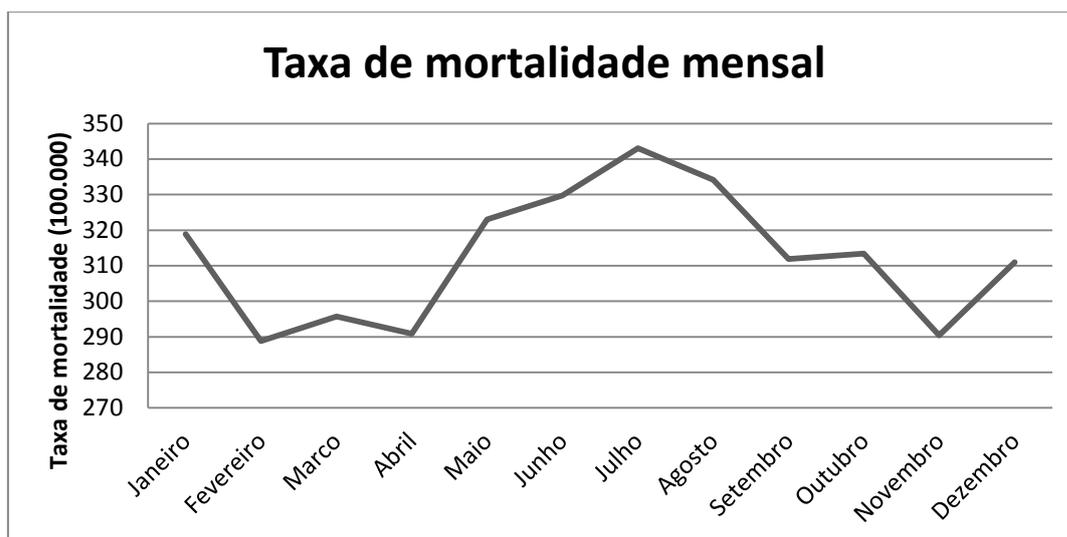
**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/  
<http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br>.

#### 7.1.4 Distribuição mensal das doenças isquêmicas do coração, no período de 2000 a 2015.

Para o período pesquisado, como mostra a **Figura 16**, a maior taxa de mortalidade por DIC (343,1 por 100.000 habitantes) ocorreu no mês de julho e em seguida pelo mês de agosto (334,1 por 100.000 habitantes) e junho (329,8 por 100.000

habitantes). Fevereiro caracteriza-se como o mês com menor taxa de mortalidade (288,8 por 100.000 habitantes), seguida por abril (290,9 por 100.000) e novembro (290,4 por 100.000 habitantes).

**Figura 16** - Taxa de mortalidade total mensal no período 2000 a 2015. Município do Rio de Janeiro.



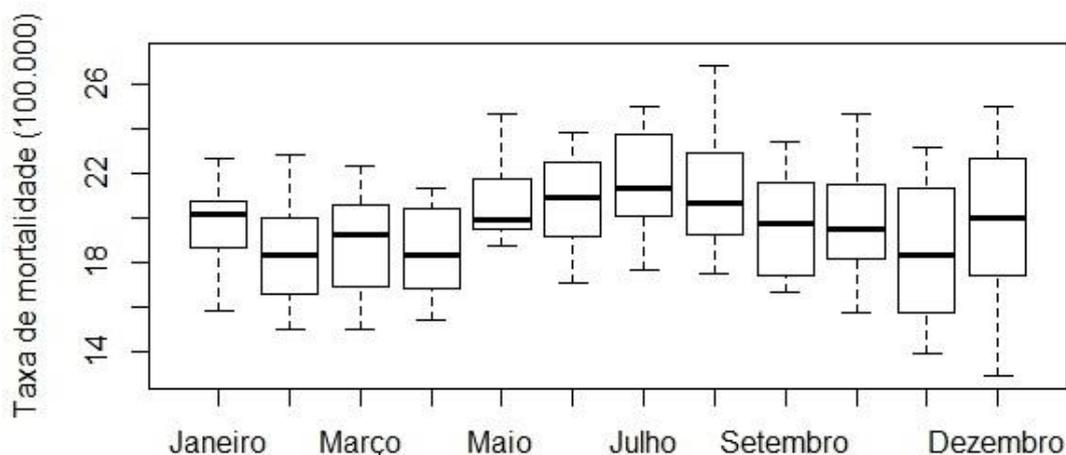
**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/IBGE.

As doenças isquêmicas do coração apresentam-se com evidências de comportamento sazonal (**Figura 17**), ao longo do período analisado. Identificam-se maiores taxas de mortalidade entre os meses de maio a agosto, o que mostra que, durante o período de menor temperatura, há um aumento da taxa de mortalidade por DIC. O inverno foi responsável pela maior taxa de mortalidade (1,007 por 100.000 habitantes) e proporcionalmente por 26,8 % dos óbitos para o período estudado. O verão apresentou taxa de mortalidade (918,7 por 100.000 habitantes) e 24,5% dos óbitos. A primavera teve taxa de mortalidade de 916 óbitos por 100.000 habitantes e 24,4 % dos óbitos no período. O Outono foi a estação com menor taxa de mortalidade (909,6 por 100.000 habitantes) e por 24,2 % dos óbitos.

O mês com menor variabilidade de óbitos no período analisado foi abril e o mês com maior variabilidade foi dezembro. O valor máximo da taxa de mortalidade por DIC no período ocorreu em agosto (taxa de mortalidade 26,8 por 100.000 habitantes). A menor taxa de mortalidade foi encontrada no mês de dezembro (12,9 por 100.000 habitantes), e a maior mediana encontrada no mês de julho (21,3 por 100.000

habitantes). É evidente a maior ocorrência de óbito por doenças isquêmicas do coração nos meses de inverno (**FIGURA 17**).

**Figura 17** - Distribuição das taxas de mortalidade mensais relativa às DIC, 2000-2015. Rio de Janeiro.



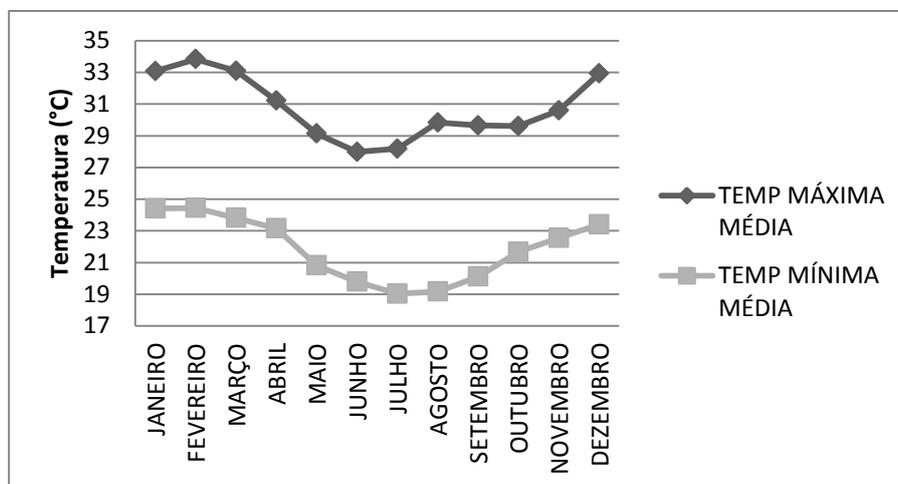
**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM/IBGE.

## 7.2 CLIMATOLOGIA DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO NO PERÍODO 2002-2015.

### 7.2.1 Temperaturas máxima e mínima do ar

A temperatura do ar foi analisada considerando seus valores máximos e mínimos mensais (**Figura 18**). As médias anuais para o período entre 2002 e 2015 foram de 30,8 °C para a temperatura máxima e 21,9 °C para a mínima. Ao avaliar as médias mensais das temperaturas máximas e mínimas, observa-se que no mês de fevereiro ocorreu a maior média de temperatura máxima (39,2 °C), e no mês de julho ocorreu a menor média de temperatura mínima (19,0°C).

**Figura 18** - Ciclo anual das temperaturas máxima e mínima (°C) diárias na estação Praça Mauá (INMET). Valores médios mensais para o período 2002-2015.

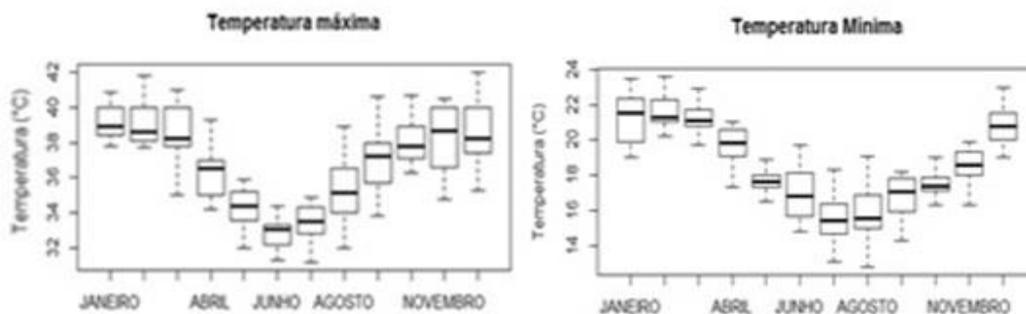


Fonte: A partir de [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)

A **Figura 19** apresenta a distribuição anual das temperaturas máxima e mínima absolutas no período de 2002 a 2015. Quanto à temperatura máxima absoluta, os maiores valores ocorrem entre novembro e março, com máximo no mês de dezembro (42,0 °C). Quanto à temperatura mínima absoluta, os valores declinam a partir do mês de maio, atingindo um mínimo em agosto (12,8°C), voltando a subir em setembro.

Observa-se que o mês com menor dispersão para a temperatura máxima absoluta foi janeiro e os meses com maiores dispersões foram agosto e setembro, a menor mediana para o período foi em junho (33,1°C) e a maior em janeiro (38,9°C). Para a temperatura mínima absoluta, o mês com menor dispersão foi maio e os meses com maiores dispersões foram julho e agosto, sendo a menor mediana para o período foi em julho (15,7°C) e a maior em janeiro (21,5°C) (**Figura 19**).

**Figura 19** - Ciclo anual das temperaturas máxima e mínima absoluta (°C) na estação Praça Mauá (INMET). Período 2002-2015.

