Insper Instituto de Ensino e Pesquisa

Ciências Econômicas

MURILO REIS TOCCHETON

ONDAS DE CALOR E VIOLÊNCIA DOMÉSTICA: EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL

SÃO PAULO

2025

Murilo Reis Toccheton

ONDAS DE CALOR E VIOLÊNCIA DOMÉSTICA: EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL

Monografia elaborada pelo autor no Programa de Graduação em Economia como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Economia

Orientador

Adriano Dutra Teixeira
Insper

SÃO PAULO

2025

Agradecimentos

Sem as pessoas que vivem ao meu redor, com certeza eu não seria quem sou hoje. Gostaria de começar agradecendo aos meus pais, que não só nunca mediram esforços para me proporcionar a melhor educação e formação, mas também acreditaram no desafio que propus ao fazer dupla graduação no Insper. Obrigado à minha irmã, por todos os conselhos que me deu durante a minha graduação, e por ser minha grande referência neste mundo de negócios.

Gostaria de agradecer também ao meu orientador, Adriano Dutra, por todo apoio que me deu durante este ano e por ter me guiado neste desafio que foi conduzir esta monografia.

Aos meus amigos que me acompanharam durante meu tempo de Insper, obrigado por todo o companheirismo e por tudo que construímos juntos. Por fim, um agradecimento especial à Tatiana Mires, por sempre ressaltar o potencial que possuo, e me mostrar que sou capaz de conquistar tudo o que almejo. Sua compaixão é admirável.

Sem vocês, nada valeria a pena.

Resumo

Este artigo busca fornecer evidências sobre os impactos de mudanças climáticas, especificamente ondas de calor, na violência doméstica no Brasil. Na parte teórica do trabalho, é estruturado um diagrama, adaptado do modelo CLASH (CLimate, Agression, and Self-Control in Humans) visando entender como a temperatura local molda a cultura e o processo decisório dos indivíduos, podendo levá-los a cometer atos como violência doméstica, ou mortes relacionadas a saúde mental, como suicídio. Na parte empírica, serão utilizados dados criminais (mortes por agressão e saúde mental), populacionais e climáticos, como temperatura máxima e uma variável criada pelo autor caracterizando uma onda de calor, via grades diárias, para assim estimar o efeito deste fenômeno de ondas de calor em casos de violência. O método utilizado foi o *Diff n Diff*, com o estimador de Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2024), e os resultados encontrados foram efeitos positivos significativos para o aumento de mortes por agressão e por doenças causadas pelo consumo de álcool, quando o município sofre com uma onda de calor. As evidências encontradas indicam que há um efeito quase imediato, sendo refletido nas primeiras semanas, e depois se dissipa, o que confirma a hipótese teórica.

Palavras-chave: Ondas de calor, violência doméstica, saúde mental, modelo CLASH, Diff n Diff Chaisemartin, grades diárias de clima.

Abstract

This article aims to provide evidence on the impacts of climate change—specifically heat waves—on domestic violence in Brazil. In the theoretical section, a diagram adapted from the CLASH model (CLimate, Aggression, and Self-Control in Humans) is presented, aiming to understand how local temperature shapes culture and individual decision-making, potentially leading people to commit acts such as domestic violence. In the empirical section, the study uses criminal data (deaths by aggression and mental health-related causes), population data, and climate data—such as maximum temperature and a heat wave variable created by the author using daily grid data—to estimate the effect of heat waves on violent incidents. The method applied is the Difference-in-Differences approach by Chaisemartin and D'Haultfoeuille (2024). The results show significant positive effects of heat waves on the increase in deaths by aggression and alcohol-related diseases when a municipality is experiencing a heat wave. The effect is nearly immediate, peaking in the second, third, and fourth weeks, then dissipating—supporting the theoretical hypothesis that heat shocks may increase the likelihood of individuals committing aggressive offenses.

Keywords: Heat waves, domestic violence, mental health, CLASH model, Chaisemartin Diff-in-Diff, daily gridded climate data.

Sumário

1. **Introdução** 7
2. **Revisão de Literatura** 9
   2.1 **Literatura Teórica** 9
   2.2 **Literatura empírica** 11
3. **Modelo Teórico de CLASH** 13
4. **Dados** 16
5. **Estratégia Empírica** 20
   5.1 **Processo de escolha do método** 20
   5.2 **Explicação do método** 21
6. **Resultados** 23
7. **Conclusão** 28

1. Introdução

O aquecimento global é uma pauta em destaque desde o início do século XXI. Mudanças climáticas, como ondas de calor, estão sendo projetadas para serem cade vez mais frequentes e mais intensas (IPCC, 2012), em decorrência da destruição da camada de ozônio (Hartmann et al., 2001). Direta e indiretamente, o impacto deste fenômeno é inimaginável, afetando desde as circunstâncias do cotidiano, até situações mais extremas. Por conta disso, muitos estudos buscam metrificar os efeitos que as mudanças climáticas estão tendo no mundo atualmente.

