



Impacto de Ondas de Frio e Ondas de Calor na Saúde Renal: um Estudo Exploratório Baseado em Resultados de Clearance Creatinina

Renan Cyrillo Lima*, Ana Maria Heuminski de Avila[†], Eliana Cotta de Faria[‡], Paula Dornhofer Paro Costa*

*Depto. Eng. de Computação e Automação (DCA), Faculdade de Eng. Elétrica e de Computação (FEEC)

[†]Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (CEPAGRI)

[‡]Depto. de Patologia Clínica, Faculdade de Ciências Médicas (FCM)

Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Campinas, Brasil

e-mail: r223978@dac.unicamp.br, paulad@unicamp.br

Resumo—Os biomarcadores são parâmetros do organismo que podem ser medidos para avaliar o estado de saúde de um indivíduo. É o caso, por exemplo, da creatinina, biomarcador associado às funções renais. No estudo dos impactos de variáveis ambientais na saúde humana, a literatura traz evidências de que eventos extremos tais como ondas de calor ou ondas de frio, podem impactar os valores típicos de biomarcadores observados na população. Nesse contexto, o presente trabalho conduz um estudo observacional retrospectivo que avaliou se é possível observar alguma alteração na distribuição de resultados de exames de Clearance de Creatinina, considerando-se períodos de exposição a ondas de calor ou de frio, comparados a períodos de controle, sem exposição a eventos extremos de temperatura ambiental. Foram analisados cerca de 8000 resultados de exames realizados na cidade de Campinas (São Paulo, Brasil), no período de 2008 a 2019, integrados a dados de ocorrência de ondas de calor e de frio no mesmo período na cidade. As análises iniciais, envolvendo testes não-paramétricos de Mann-Whitney, mostraram que é possível observar a diferença nas distribuições de resultados de exames, considerando-se estratos etários e de gênero, específicos, com destaque especial para as mulheres.

Palavras-chave—Clearance Creatinina, Ondas de Calor, Ondas de Frio, Clima, Saúde

I. INTRODUÇÃO

O diagnóstico padrão de quadros clínicos renais se baseia principalmente na taxa de filtração glomerular (TFG) que, em prática clínica, é estimada a partir dos biomarcadores séricos, com grande importância atribuída à creatinina sérica (hemograma) e ao Clearance de Creatinina (calculado a partir de parâmetros nefrológicos) [1], [2].

Com foco no Clearance de Creatinina, o presente trabalho processa os resultados do banco de dados de exames clínicos laboratoriais, no período de 2008 a 2019, do Laboratório

Este trabalho foi financiado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), CNPq.

Municipal de Campinas (LMC), obtido por meio de projeto de pesquisa em parceria com a Secretaria Municipal de Saúde de Campinas. Em particular, foram processados cerca de 8000 resultados de pacientes que realizaram o exame.

Ao banco de dados da saúde, foram acrescentadas informações de parâmetros climáticos e datas de ocorrência de ondas de frio e de calor, na cidade de Campinas, no mesmo período. Os eventos de extremos de temperatura foram obtidos a partir do processamento dos dados da estação meteorológica mantida pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Os dados obtidos do IAC, incluem informações climáticas da cidade de Campinas com uma janela temporal de 1961 até 2018, englobando variáveis como temperatura máxima, mínima, média, umidade, hora de coleta, etc. Para este trabalho, utilizou-se a definição de ondas de frio e calor de Geirinhas [3] para assim, montarmos um *lag* temporal que responderá qual o tamanho do efeito climático sobre os resultados de exames.

II. METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consistiu, primeiramente, na construção de um banco de dados integrado de resultados de exames de Clearance de Creatinina e informações de datas de ocorrência de ondas de frio e de calor na cidade de Campinas, no período de 2008 a 2019. Essa etapa do trabalho envolveu uma série de transformações para garantir a qualidade dos dados estudados, tais como a remoção de linhas incompletas, duplicadas ou identificadas como “outliers”. Além disso, os dados foram anonimizados, extraindo-se todas as informações que associadas a identificadores pessoais.