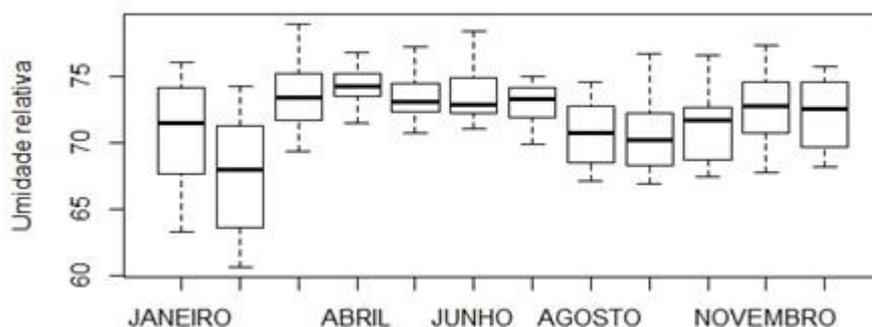


Fonte: A partir de [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)

## 7.2.2 Umidade relativa do ar

A **Figura 20** apresenta o ciclo anual da umidade relativa do ar. Observa-se que a umidade relativa varia pouco ao longo do ano, oscilando em uma média de 67,8% em fevereiro e 74,3% em março, sendo o valor máximo encontrado no mês de março (78,9%) e o menor em fevereiro (60,6%). Observa-se que o mês com menor dispersão para umidade relativa do ar foi abril. E os meses com maiores dispersões foram janeiro e fevereiro. A menor mediana para o período foi em fevereiro (68%) e a maior em abril (73,5%).

**Figura 20** - Ciclo anual da umidade relativa do ar (%) na estação Praça Mauá (INMET). Valores médios mensais para o período 2002-2015.



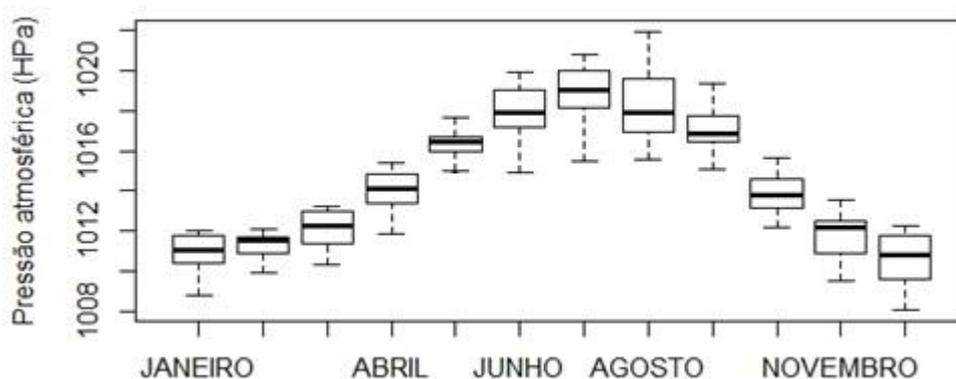
Fonte: A partir de [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)

### 7.2.3 Pressão atmosférica ao nível da estação meteorológica.

A **Figura 21** apresenta o ciclo anual da pressão atmosférica ao nível da estação. Observa-se aumento da pressão atmosférica entre os meses de maio e setembro. Para o período estudado, o menor valor ocorreu no mês de dezembro (1008,1 hPa), e o valor máximo da pressão atmosférica foi observado em agosto (1021,9 hPa).

Observa-se que o mês com menor dispersão para pressão atmosférica foi fevereiro e os meses com maiores dispersões foram julho e agosto, a menor mediana para o período foi em dezembro (1010.775 hPa) e a maior em julho (1019.053 hPa).

**Figura 21** - Ciclo anual da pressão atmosférica ao nível da estação (hPa) na estação praça Mauá (INMET). Valores médios mensais para o período 2002-2015.



Fonte: A partir de [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)

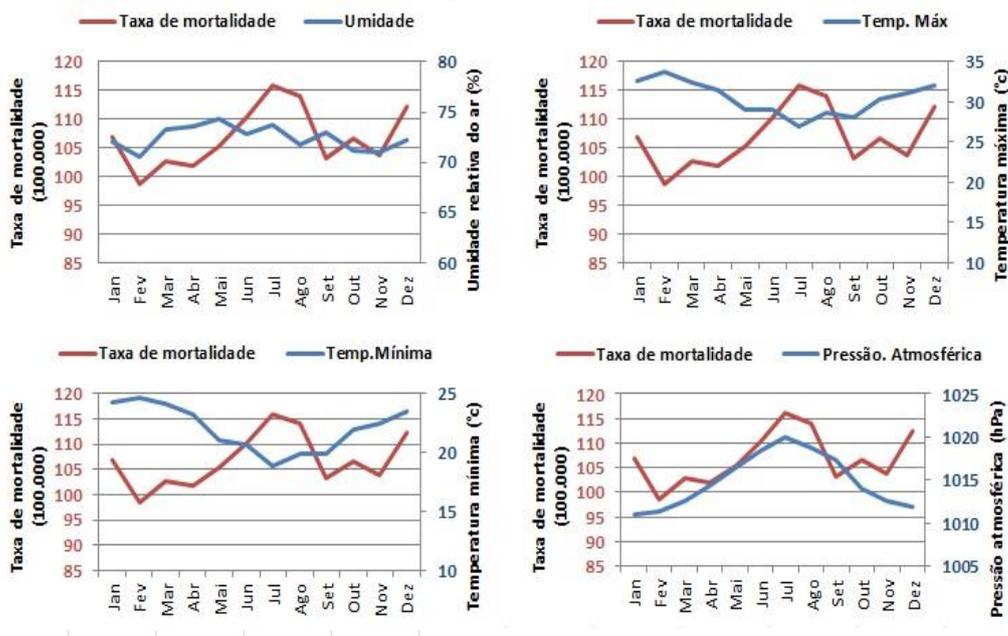
### 7.3 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS E DAS TAXAS DE MORTALIDADE POR DOENÇA ISQUÊMICA DO CORAÇÃO.

A seguir apresentam-se para cada um dos três períodos (2002 a 2006, 2007 a 2011 e 2012 a 2015) os resultados do coeficiente de correlação e do cálculo da significância dessa correlação e os resultados do coeficiente de determinação entre a média no período para cada mês das variáveis meteorológicas (pressão atmosférica, umidade relativa do ar, temperatura máxima e temperatura mínima) com as taxas de mortalidade por DIC.

#### 7.3.1 Coeficiente de correlação e de determinação entre as variáveis meteorológicas e as taxas de mortalidade por DIC no período de 2002 a 2006.

Para o período entre 2002 e 2006, como mostra a **Figura 22**, as taxas de mortalidade por DIC apresentam um comportamento inverso ao da temperatura máxima e da mínima. Assim, observa-se um aumento da taxa de mortalidade no período de inverno, quando ocorre queda na temperatura. O comportamento das taxas de mortalidade por DIC é semelhante ao da pressão atmosférica e ambos aumentam nos meses de inverno.

**Figura 22** - Comportamento das variáveis meteorológicas e das taxas de mortalidade mensais entre 2002 e 2006, no Município do Rio de Janeiro.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/ IBGE.

Foi realizado um estudo de correlação simples entre a taxa de mortalidade mensal por DIC no período, com os valores médios para cada mês das variáveis meteorológicas. A **Tabela 5** apresenta os resultados dos coeficientes de correlação linear de Pearson ( $r$ ) e os coeficientes de determinação ( $R^2$ ). É possível verificar correlações significativas com quase todas as variáveis meteorológicas, com exceção da umidade relativa do ar.

Ao analisar a **Tabela 5**, observa-se que as taxas de mortalidade por DIC tiveram maior correlação positiva com a pressão atmosférica ( $r= 0,573$ ), sendo classificada como uma correlação média. O coeficiente de determinação ( $R^2= 0,328$ ) indicou que a pressão atmosférica explicou 32.8% do comportamento das taxas de mortalidade por DIC. A temperatura mínima do ar teve a maior correlação negativa ( $r= -0,605$ ) com as taxas de mortalidade por DIC, sendo classificada como uma correlação forte. Nessa análise a umidade relativa do ar e a temperatura máxima tiveram classificação no coeficiente de correlação de classificação fraca e média respectivamente.

**Tabela 5** - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson e de determinação entre a média mensal das variáveis meteorológicas e a taxa mensal de mortalidade por DIC (2002-2006).

Elementos climáticos	Taxa de mortalidade por DIC		
	$r$	$R^2$	C
Temp. Máxima	-,588*	,346	MÉDIA
Temp. Mínima	-,605*	,0366	FORTE
Umidade Relativa	,202	,041	FRACA
Pressão Atmosférica	,573*	,328	MÉDIA

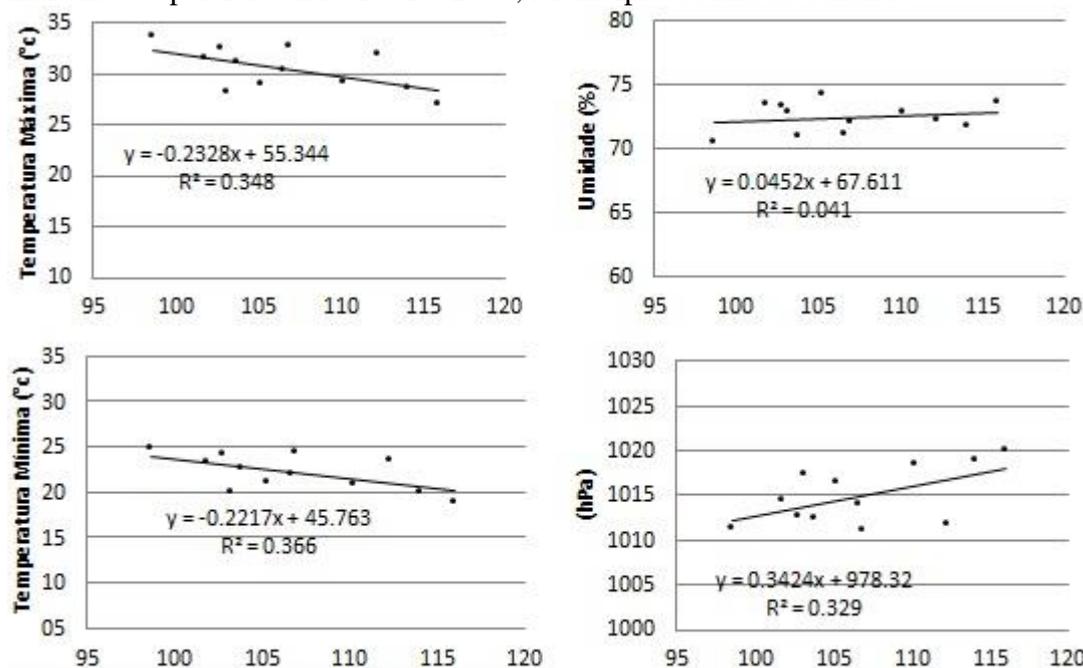
\*. Correlação significativa ao nível de 0,05.

**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/IBGE.

A **Figura 23** mostra que a pressão atmosférica foi a variável que apresentou maior correlação direta com as taxas de mortalidade por DIC. Nota-se a linha de tendência inclinada para essa variável, confirmando que a correlação é positiva, ou seja, quando há um aumento na pressão atmosférica ocorre um aumento na taxa de mortalidade por DIC.

Observar-se que para temperatura mínima e máxima, a reta está inclinada para baixo, indicando uma correlação inversa dessas variáveis com a taxa de mortalidade por DIC, isto é, quando diminui a temperatura há um aumento da taxa de mortalidade. Para umidade relativa do ar, observa-se que a reta mantém posição horizontal indicando fraca associação com a variável dependente.

**Figura 23** – Diagrama de dispersão entre as variáveis meteorológicas e taxa de mortalidade por DIC entre 2002 e 2006, Município do Rio de Janeiro.

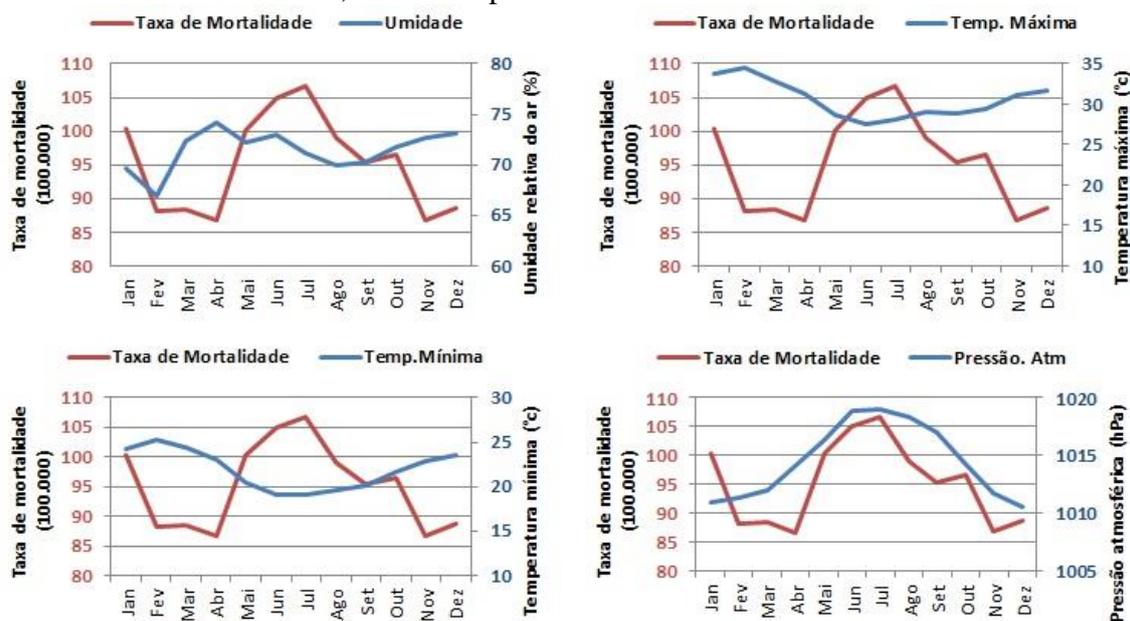


**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/IBGE.

### 7.3.2 Coeficiente de correlação e de determinação entre as variáveis meteorológicas e as taxas de mortalidade por DIC no período de 2007 a 2011.

Para o período entre 2007 e 2011, observa-se pela **Figura 24**, que assim como ocorreu no período de 2002 e 2006, a temperatura máxima e a mínima têm comportamento inverso ao das taxas de mortalidade por DIC e comportamento direto com a pressão atmosférica, ou seja, há aumento da taxa de mortalidade e da pressão atmosférica no período de inverno acompanhado de queda na temperatura.

**Figura 24** - Comportamento das variáveis meteorológicas e das taxas de mortalidade mensais entre 2007 e 2011, no Município do Rio de Janeiro.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/IBGE.

Ao analisarmos a **Tabela 6**, é possível verificar correlações significativas com quase todas as variáveis meteorológicas, com exceção da umidade relativa do ar.

A análise da **Tabela 6** mostra que as taxas de mortalidade por DIC tiveram maior correlação positiva com a pressão atmosférica ( $r= 0,740$ ), classificado como uma correlação forte. O coeficiente de determinação ( $R^2= 0,548$ ) indicou que a pressão atmosférica explicou 54.8% do comportamento da taxa de mortalidade por DIC no período. Adicionalmente, a temperatura mínima do ar teve a maior correlação negativa confirmada pelo coeficiente de correlação ( $r= -0,749$ ), classificada como uma correlação forte. O coeficiente de determinação ( $R^2= 0,560$ ) indicou que a temperatura mínima explicou 56 % do comportamento das taxas de mortalidade por DIC. Nessa análise a umidade relativa do ar e a temperatura máxima, tiveram classificação no coeficiente de correlação fraca e forte respectivamente.

**Tabela 6** - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson e de determinação entre a média mensal das variáveis meteorológicas e a taxa mensal de Mortalidade por DIC (2007-2011).

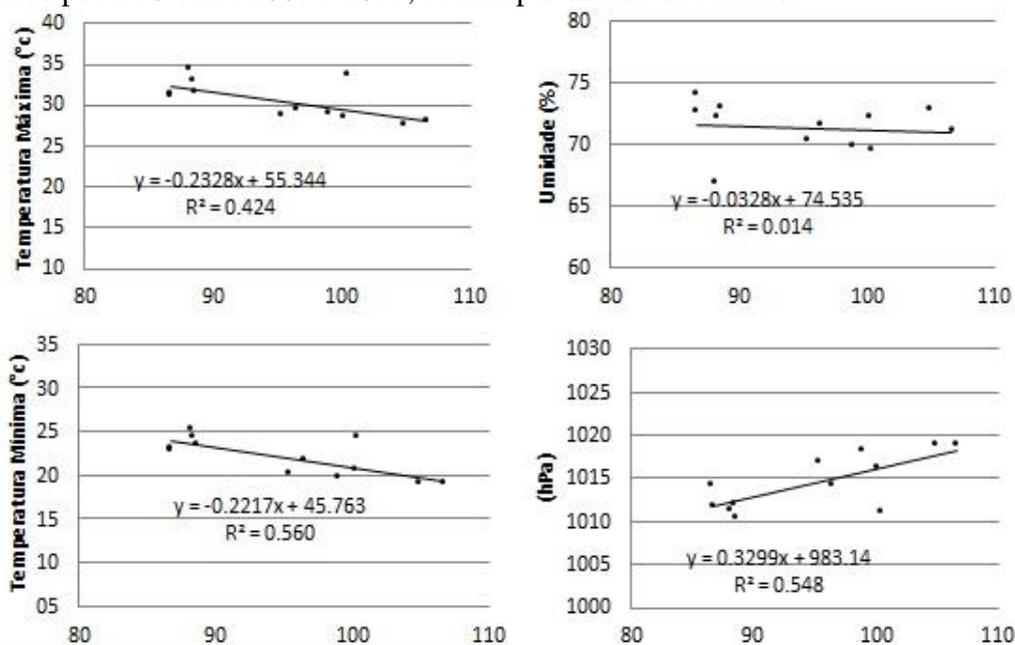
Elementos climáticos	Taxa de mortalidade por DIC		
	r	R <sup>2</sup>	C
Temp. Máxima	-,651*	,424	FORTE
Temp. Mínima	-,749*	,560	FORTE
Umidade Relativa	-,120	,014	FRACA
Pressão Atmosférica	,740*	,548	FORTE

\*. Correlação significativa ao nível de 0,05.

**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/IBGE.

Para o período analisado, confirma-se que a pressão atmosférica foi a variável que influenciou diretamente nas taxas de mortalidade por DIC. Nota-se a linha de tendência inclinada positivamente para esta variável, confirmando a correlação positiva, pois, com aumento da pressão, ocorre um aumento na taxa de mortalidade. Observar-se que na temperatura mínima e máxima, a reta está inclinada para baixo, mostrando uma correlação inversa dessas variáveis com a taxa de mortalidade por DIC, com a queda da temperatura a um aumento da taxa de mortalidade. Na umidade relativa do ar a reta da linha de tendência mantém sua posição horizontal, indicando fraca associação com a variável dependente (**Figura 25**).

**Figura 25** – Diagrama de dispersão entre as variáveis meteorológicas e taxa de mortalidade por DIC entre 2007 e 2011, Município do Rio de Janeiro.

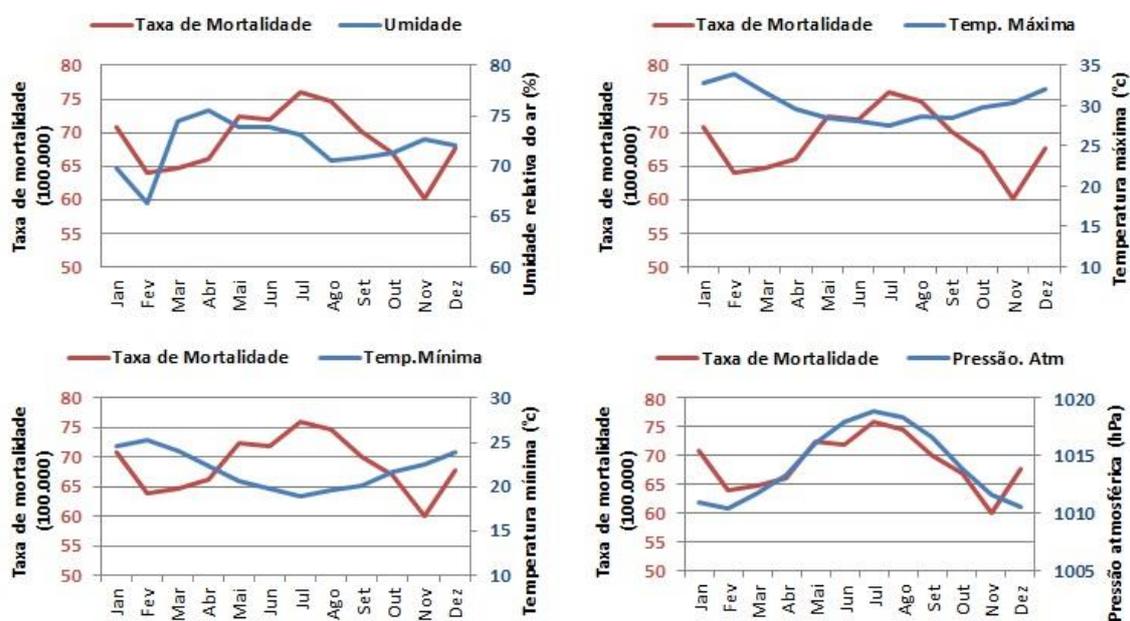


**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/IBGE.

### 7.3.3 Coeficiente de correlação e de determinação entre as variáveis meteorológicas e as taxas de mortalidade por DIC no período de 2012 a 2015.