A análise do impacto das ondas de frio e de calor consistiu, primeiramente, na amostragem de dados do banco de indivíduos controle e indivíduos que foram expostos aos eventos extremos de calor ou de frio.

As distribuições amostradas resultaram distribuições não-normais e, assim, buscou-se alternativas não paramétricas de análise, destacando-se o Teste-U de Mann-Whitney, utilizado neste trabalho.

Nas análises realizadas, a hipótese nula considerada foi de que as distribuições entre grupo controle e grupo exposto não estão deslocadas entre si. Para a rejeição da hipótese nula, foi considerado valor-p ≤ 0.05 . Nestes casos, a hipótese alternativa considerada foi que as distribuições estão deslocadas entre si, ou seja, uma evidência de que o grupo exposto tem resultados de Clearance de Creatinina alterados em relação ao grupo controle.

Finalmente, considerou-se também que o efeito de uma onda de calor ou de frio poderia se dar de maneira retardada, ou seja, que o efeito da exposição poderia ser observado apenas alguns dias após o início da onda. Assim, as análises foram repetidas considerando-se amostragens de grupo controle e grupo de exposição com *lags* de 1 a 10 dias.

III. RESULTADOS

A caracterização geral do banco de resultados é resumida na Tabela I.

Var.	Tipo	Janela
Resultado	Contínua	2 - 151 (ml/min/1.73m ²)
Data	Data	03/mar/2008 - 31/mai/2019
Sexo	Categórica	M e F (Masculino - 52.7% e Feminino - 47.3%)
Idade	Contínua	0 - 100 (anos)

Tabela I

SUMÁRIO ESTATÍSTICAS BANCO DE EXAMES LMC.

O banco conta com registros de mais oito mil pacientes ao longo de 11 anos, de idades e gêneros variados (vide gráfico da Figura 1). A seguinte estratificação por idade foi adotada, seguindo estratificações adotadas pelo LMC e pelas diretrizes de doenças do rim [1]:

- 0 - 2 anos: Infantes
- 2 - 12 anos: Crianças
- 13 - 19 anos: Adolescentes
- 20 - 39 anos: Jovens Adultos
- 40 - 64 anos: Adultos
- 64 anos ou mais: Idosos

Considerando-se a faixa ideal do Clearance Creatinina o intervalo de valores entre 70 a 151 ml/min/1.73m², é possível observar a distribuição dos resultados laboratoriais em sua divisão por sexo (Figura 2), por ano (Figura 3) e por faixa etária (Figura 4). Desses, é visível que a estratificação por idade é a mais afetada em termos do resultado, com crianças com médias elevadas e pessoas de maior idade abaixo do desejável da faixa de CLCRE. Da Figura 2, é possível perceber que homens, mesmo em maior proporção, possuem valor médio mais baixo que o das mulheres e, da Figura 3, é perceptível que a variação do biomarcador ao longo dos anos

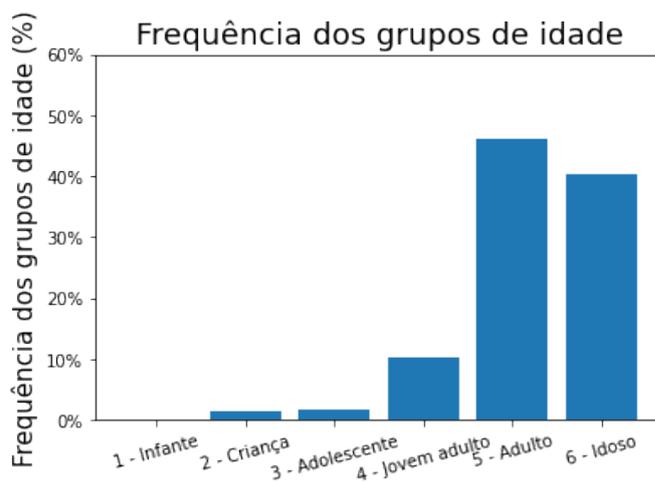


Figura 1. Proporção, em porcentagem das faixas etárias presentes no banco de dados.

permanece estável, com a média raramente adentrando a faixa de valores desejáveis.