Para o período entre 2012 e 2015, como mostra a **Figura 26**, as variáveis meteorológicas e as taxas de mortalidade por DIC mostram novamente um comportamento inverso com a temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar e uma relação direta com a pressão atmosférica, ou seja, a um aumento da taxa de mortalidade e da pressão atmosférica no período de inverno e uma queda na temperatura e na umidade relativa do ar.

**Figura 26** - Comportamento das variáveis meteorológicas e das taxas de mortalidade mensais entre 2012 e 2015, no Município do Rio de Janeiro.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/IBGE.

A análise da **Tabela 7** mostra que as taxas de mortalidade por DIC novamente tiveram maior correlação direta com a pressão atmosférica, confirmada pelo valor positivo do coeficiente de correlação ( $r= 0,783$ ), classificada como uma correlação forte. Já o coeficiente de determinação ( $R^2= 0,613$ ) indicou que a pressão atmosférica explicou 61.3 % do comportamento da taxa de mortalidade por DIC. A temperatura mínima do ar teve a maior correlação negativa ( $r= -0,682$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2= 0,465$ ) indicou que 46.5 % da variabilidade da taxa de mortalidade por DIC foi explicada pela temperatura mínima. Nessa análise a umidade relativa do ar e a temperatura máxima tiveram classificação no coeficiente de correlação fraca e forte

respectivamente. É possível verificar correlações significativas com quase todas as variáveis meteorológicas, com exceção da umidade relativa do ar.

**Tabela 7** - Coeficiente de Correlação Linear de Pearson e de determinação entre a média mensal das variáveis meteorológicas e a taxa mensal de Mortalidade por DIC (2012-2015).

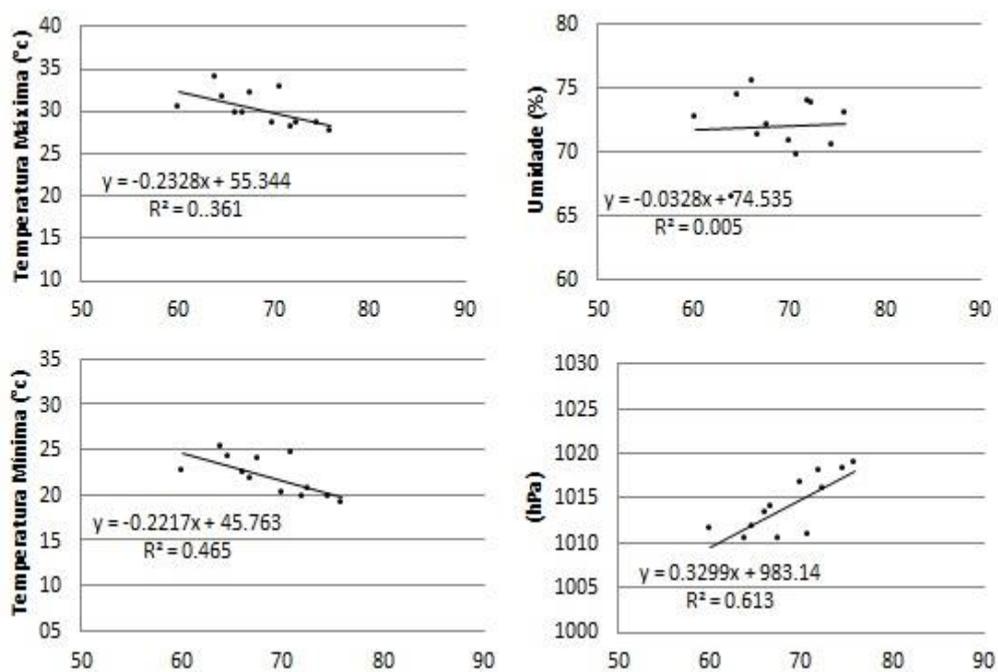
Elementos climáticos	Taxa de mortalidade por DIC		
	r	R <sup>2</sup>	C
Temp. Máxima	-,601*	,361	FORTE
Temp. Mínima	-,682*	,465	FORTE
Umidade Relativa	,070	,005	FRACA
Pressão Atmosférica	,783*	,613	FORTE

\*. Correlação significativa ao nível de 0,05.

**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/IBGE.

Para o período analisado, como mostra a **Figura 27**, confirma-se que a pressão atmosférica foi a variável que mais se correlacionou diretamente com as taxas de mortalidade por DIC. Nota-se a linha de tendência inclinada para esta variável confirmando a relação positiva, com aumento da pressão a um aumento na taxa de mortalidade. Novamente observar-se que, para temperatura mínima e máxima, a reta está inclinada para baixo mostrando uma correlação inversa dessas variáveis com a taxa de mortalidade por DIC. Assim, com a queda da temperatura há aumento da taxa de mortalidade. Na umidade relativa do ar, a reta mantém sua posição horizontal indicando fraca associação com a variável dependente.

**Figura 27** – Diagrama de dispersão entre as variáveis meteorológicas e taxa de mortalidade por DIC entre 2012 e 2015, Município do Rio de Janeiro.



**Fonte:** A partir de SMS/SUBPAV/SVS/CAS/GTDV - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM / INMET/IBGE.

## 8 DISCUSSÃO

A presente pesquisa analisou dados da evolução da taxa de mortalidade por DIC da população do MRJ, com faixa etária superior a 45 anos, no período compreendido entre 2000 e 2015, bem como a possível associação entre a taxa de mortalidade por DIC e as variáveis meteorológicas na cidade do Rio de Janeiro.

Os resultados indicam que, no período entre 2000 e 2014, ocorreu redução gradual da taxa de mortalidade por DIC, no MRJ. A queda foi maior na faixa etária superior a 60 anos de idade. Cabe ressaltar que houve aumento em 2015 comparado ao ano de 2014.

Esses resultados foram condizentes com o encontrado por Mansur; Favarato (2012) no período entre 1990 a 2009 que evidenciou a redução da mortalidade por DIC entre homens e mulheres no Brasil e na região metropolitana de São Paulo. Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira; Silva; Klein (2005) e Soares *et al.* (2009), que também observaram declínio das taxas de mortalidade por DIC, no Estado e no MRJ. Segundo Mansur; Favarato (2012); Soares *et al.*, (2009), essa queda na taxa de mortalidade por DIC é decorrente do efeito combinado da diminuição do tabagismo, melhoria na dieta, melhor tratamento da DCV. Oliveira; Silva; Klein (2005) apontam a melhora no acesso ao sistema de saúde, o controle de fatores de risco e de políticas de saúde pública mais eficiente, voltada para as classes socioeconômicas menos favorecidas, principalmente para população idosa.

Nossos resultados mostram ocorrência decrescente na taxa de mortalidade por DIC no período entre 2000 e 2014 para a população de ambos os sexos e todas as faixas etárias. No entanto, para faixas de idade mais elevadas, acima de 60 anos, observa-se queda na diferença proporcional entre os sexos, sendo que a taxa de mortalidade por DIC são mais elevadas para o sexo masculino, o que pode ser explicado por aspectos biológicos e de estilo de vida (FILHO; MARTINEZ, 2002). O estrogênio é a explicação biológica de proteção feminina, para as doenças do aparelho circulatório, pois promovem vasodilatação dos vasos sanguíneos e inibem a progressão de processos ateroscleróticos evitando, assim, processos isquêmicos (LAGRANHA *et al.*, 2017).

Para a taxa de mortalidade por faixa etária, em ambos os sexos, observa-se o aumento da taxa com o aumento da idade, sendo a maior taxa de mortalidade

encontrada na faixa etária acima de 80 anos. Maiores taxas de mortalidade por DIC em idosos são esperadas, pois tem como principal causa a aterosclerose, que tem progressão lenta, acarretando no aparecimento da doença principalmente na vida adulta e mais frequente em idosos (OTINIANO *et al.*, 2003).

Cabe ressaltar que as doenças cardiovasculares, assim como as doenças isquêmicas do coração são multifatoriais e as variáveis meteorológicas podem influenciar diretamente o organismo humano, podendo atuar como desencadeador para o óbito (MURARA *et al.*, 2012).

Durante todo o período entre 2000 a 2015, nossos resultados apontam que as doenças isquêmicas do coração apresentaram evidências de comportamento sazonal, sendo possível identificar taxas de mortalidade elevadas nos meses de junho a agosto, demonstrando que durante o período de menor temperatura há um aumento da taxa de mortalidade por DIC. Segundo Bhatia *et al.*, (2017) fatores fisiológicos e ambientais contribuem para a sazonalidade da DIC.

A maior frequência de eventos relacionados às DCV nos meses de inverno foi relatada no mundo, principalmente em países com temperaturas baixas (STEWART, 2017). Estudo de Crawford; Mccann; Stout (2003) na Irlanda do Norte analisou os dados mensais de óbito por infarto agudo do miocárdio (IAM) entre o período de 1979 a 1998, onde os resultados demonstraram que a baixa temperatura foi associada com maiores taxas de mortalidade por IAM. Resultado semelhante ao estudo foi encontrado por Arntz *et al.*, (2000) em Berlim, entre 1987-1991, demonstram acentuadas variações na ocorrência de morte por IAM nos meses de inverno, correspondendo a uma diferença relativa de 18,7% em relação ao verão. Resultado semelhante também foi encontrado por Dilaveris *et al.*, (2006), em Atenas, onde tem invernos amenos e úmidos e verões quentes e secos. Os resultados mostram que os óbitos por IAM no inverno foram 31,8% maior do que no verão.