Vale destacar que o Clearance de Creatinina é um exame tipicamente solicitado a pacientes com suspeita de alteração renal, envolvendo um procedimento de coleta que se estende ao longo de 24 horas. Assim sendo, é possível afirmar que a amostra de resultados do banco de dados analisado caracteriza uma amostra possivelmente enviesada para valores fora da faixa de referência, como observado nas estatísticas descritivas apresentadas.

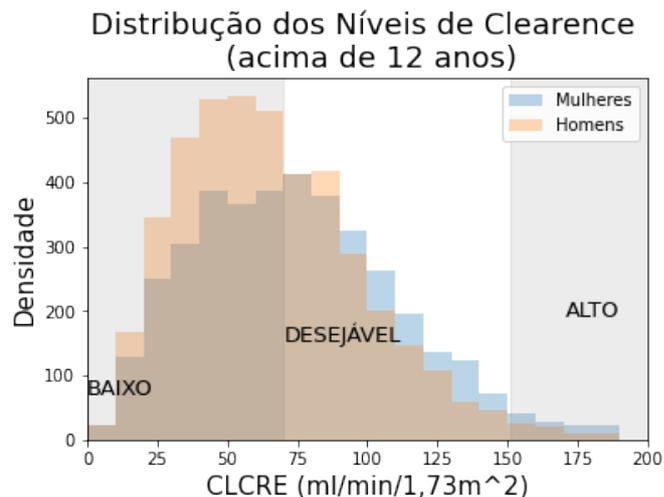


Figura 2. Distribuição dos resultados sob estratificação de gênero.

O teste de Mann-Whitney para o banco de dados geral, sem estratificações, não apontou diferença de distribuição estatisticamente significativa para os valores de resultados de exames sob eventos extremos de ondas de frio ou calor.

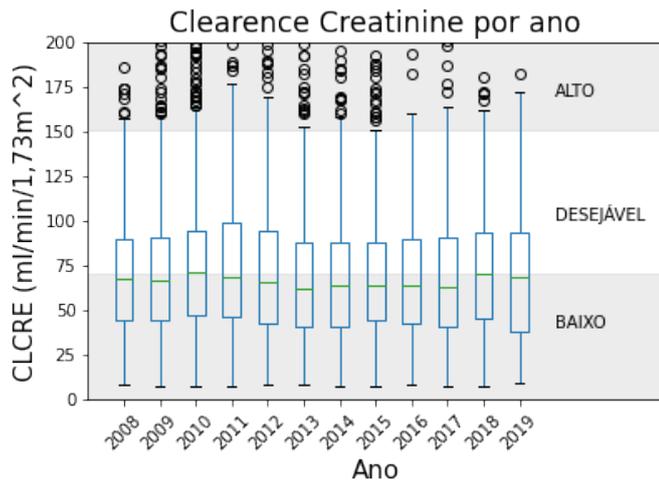


Figura 3. Proporção, em porcentagem das faixas etárias presentes no banco de dados.

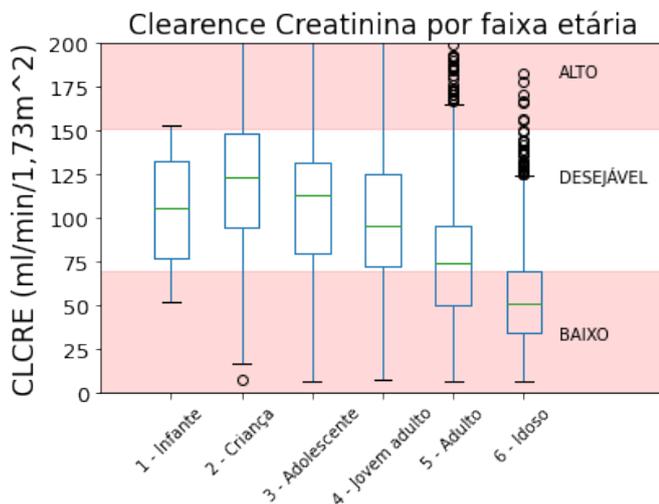


Figura 4. Proporção, em porcentagem das faixas etárias presentes no banco de dados.

No entanto, as tabelas II e III evidenciam que foi possível observar diferença nas distribuições de resultados de exames sob ondas de frio e de calor para determinadas estratificações de idade e gênero. Em particular, observa-se que as mulheres são as que apresentam maior alteração na distribuição, com efeito duradouro exposição ao longo de vários dias. Para os homens os efeitos são estatisticamente observáveis para homens jovens abaixo dos 20 anos.

IV. CONCLUSÃO

O trabalho apresentou os resultados de um estudo exploratório sobre o impacto de eventos extremos de ondas de calor e de frio na distribuição de resultados de exame de Clearance

Grupo	Lag (dias)	P-valor	Significância
Mulheres entre 20 e 65 anos	5	0.037	*
Mulheres acima de 65 anos	0	0.007	**
Mulheres acima de 65 anos	2	< 0.001	**
Mulheres acima de 65 anos	10	0.049	*
Homens acima de 65 anos	9	0.022	*
Mulheres abaixo de 20 anos	0	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	1	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	2	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	4	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	5	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	6	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	8	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	10	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	0	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	2	0.033	*
Homens abaixo de 20 anos	3	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	4	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	5	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	10	< 0.001	**

Tabela II

SUMÁRIO DOS GRUPOS E LAGS QUE MOSTRARAM INFLUÊNCIA NOS RESULTADOS DE CREATININA SOB ONDAS DE FRIO.

Creatinina na população de Campinas no período de 2008 a 2019.

As análises iniciais conduzidas com testes não-paramétricos de Mann-Whitney mostraram que é possível observar a diferença nas distribuições de resultados de exames, considerando-se estratos específicos. Em particular, as mulheres, com destaque para as mulheres jovens, caracterizam um estrato com resultados estatisticamente significativos.

REFERÊNCIAS

- [1] K. Gm, "Doença Renal Crônica (Pré-terapia Renal Substitutiva): Diagnóstico," p. 22.
- [2] G. C. Hegerl, F. W. Zwiers, P. Braconnot, N. P. Gillett, Y. Luo, J. Marengo Orsini, N. Nicholls, J. E. Penner, and P. A. Stott, "Understanding and attributing climate change," 2007.
- [3] J. L. Geirinhas, R. M. Trigo, R. Libonati, and L. de Faria Peres1, "Caracterização Climática de Ondas de Calor no Brasil," *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ*, pp. 333–350, 2018.

Grupo	Lag (dias)	P-valor	Significância
Mulheres entre 20 e 65 anos	2	0.046	*
Homens entre 20 e 65 anos	3	0.044	*
Mulheres acima de 65 anos	4	0.019	*
Mulheres acima de 65 anos	8	0.035	*
Mulheres abaixo de 20 anos	0	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	1	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	2	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	4	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	6	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	7	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	8	< 0.001	**
Mulheres abaixo de 20 anos	10	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	1	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	2	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	3	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	4	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	6	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	7	< 0.001	**
Homens abaixo de 20 anos	9	< 0.001	**

Tabela III

SUMÁRIO DOS GRUPOS E LAGS QUE MOSTRARAM INFLUÊNCIA NOS RESULTADOS DE CREATININA SOB ONDAS DE CALOR.