O resultado da climatologia para o MRJ, durante o período analisado, demonstra que a cidade não apresenta um inverno rigoroso, sendo a média anual da temperatura mínima de 21,9 °C, com uma população habituada à temperatura média anual de 23,8 °C. Resultado semelhante ao nosso estudo foi encontrado em países com clima subtropical e tropical, onde as pessoas estão aclimatadas com o clima quente. Barnett; Looper; Fraser (2008) analisaram o padrão sazonal nos óbitos por doenças cardiovasculares na Austrália, no período entre 1997 e 2004. Os resultados demonstraram maior taxa de mortalidade por DCV no inverno. O estudo de Khan;

Halder (2014) investigou o efeito da variação sazonal na internação hospitalar e óbito diário devido a DCV em Bangladesh, durante um período de dois anos (de maio de 2010 a abril de 2012). Seus resultados demonstraram uma variação sazonal na admissão hospitalar e no número de óbitos por DCV, com um pico no inverno.

No Brasil, são encontrados resultados semelhantes ao estudo ora apresentado. Na cidade de São Paulo, o trabalho de Sharovsky; César (2002) demonstra de modo consistente um aumento da mortalidade por IAM durante o inverno. Resultado similar encontrado pelo estudo realizado por Murara *et al.*, (2012), em Presidente Prudente, SP. Os resultados também apontaram para uma maior concentração de óbitos nos meses de inverno em dias com maior amplitude térmica e baixa umidade relativa do ar.

Segundo Marti-soler *et al.*, (2014) esses resultados são explicados pela termorregulação humana que é um dos principais componentes do mecanismo de enfrentamento humano para suportar variações na exposição aos extremos meteorológicos. Quando exposto ao frio, o organismo humano tem respostas fisiológicas como aumento da taxa metabólica e a vasoconstrição, no qual os vasos sanguíneos ficam contraídos para evitar a perda de calor. Essa vasoconstrição em combinação com tremores operam para manter o equilíbrio térmico quando o corpo está perdendo calor, o que leva também a uma sobrecarga do coração. No inverno também ocorre o aumento de infecções respiratórias, que agriem os vasos, aumentando a vulnerabilidade à formação e progressão da aterosclerose (CASTELANI; YOUNG, 2016). Outros fatores também contribuem para mortalidade por DIC no inverno, como a alimentação inadequada, com alimentos gordurosos (MA *et al.*, 2006).

Vale ressaltar que no inverno a poluição atmosférica apresenta índices mais elevados, podendo também ser a causa do aumento de internações por doenças cardiovasculares (PINTARIC *et al.*, 2016). No inverno a qualidade do ar piora, pois as condições meteorológicas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes (TORRES; MARTINS, 2005). A poluição do ar tem sido associada a doenças cardiovasculares através dos fatores de risco como o aumento da viscosidade sanguínea, inflamação, progressão da arteriosclerose, alterações da coagulação, redução da variabilidade da frequência cardíaca, vasoconstrição e ao aumento da pressão arterial (GOUVEIA *et al.*, 2006).

Nossos resultados mostram que o inverno é responsável por maior taxa de mortalidade por DIC, tendo uma correlação inversa entre a taxa de mortalidade e a temperatura, ou seja, com o aumento da temperatura ocorre uma diminuição na taxa de

mortalidade. Entretanto, observamos que no verão, no qual a temperatura máxima ultrapassa 40 °C no MRJ, a taxa de mortalidade no período de 2000 a 2015 é elevada. Estudos que correlacionam aumento de DCV no verão estão associados a temperaturas extremas e ondas de calor (STEWART *et al.*, 2017).

Estudo realizado no Texas, Estados Unidos da América, obteve resultado distinto a este estudo, com maior incidência de IAM no verão, durante os anos 1946 a 1951, onde foi analisada a frequência sazonal e mensal de ocorrência em uma série de 1386 casos de IAM. A maior frequência de ocorrência da doença foi encontrada em julho e agosto, durante os meses de verão (HEYER; TENG; BARRIS, 1953).

No Estado da Califórnia, Estados Unidos da América, Basu; Ostro (2008) avaliaram específicas causas, e subgrupos vulneráveis à mortalidade relacionada à temperatura ambiente, usando dados de nove municípios, para os meses mais quentes entre 1999-2003. Foram incluídos 248.019 óbitos, sendo 41% dessas mortes classificadas como DCV. Cada aumento de 10 graus (Fahrenheit) na temperatura média no mesmo dia correspondeu a um aumento de 2,2% na mortalidade por DIC. Também nos EUA, em Nova York, Lin *et al.*, (2009), investigaram os efeitos da temperatura na hospitalização por DCV, entre 1991 e 2004, onde os resultados demonstraram que a cada 1 °C acima de 28.9 °C aumenta as internações em 1.4 % a 3.6 % nas internações por DCV.

Zhaoxing *et al.*, (2013), em estudo realizado em Pequim, na China, durante o período entre 2000 e 2011, concluiu que a temperatura média diária acima de 32,5°C, com duração de mais de dois dias impactou no aumento da mortalidade por doença cardíaca coronária, em 31%. Resultado semelhante encontrado em Moscou, na Rússia, por Revich; Shaposhnikov (2008), em estudo realizado no período entre 2000 e 2006, concluíram que o excesso de mortalidade por doença coronária foi de 32%, durante a onda de calor em 2001. Em Portugal, estudo realizado por Trigo *et al.*, (2009), investigou a onda de calor no verão de 2003, que causou 2399 óbitos excedentes, representando 58% além do que era esperado para o período.

Quando exposto ao calor, o organismo humano tem respostas fisiológicas como o suor e a vasodilatação, para reduzir a temperatura corporal. Com a vasodilatação e desidratação há uma queda na pressão arterial, há aumento na viscosidade do sangue, causada pela concentração de hemácias, plaquetas e colesterol, facilitando o aparecimento de trombos, acarretando no aumento da frequência cardíaca (CAMARGO; FURLAN, 2011).

O processo termorregulador para evitar o estresse de calor, mesmo em indivíduos mais jovens, parece ser menos intenso do que o descrito em relação à aclimatação ao frio (CAMARGO; FURLAN, 2011). O organismo, visando à geração de calor nos períodos mais frios, intensifica a atividade muscular ocasionando assim uma sobrecarga no coração. Sendo assim, a atividade cardíaca é mais eficiente em temperaturas mais altas (LAMBERTS, 2016).

As condições ambientais são capazes de proporcionar estresse térmico em habitantes de clima quente e úmido não são as mesmas que proporcionam sensação de conforto em habitantes de clima quente e seco e, muito menos, em habitantes de regiões de clima temperado ou frio (TOY; KANTOR, 2016). Pessoas acostumadas a temperaturas mais elevadas ou baixas têm um maior limite de tolerância ao calor ou ao frio (FROTA; SCHIFFER, 2001). Porém é conhecido, o potencial devastador do impacto da exposição ao calor e ao frio, que tem atraído considerável atenção nas áreas política e de saúde, pois pode exceder a capacidade dos seres humanos de adaptarem fisiologicamente (HANNA; TAIT, 2015).

Para verificar as associações entre as variáveis meteorológicas e a taxa de mortalidade por DIC, foram feitos cálculos de correlação linear de Pearson. O período entre 2002 e 2015, foi subdividido em três períodos 2002 a 2006, 2007 a 2011 e 2012 a 2015. Apresenta-se correlações entre as médias mensais da umidade relativa do ar, pressão atmosférica, temperatura máxima média, temperatura mínima média e as taxas de mortalidade por DIC.

Para todos os períodos analisados há uma correlação positiva, classificada como média e forte entre DIC e pressão atmosférica, ou seja, com o aumento da pressão atmosférica há um aumento na taxa de mortalidade por DIC. A consequência e o mecanismo da pressão atmosférica sobre DCV é desconhecida (WANG *et al.*, 2006). Estudo de Panagiotakos *et al.*, (2004), em Atenas, não observou qualquer efeito da pressão atmosférica sobre as doenças cardiovasculares. Porém, estudos como de Danet, *et al.*, (1999) na França no período entre 1985 e 1994, os resultados mostram que uma queda de 10 mbar, quando a pressão atmosférica foi menor que 1016 mbar no dia, está associado a um aumento de 12% na taxa de mortalidade por IAM. Quando ocorreu um aumento de 10 mbar > 1016 mbar, foi associado a um aumento de 11% na taxa de mortalidade por IAM.

Estudo realizado por Li *et al.*, (2011) em Pequim, na China, encontrou resultado divergente ao nosso, onde foi analisado a sazonalidade da síndrome coronariana aguda

no período entre 1 de agosto de 2005 e 31 de julho de 2007. Resultados apontaram que a pressão atmosférica está negativamente correlacionada com a síndrome coronária aguda, no qual um aumento de 19,8% da incidência está associado a uma pressão atmosférica inferior a 1006 hPa, porém, a causa dessa associação não é bem definida.

Houck *et al.*,(2005), no Texas, Estados Unidos da América, durante o período entre 1993 e 1996, concluíram que um rápido decréscimo diário da pressão barométrica, principalmente durante o período de inverno, está associado com a ocorrência de IAM. Para a causa desta associação, foi formulada a hipótese de que mudanças na pressão atmosférica podem contribuir para ruptura da placa aterosclerótica. Ele citou princípios da engenharia para apoiar sua hipótese, sendo que o mecanismo exato merece investigação aprofundada.

Cabe ressaltar que a correlação positiva entre DIC e pressão atmosférica pode estar relacionada com a queda da temperatura, que torna o ar mais denso e resulta no aumento da pressão atmosférica (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Quanto à associação entre umidade do ar e a taxa de mortalidade por DIC, para todos os períodos analisados, os resultados apontam para uma fraca correlação. Nossos resultados demonstram uma alta umidade do ar em todas as estações do ano, resultado da localização da estação meteorológica, próxima ao oceano (MonitorAR Rio, 2012).

Schwartz; Samet; Patz (2004) em um estudo em 12 cidades dos EUA, não encontraram relação consistente entre a umidade relativa do ar e as internações hospitalares para doenças cardiovasculares. Por outro lado, Dilaveris *et al.*, (2006) em um estudo em Atenas no ano de 2001, que tem invernos úmidos e verões quentes e secos, encontraram correlação entre a umidade relativa do ar e a taxa mensal de mortalidade por IAM. Segundo Abrignani *et al.*, (2009) a umidade relativa do ar influencia as DCV, pois a baixa umidade do ar, causa a desidratação e coagulação do sangue, favorecendo a formação de trombos. E em uma situação de umidade relativa do ar elevada, ocorre influência nas DCV, pois o processo de termorregulação, para dissipação do calor, através da evaporação é prejudicado (NOBREGA *et al.*, 2007).

Cabe destacar que são diversas as limitações do presente estudo, sendo a principal, a relação entre o fator de exposição e o desfecho que pode não estar ocorrendo ao nível do indivíduo. Isso pode ocorrer devido a uma associação observada entre variáveis em nível agregado que necessariamente não representa uma associação que existe em nível individual. Outra limitação está nas análises simples, sem levar em conta as possíveis relações entre as variáveis. Outra restrição está na confiabilidade dos

dados do sistema de mortalidade e das estimativas e projeções populacionais para o período entre 2000 e 2015. E por fim, uma grande limitação é a utilização de somente uma estação meteorológica para cobrir todo MRJ. No entanto, os resultados apoiam a hipótese de que o homem é sensível às variações meteorológicas e que essas podem prejudicar o comportamento de seu funcionamento fisiológico, podendo levar ao óbito.

## 9 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que a taxa de mortalidade por DIC apresentou decréscimo para o período analisado no MRJ, em todas as faixas etárias e ambos os sexos. Esse resultado sugere que pode ter havido melhoria das condições socioeconômicas, no avanço dos procedimentos médicos e no controle de fatores de risco visando à prevenção da DIC. Cabe ressaltar o aumento da taxa de mortalidade por DIC em 2015 com relação a 2014.

Os resultados apresentaram evidências de comportamento sazonal, sendo possível identificar picos de óbitos nos meses entre junho e agosto, e apontaram para a existência de correlação entre as taxas de mortalidade por DIC e as variáveis meteorológicas no MRJ. Durante o período analisado, observou-se que os meses com temperaturas mais baixas, correspondem ao período de maior mortalidade. Dessa forma, é possível concluir que as variáveis meteorológicas podem contribuir com o incremento da mortalidade.

Cabe ressaltar que há diversas variáveis que influenciam nas doenças cardiovasculares (alimentação e obesidade, atividades físicas, tabagismo, níveis de colesterol, fatores genéticos, entre outros), as variáveis meteorológicas não atuam isoladamente, mas sim como um desencadeador do óbito. Deste modo, não podemos concluir uma relação de causa e efeito entre a mortalidade por DIC e as variáveis meteorológicas. Sugere-se que sejam realizados estudos considerando-se outros fatores que possam influenciar no incremento da DIC, como por exemplo, poluentes atmosféricos, analisando-se os extremos meteorológicos como as ondas de frio e calor e a realização de estudos em escala temporal diário, pois um estudo mais detalhado poderá trazer mais contribuições para os gestores de saúde.

Este estudo contribui para que os gestores da saúde da cidade do Rio de Janeiro possam formular políticas públicas mais eficientes, por meio do conhecimento da distribuição temporal da doença em estudo, em que se observa o aumento da taxa de mortalidade por DIC em 2015. Contribuindo também por meio do conhecimento da distribuição geográfica das taxas de mortalidade, por regiões administrativas e da influência da sazonalidade climática na mortalidade por DIC no MRJ, tendo em vista

que os resultados mostraram que variáveis meteorológicas como a pressão atmosférica e a temperatura estão fortemente correlacionadas com as taxas de mortalidade por DIC.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIGNANI, M. G. *et al.* Influence of climatic variables on acute myocardial infarction hospital admissions. **International journal of cardiology**. v. 137, n. 2, p. 123–129, 2 out. 2009.

AGÊNCIA RIO. Rio de Janeiro. **Dados gerais**. 2016. [web]. Disponível em: <<http://www.agenciario.com/municipios/fichaMun.asp?codMunic=57#>>. Acesso em: 12 de novembro de 2016.

ALVES, M.O; MAGALHÃES, S.C.M; COELHO, B.A. Contribuições da geografia médica para o estudo do câncer de mama. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Hygeia, v.10, n.19: p.86 - 96, Dez/2014.

ARNTZ, H. R. *et al.* Diurnal, weekly and seasonal variation of sudden death. Population-based analysis of 24,061 consecutive cases. **European heart journal**, v. 21, n. 4, p. 315–320, fev. 2000.

AZEVEDO, J.M.F. **A influência das variáveis ambientais (meteorológicas e de qualidade do ar) na morbidade respiratória e cardiovascular na Área Metropolitana do Porto**. Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado apresentada ao Departamento de Ciências Atmosféricas. 2010.

BARCELLOS, C. *et al.* Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, p. 285–304, 2009.

BARNETT, A.G; LOOPER, M.L; FRASER, J.F. The seasonality in heart failure deaths and total cardiovascular deaths. **Australian and New Zealand Journal of Public Health**. V. 32, Issue 5. p. 403–496. October. 2008.

BASU, R; OSTRO, B.D ; A Multicounty Analysis Identifying the Populations Vulnerable to Mortality Associated with High Ambient Temperature in California. **American Journal of Epidemiology**.; v. 168, n6, p.632-7. Sep 15. 2008.

BHASKARAN, K. *et al.* Short term effects of temperature on risk of myocardial infarction in England and Wales: time serie regression analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit Project (MINAP) registry In: **British Medical Journal**. London, v. 341, p. 1-10, 2010.

BHASKARAN, K. *et al.* Effects of ambient temperature on the incidence of myocardial infarction. **Heart (British Cardiac Society)**. v. 95, n. 21, p. 1760–1769, nov. 2009.

Bhatia, S., *et al.* Seasonal Periodicity of Ischemic Heart Disease and Heart Failure. **Heart Failure Clinics**.; v.13, n.4, p.681-689. Oct, 2017.

BOWEN, K. J; FRIEL, S. Climate change adaptation: Where does global health fit in the agenda? **Globalization and Health**, v. 8, p. 10–10, 2012. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3495687/>>.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Prevenção Clínica de Doença Cardiovascular, Cerebrovascular e Renal Crônica**. Cadernos de Atenção Básica - n.º 14, Brasília – DF, 2006.

CAMARGO, M.G.; FURLAN, M.M.D.P. Resposta Fisiológica do Corpo às Temperaturas Elevadas: Exercício, Extremos de Temperatura e Doenças Térmicas. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 2, p. 278-288, maio/ago. 2011.

CAMPONOGARA, S; KIRCHHOF, A.L.C; RAMOS, F.R.S. Uma revisão sistemática sobre a produção científica com ênfase na relação entre saúde e meio ambiente. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, p. 427–439, 2008.

CAVALCANTE, J. C. **Mortalidade em menores de um ano**: utilização de novos indicadores para avaliação. 2003. Dissertação (mestrado em Saúde da criança). Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Tocoginecologia. Universidade Federal de Alagoas.

CONFALONIERI, U. E. C.; MARINHO, D. P.; RODRIGUEZ, R. E. Public health vulnerability to climate change in Brazil. **Climate Research**. V.40, n.1, p. 75–186. 2009.

COSTA, M. C. L. Medical theories and urban management: Fortaleza's 1877-79 drought. **Historia, ciencias, saude—Manguinhos**. v. 11, n. 1, p. 57–74, abr. 2004.

CRAWFORD, V. L. S.; MCCANN, M.; STOUT, R. W. Changes in seasonal deaths from myocardial infarction. **QJM : monthly journal of the Association of Physicians**. v. 96, n. 1, p. 45–52, jan. 2003.

CUNHA, D.G.F; VECCHIA, F. **As abordagens Clássica e Dinâmica de Clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática**. Departamento de Hidráulica e Saneamento Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo. São Carlos- SP. 2006. Disponível em:[http://www1.eesc.usp.br/ppgsea/files/Ref2011\\_ABORDAGENS\\_CLASSICA\\_E\\_DINAMICA\\_DO\\_CLIMA.pdf](http://www1.eesc.usp.br/ppgsea/files/Ref2011_ABORDAGENS_CLASSICA_E_DINAMICA_DO_CLIMA.pdf).

CZERESNIA, D. Do contágio à transmissão: uma mudança na estrutura perceptiva de apreensão da epidemia. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 4, p. 75–94, 1997.

CZERESNIA, D; RIBEIRO, A. M. O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica. **Caderno de Saúde Pública** [online]. 2000, vol.16, n.3, pp.595-605.

DANET, S. *et al.* Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths. A 10-year survey: the Lille-World Health Organization MONICA project (Monitoring trends and determinants in cardiovascular disease). **Circulation**. v. 100, n. 1, p. E1-7, 6 jul. 1999.

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS (DATASUS). 2017. Disponível em < <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sim/cnv/obt10rj.def>>.

DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS (DATASUS). **Infarto agudo do miocárdio é primeira causa de mortes no País, revela dados do DATASUS**. Publicado em 10/11/2014. Disponível em: <http://datasus.saude.gov.br/noticias/atualizacoes/559-infarto-agudo-do-miocardio-e-primeira-causa-de-mortes-no-pais-revela-dados-do-datasus>. Acesso em: 25 de março de 2017.

DERECZYNSKI, C.P; OLIVEIRA, J.S; MACHADO,C.O. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, 24-38, 2009.

DILAVERIS, P. *et al.* CLimate Impacts on Myocardial infarction deaths in the Athens Territory: the CLIMATE study. **Heart (British Cardiac Society)**. v. 92, n. 12, p. 1747–1751, dez. 2006.

FERREIRA, M. U. Debate sobre o artigo de Dina Czeresnia & Adriana Maria Ribeiro. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 16, p. 609–610, 2000.

FERREIRA, M. U. Epidemiologia e geografia: o complexo patogênico de Max. Sorre. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 7, p. 301–309, 1991.

FILHO, R.D.S; MARTINEZ, T.L.R. Fatores de Risco para Doença Cardiovascular: Velhos e Novos Fatores de Risco, Velhos Problemas !. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**. v.46, n.3. São Paulo, June 2002.

FONSECA, R.H.A. **Análise espacial da mortalidade por doença cerebrovascular no município do rio de janeiro, 2002 a 2007**. correlação com dados demográficos e socioeconômicos. [Tese de doutorado]. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Medicina e Instituto do Coração Edson Saad, Pós-graduação em Cardiologia, 2012.

FONSECA, V. **Clima e saúde humana**. In: Anais do VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Aracajú: UFA, 2004.

FREITAS, C.M. Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro. v.8 n.1. 2003.

FROTA, A. B; SCHIFFER, S.R. Manual do Conforto Térmico. 5ª Edição. São Paulo: Nobel, 2001. **Fundamentos de anatomia e fisiologia**. Porto Alegre: Artmed Editora. 2000. p. 321-362.

- GANCZAK, M. John Snow and cholera--the bicentenary of birth. **Przegląd epidemiologiczny**. v. 68, n. 1, p. 89–92, 169–171, 2014.
- GOMES, J.R. Patologia do Trabalho por René Mendes. **Revista de Saúde Pública**. v.30, n.1. p.: 105 1996.
- GOUVEIA, N, *et al.* Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.22, n.12, p.2669-2677, dez, 2006.
- HANNA, E. G; TAIT, P.W. Limitations to Thermoregulation and Acclimatization Challenge Human Adaptation to Global Warming. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 12, n. 7, p. 8034–8074, jul. 2015. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4515708/>>.
- HEALTHLINE MEDIA. **BodyMaps. Circulatory**. 2015. Disponível em:< <https://www.healthline.com/human-body-maps/circulatory-system/male>>.
- HEIDARI, L. *et al.* Susceptibility to Heat-Related Fluid and Electrolyte Imbalance Emergency Department Visits in Atlanta, Georgia, USA. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 10, p. 982, out. 2016. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5086721/>>.
- HOPPE, P. Aspects of human biometeorology in past, present and future. **International journal of biometeorology**. v. 40, n. 1, p. 19–23, fev. 1997.
- HOUCK, P.D., *et al.* Relation of Atmospheric Pressure Changes and the Occurrences of Acute Myocardial Infarction and Stroke. **The american journal of cardiology**. V. 96, Issue 1, Pages 45–51. July 1, 2005.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do censo 2010** publicados no Diário Oficial da União no dia 04 de Nov. de 2010.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Brasil. Disponível em:< <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/rio-de-janeiro/panorama>>.
- IPCC 2001. Disponível em <<http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/synthesis/spm/synthesis-spm-en.pdf>>.
- IPEA. **Conheça o Rio**. [web]. 2014. Disponível em:< <http://www.ipea.gov.br/forumbrics/ptBR/conheca-o-rio.html>>. Acesso em 14 de novembro de 2016.
- JUNQUEIRA, L.C.U.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 11ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 524p.
- KABIR, Md. I. *et al.* Climate change and health in Bangladesh: a baseline cross-sectional survey. **Global health action**. v. 9, p. 29609, 2016.

KARAMANOU, M. *et al.* From miasmas to germs: a historical approach to theories of infectious disease transmission. **Le infezioni in medicina : rivista periodica di eziologia, epidemiologia, diagnostica, clinica e terapia delle patologie infettive.** v. 20, n. 1, p. 58–62, mar. 2012.

KHAN R.C.; HALDER, D. Effect of seasonal variation on hospital admission due to cardiovascular disease - findings from an observational study in a divisional hospital in Bangladesh. **BMC Cardiovascular Disorders.** v.14, n.76. Jun 13,2014.

LAGRANHA, C.J *et al.* Protective effects of estrogen against cardiovascular disease mediated via oxidative stress in the brain. **Life Sciences.** Nov 28. 2017.

LAMBERTS, R. **Conforto e stress térmico.** Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico - Departamento de engenharia civil. Jun.2016.

Li, Y, *et al.* The seasonality of acute coronary syndrome and its relations with climatic parameters. **The American Journal of Emergency Medicine.** v.29, Issue 7, Pages 768-774. September 2011.

LIN, S. *et al.* Extreme High Temperatures and Hospital Admissions for Respiratory and Cardiovascular Diseases. **Epidemiology.** V. 20, N. 5, September, 2009.

LIU, Liqun *et al.* Associations between air temperature and cardio-respiratory mortality in the urban area of Beijing, China: a time-series analysis. **Environmental health : a global access science source.** v. 10, p. 51, 25 maio 2011.

LOSCALZO J. **Medicina Cardiovascular de Harrison** - 2.ed. Editora: Artmed Editora. 512 páginas. 2014.

MA, Y., *et al.* Seasonal variation in food intake, physical activity, and body weight in a predominantly overweight population. **European Journal of Clinical Nutrition.;** v.60, n.4, p.519-28. Apr, 2006.

MANSUR, A.P; FAVARATO, D. Mortalidade por doenças cardiovasculares no Brasil e na região metropolitana de São Paulo: atualização 2011. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia.** v.99, n.2, p.755-761. 2012.

MANSUR, A.P; FAVARATO, D. Mortality due to Cardiovascular Diseases in Women and Men in the Five Brazilian Regions, 1980-2012. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia,** v. 107, n. 2, p. 137–146, ago. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0066-782X2016004100137&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0066-782X2016004100137&lang=pt)>.

MANSUR, A.P; FAVARATO, D. Tendências da Taxa de Mortalidade por Doenças Cardiovasculares no Brasil, 1980-2012. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia.** 2016; [online]. Disponível em:< [http://www.scielo.br/pdf/abc/2016nahead/pt\\_0066-782X-abc-20160077.pdf](http://www.scielo.br/pdf/abc/2016nahead/pt_0066-782X-abc-20160077.pdf)>.

MARCHETTI, E.; CAPONE, P.; FREDA, D. Climate change impact on microclimate of work environment related to occupational health and productivity. **Annali dell'Istituto superiore di sanita**. v. 52, n. 3, p. 338–342, set. 2016.

MARTI-SOLER, H. *et al.* Seasonal variation of overall and cardiovascular mortality: a study in 19 countries from different geographic locations. **PLoS One**. 24;v.9,n.11. Nov, 2014.

MCMICHAEL, A. J., *et al.* Global environmental change and health: impacts, inequalities, and the health sector. **BMJ : British Medical Journal**, v. 336, n. 7637, p. 191–194, 26 jan. 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2214484/>>.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C.A. **Clima urbano**. [S.l.]: CONTEXTO, 2003. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=oXJAN4I-xoIC>>.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia Noções Básicas e Climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de textos. 206p, 2007.

MILOJEVIC, Ai *et al.* Methods to Estimate Acclimatization to Urban Heat Island Effects on Heat- and Cold-Related Mortality. **Environmental Health Perspectives**, v. 124, n. 7, p. 1016–1022, jul. 2016. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4937865/>>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). **Doenças cardiovasculares causam quase 30% das mortes no País**. 2011. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/saude/2011/09/doencas-cardiovasculares-causam-quase-30-das-mortes-no-pais>>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). **Prevenção clínica de doença cardiovascular, cerebrovascular e renal crônica**. Brasília: ministério da saúde, 2006.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). Secretaria de Vigilância em Saúde. Instrução normativa nº 01, de 7 de março de 2005. **Regulamenta a Portaria GM/MS nº 1.172/04, no que se refere às competências da União, estados, municípios e Distrito Federal na área de vigilância em saúde ambiental**. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/2005/int0001\\_07\\_03\\_2005.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/2005/int0001_07_03_2005.html)>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS). **Situação Epidemiológica - Dados**. 2015. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/671-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/doencas-cronicas-nao-transmissiveis/11232-situacaoepidemiologica-dados>>. Acesso em: 10 de novembro de 2016.

MonitorAR Rio. **Programa de monitoramento da qualidade do ar**. Qualidade do ar na cidade do Rio de Janeiro. Relatório da rede monitorar-Rio. 2011-2012. Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/3252594/4114836/RelatorioMonitorar20112012.pdf>>.

MONTEIRO L. M. **Modelos Preditivos de Conforto Térmico: Quantificação de relação entre variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos.** Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. (tese de doutorado), 2008.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 61-79, jan./mar. 2012.

MORAES, N.O.; MARTON, E.; PIMENTEL, L.C.G. **Simulações Numéricas da Formação de Ilha de Calor na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ. Vol. 28, n.2. p. 116-138. 2005.

MORROW, G.; BOWEN, K. Accounting for health in climate change policies: a case study of Fiji. **Global health action.** v. 7, p. 23550, 2014.

MOSELEY, P. L. Heat shock proteins and heat adaptation of the whole organism. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985).** v. 83, n. 5, p. 1413–1417, nov. 1997.

MURARA, P.G. ; COELHO, M.S.Z.S; AMORIM, M.C.C.T. Análise da influência meteorológica nas internações por doenças cardiovasculares. **Caderno Prudentino de Geografia.** n.32, vol.1, p.53-65, jan/jun. 2010.

MURARA, P.G.S. **Variabilidade Climática e Doenças Circulatórias e Respiratórias em Florianópolis (SC):** uma contribuição à Climatologia Médica. Universidade Federal de Santa Catarina. [Dissertação de mestrado]. Florianópolis, 2012.

MUTHERS, S.; MATZARAKIS, A.; KOCH, E. Summer climate and mortality in Vienna - a human-biometeorological approach of heat-related mortality during the heat waves in 2003. **Wien Klin Wochenschr.** Sep;122(17-18) p.:525-31. 2010.

NATAL, E.F. **Análise da influência das variáveis climáticas na mortalidade por doenças do aparelho circulatório no distrito federal.** Universidade de Brasília. [Dissertação de mestrado]. Brasília. 2015.

NATAL, E.F; LARANJA, R.E.P; ALMEIDA, E.A.K. Análise da influência das variáveis climáticas na mortalidade por doenças do aparelho circulatório no Distrito Federal, Brasil, 2003-2012 **Revista de Saúde Pública** Santa Cat., Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 25-36, set./dez. 2016.

NERI M.; SOARES W. Desigualdade social e saúde no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública.**;18(Supl): p. 77-87. 2002.

NETTER, F. H. **Atlas de Anatomia Humana.** 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

NOBREGA, M.M. A desidratação corporal de atletas amadores de futsal. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**. São Paulo, v.1, n.5, p.24-36. Set/Out. 2007.

NOGUEIRA, M.C; RIBEIRO, L.C; CRUZ, O.G. Desigualdades sociais na mortalidade cardiovascular precoce em um município de médio porte no Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**. vol.25 no.11 Rio de Janeiro Nov. 2009.

O'GARA, P.T.; KUSHNER, F.G.; *et al.* 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. **Circulation**. 127:e362-e425. 2013

OLIVEIRA, G.M.M; SILVA, N.A.S; KLEIN, C.H. Mortalidade Compensada por Doenças Cardiovasculares no Período de 1980 a 1999 – Brasil. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. 85, n, 5, Novembro 2005.

ONOZUKA, D.; HAGIHARA, A. All-Cause and Cause-Specific Risk of Emergency Transport Attributable to Temperature: A Nationwide Study. **Medicine**. v. 94, n. 51, p. e2259, dez. 2015.

OPIE, L.H. **Heart Physiology**: From Cell to Circulation. [S.l.]: Lippincott Williams & Wilkins, 2004. Disponível em:  
<<https://books.google.com.br/books?id=CPVSg69CPMsC>>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Dia Mundial do coração**. 2016. 2016. Disponível em:<  
[http://www.paho.org/bireme/index.php?option=com\\_content&view=article&id=340:dia-mundial-do-coracao-2016&Itemid=183](http://www.paho.org/bireme/index.php?option=com_content&view=article&id=340:dia-mundial-do-coracao-2016&Itemid=183)>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Enfermidades cardiovasculares**. 2015. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/es/>>. Acesso em: 08 de novembro de 2016.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. (OMS). **Definition of environmental health developed at WHO consultation in Sofia, Bulgária, 1993** [online] [acesso em 12 janeiro de 2018]. Disponível em:< <http://health.gov/environment/definitionenvhealth/ehdef2.htm>>.

OTINIANO, M.E, *et al.* Self-reported heart attack in Mexican-American elders: examination of incidence, prevalence, and 7-year mortality. **Journal of the American Geriatrics Society**. n.51, v.7, p.923-9. Jul, 2003.

PAIXÃO, E. J.; NOGUEIRA, P. J. Efeitos de uma onda de calor na mortalidade. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**. v. 21, n.1 (Janeiro-Junho de 2003) p. 41-54.

PANAGIOTAKOS, D.B. *et al.* Climatological variations in daily hospital admissions for acute coronary syndromes. **International Journal of Cardiology**. V. 94, Issues 2–3, , Pages 229-233. April 2004.

PESARO, A. E.P; SERRANO J.R., C.V; NICOLAU, J.C. Infarto agudo do miocárdio: síndrome coronariana aguda com supradesnível do segmento ST. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 50, p. 214–220, 2004.

PIEGAS, L.S.; FEITOSA, G.; MATTOS, L.A.; NICOLAU, J.C.; ROSSI NETO, J.M.; *et al.* Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Tratamento do Infarto agudo do Miocárdio com Supradesnível do Segmento ST. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**.;93(6 supl.2):e179-e264. 2009.

PINTARIĆ, S, *et al.* Impact of meteorological parameters and air pollution on emergency department visits for cardiovascular diseases in the city of Zagreb, Croatia. **Arhiv Za Higijenu Rada I Toksikologiju**.v.67, n.3, p.240-246. Sep 1, 2016.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Análise da unidade de conservação e prefeitura do Rio de Janeiro**. Características Geográficas. [web]. 2009.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Estratégia de Adaptação às mudanças climáticas da cidade do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. Dez, 2016.

PubMed Health. **How does the blood circulatory system work?**. 2016. Revista de Saúde Meio Ambiente e sustentabilidade – **INTERFACEHS**, v.6, n.2 – Agosto 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmedhealth/PMH0072434/>>. Acesso em 09 de novembro de 2016.

QUANDT, F.L. *et al.* Saúde Ambiental e atenção à saúde: construção e ressignificação de referências. **Cadernos de Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v. 22, n.2, p.: 150-7. 2014.

RIBEIRO, H. Saúde Pública e meio ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos. **Saúde e Sociedade**, v. 13, p. 70–80, 2004.

RIBEIRO, S.; FURTADO, C.; PEREIRA, J. Association between cardiovascular disease and socioeconomic level in Portugal. **Revista Portuguesa de Cardiologia**.;n.32, v.11, p.847-54. Nov,2013.

ROTH, G.A, *et al.* Demographic and Epidemiologic Drivers of Global Cardiovascular Mortality. **New England Journal of Medicine**. 2015 Apr 2; v.372, n.14, p.1333–1341.

SALMOND, J. A. *et al.* Health and climate related ecosystem services provided by street trees in the urban environment. **Environmental Health**, v. 15, n. Suppl 1, p. 36, 2016. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4895605/>>.

SCHLADER, Z. J. The human thermoneutral and thermal comfort zones: Thermal comfort in your own skin blood flow. **Temperature (Austin, Tex.)**, v. 2, n. 1, p. 47–48, mar. 2015.

SCHMALSTIEG, F. C. Jr; GOLDMAN, A. S. Birth of the science of immunology. **Journal of medical biography**. v. 18, n. 2, p. 88–98, maio 2010.

SCHWARTZ, J., SAMET, J.M., PATZ, J.A. Hospital admissions for heart disease: the effects of temperature and humidity. **Epidemiology**. 2004 Nov; v.15, n.6, p.755-61.

SCOTT, J. John Snow on steroids: the use of spatial epidemiology to untangle the HCV epidemic in Egypt. *Hepatology* (**Baltimore, Md.**). v. 60, n. 4, p. 1124–1125, out. 2014.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE. **TABNET**. 2016. Disponível em:<[http://tabnet.rio.rj.gov.br/cgi-bin/tabnet?sim/definicoes/sim\\_apos2005.def](http://tabnet.rio.rj.gov.br/cgi-bin/tabnet?sim/definicoes/sim_apos2005.def)>. Acesso em: 25 de março de 2017.

SEPOSO, X. T.; DANG, T. N.; HONDA, Y. Evaluating the Effects of Temperature on Mortality in Manila City (Philippines) from 2006-2010 Using a Distributed Lag Nonlinear Model. **International journal of environmental research and public health**. v. 12, n. 6, p. 6842–6857, jun. 2015.

SETTE, D. M. e RIBEIRO, H. Interações entre o clima, o tempo e a saúde humana. **Revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade**. v.6, n. 2; ago.2011.

SETTE, D. M.; RIBEIRO, H; SILVA, E.N. O índice de temperatura fisiológica equivalent (pet) aplicado a londrina - pr. e sua relação com as doenças respiratórias. **Revista geonorte**, Edição Especial 2, v.2, n.5, p.813 – 825 , 2012.

SHAROVSKY, R.; CÉSAR, L. A. M. Increase in mortality due to myocardial infarction in the Brazilian city of São Paulo during winter. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 78, p. 106–109, 2002.

SILVA, E.N.; RIBEIRO, H.; SANTANA, P. Clima e saúde em contextos urbanos: uma revisão da literatura. **Revista bibliográfica de geografia y ciencias sociales**. Universidad de Barcelona. v. XIX, nº 1092, 30 de septiembre de 2014.

SOARES, G.P, *et al.* Mortalidade por Doenças Isquêmicas do Coração, Cerebrovasculares e Causas Mal Definidas nas Regiões do Estado do Rio de Janeiro, 1980-2007. **Revista SOCERJ ( Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro)**. v.22, n.3, p.142-150. Mai/jun, 2009.

SOBRAL, H.R. Heat island in São Paulo, Brasil: Effects on health, In: **Critical Public Health**. V.15, n.2, p. 147-156. 2005.

STEWART, S. *et al.* Seasonal variations in cardiovascular disease. **Nature Reviews Cardiology**; v.14, n.11, p.654-664. Nov, 2017.

TAMBELLINI, A. T.; CÂMARA, V.M. A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 3, p. 47–59, 1998.

TANSEY, E. A.; JOHNSON, C. D. Recent advances in thermoregulation. **Advances in physiology education**. v. 39, n. 3, p. 139–148, set. 2015.

TORRES, F.T.P.; MARTINS, L.A. Fatores que influenciam na concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de geografia - revista on line**. Instituto de Geografia ufu Programa de Pós-graduação em Geografia.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. *Corpo humano: fundamentos de anatomia e fisiologia*. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TOY, S.; KANTOR, N. Evaluation of human thermal comfort ranges in urban climate of winter cities on the example of Erzurum city. **Environmental science and pollution research international**. 29 out. 2016.

TRIGO, R.M, *et al.* Evaluating the impact of extreme temperature based indices in the 2003 heatwave excessive mortality in Portugal. **Environmental Science & Policy**. v. 12, Issue 7, Pages 844-854. November, 2009.

UJVARI, S. C. **A história e suas epidemias: a convivência do homem com os microorganismos**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Senac Rio e Editora Senac São Paulo, 2003. 328p.

VAN SOMEREN, E.J W *et al.* The experienced temperature sensitivity and regulation survey. Temperature: **Multidisciplinary Biomedical Journal**, v. 3, n. 1, p. 59–76, 2016. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4861187/>>.

VIEITES, R. G.; FREITAS, I. A. Pavlovsky e Sorre: duas importantes contribuições à Geografia Médica. **Ateliê Geográfico**, v.1, n.2, p. 187-201, 2007. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/atelie/article/view/3020>>. Acesso em 26 Ago. 2016.

WANG, H., *et al.* Effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of acute myocardial infarction in Hiroshima City, Japan. *Hiroshima Journal of Medical Sciences*. v.55, n.2, p.45-51. Jun, 2006.

WILMOT, K.A. *et al.* Coronary Heart Disease Mortality Declines in the United States From 1979 Through 2011 Evidence for Stagnation in Young Adults, Especially Women. **Circulation**. v.132, n.11, p. 997–1002. Sep 15, 2015.

WILSON, L. A. *et al.* The impact of heat on mortality and morbidity in the Greater Metropolitan Sydney Region: a case crossover analysis. **Environmental Health**, v. 12, p. 98–98, 2013. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3842658/>>.

XU, Z. *et al.* Impact of heatwave on mortality under different heatwave definitions: A systematic review and meta-analysis. **Environment international**. v. 89–90, p. 193–203, maio 2016.

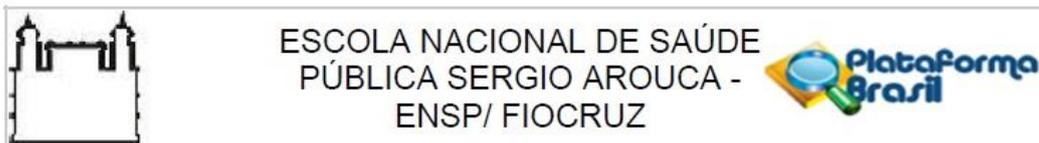
YUSUF, S, *et al.* Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. **The Lancet**. 2004. Sep 11-17;v.364, n.9438, p.937-52.

ZHANG, X. *et al.* Cardiovascular disease-induced thermal responses during passive heat stress: an integrated computational study. **International journal for numerical methods in biomedical engineering**. v. 32, n. 11, nov 2016.

ZHAOXING, T., et al. The Characteristic of Heat Wave Effects on Coronary Heart Disease Mortality in Beijing, China: A Time Series Study. **PLoS One**. v.8, n.9. 2013.

## Anexo

Parecer consubstanciado



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Influência das Variáveis Meteorológicas nos Óbitos por Doenças Cardiovasculares no Município do Rio de Janeiro.

**Pesquisador:** NATAN BOY

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 65667917.9.0000.5240

**Instituição Proponente:** Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.046.637