Hoje em dia, em um mundo voltado majoritariamente para necessidades financeiras, o *tradeoff* entre o crescimento de indústrias, empresas e fábricas, às custas de uma emissão demasiada de CO_2 (Sari e Soytas 2020; Bildirici e Gökmenoğlu, 2017), culmina diretamente nas mudanças climáticas que vivemos. Olhando para uma visão fora da economia, os impactos de mudanças climáticas para a sociedade são alarmantes. No período de 1996 até 2010, a taxa de mortalidade da população em São Paulo foi 5,8% maior em períodos caracterizados como "dias de onda de calor" [1] do que nos dias que este comportamento não era observado, tendo um grande efeito em pessoas com doenças respiratórias e cardiovasculares (Son, et al. 2015). Biologicamente falando, o calor extremo possui consequências na liberação hormonal do ser humano, causando problemas como o chamado estresse térmico, além de deixar o corpo mais suscetível a disruptores endócrinos, que afetam o funcionamento normal do sistema endócrino (Seaborg, 2022).

Uma vez comprovado que transformações climáticas impactam hormônios, é possível inferir que pessoas ajam de maneira diferente quando sujeitas a diferentes situações em relação à temperatura. Estudos na área de criminalidade mostram que, mudanças climáticas são causadoras de desastres naturais como inundações ou secas, e, em uma situação como estas, nas quais a população vive em meio a recursos escassos, fazem com que grupos habitantes de regiões vulneráveis tenham que disputar tais recursos, criando uma tensão e possivelmente culminando em atividades criminais (Levy, Sidel e Patz, 2017; Anderson, 2012; Hsiang, Burke e Miguel, 2013). Outra forma de enxergar o problema é, que ao encarar temperaturas mais elevadas e úmidas, as pessoas tendem a ter um maior grau de irritabilidade e sensações negativas, o que as deixa mais suscetíveis a

---

[1] Os autores caracterizaram como ondas de calor períodos em que a temperatura foi maior que 25,6°C durante 2 ou mais dias.

[2] Emile Durkheim (1858-1917), sociólogo francês, foi o primeiro a estudar condições climáticas e a propensão a cometer suicídio, quem também é considerado um crime contra o próprio corpo.

tomarem atitudes impulsivas, possivelmente atos ilegais, como agressões, assédio verbal ou até mesmo suicídio[2]. Já em temperaturas mais amenas e frias, a tendência é que os crimes contra propriedade sejam os mais cometidos (Kamarkar, 2022, p. 2; Ranson, 2014; Espinosa, Green, 2017). Por outro lado, há evidências de que em dias chuvosos, a taxa de crimes violentos é reduzida, visto que há uma limitação natural para atividades ao ar livre, e consequentemente, na ocorrência de crimes (Sommer, Lee, Bind, 2018).

Este trabalho busca aprofundar ainda mais na relação entre choques climáticos, mais especificamente o aumento repentino de temperatura, e criminalidade, com foco em violência doméstica e mortes relacionadas a saúde mental. Como dito acima, em dias chuvosos, as atividades ao ar livre são menores, e consequentemente os crimes cometidos na rua também (Kamarkar, 2022, p. 2; Ranson, 2014; Espinosa, Green, 2017). Contudo, isso não pode ser inferido aos crimes cometidos dentro das residências. O Brasil, por conta de seu vasto território, é um país extremamente suscetível às mudanças climáticas. O número de pessoas afetadas por desastres naturais cresceu exponencialmente no período entre 2020 e 2023 (Lacerda, 2024), mostrando que os choques estão acontecendo de forma mais intensa e com uma maior frequência a cada ano. Tudo isso, levando em consideração o clima tropical que a maioria do território se encontra, proporcionando temperaturas elevadas, podem gerar um impacto de aumento de crimes violentos cometidos. Assim, o artigo focará em como estas mudanças climáticas impactam na decisão de cometer um crime de violência doméstica.

A segunda seção deste artigo trará uma revisão de literatura, de *papers* tanto empíricos quanto teóricos, para fundamentar a análise a ser feita. A terceira seção tratará do modelo teórico, no qual será embasada a teoria, enquanto a quarta seção será a apresentação dos dados, seguido pela análise empírica, buscando dados reais para contribuir ou refutar a hipótese econômica da teórica e, por fim, chegando na seção final, de exposição dos resultados.

---

[1] Os autores caracterizaram como ondas de calor períodos em que a temperatura foi maior que 25,6°C durante 2 ou mais dias.

[2] Emile Durkheim (1858-1917), sociólogo francês, foi o primeiro a estudar condições climáticas e a propensão a cometer suicídio, quem também é considerado um crime contra o próprio corpo.

2. Revisão de Literatura

2.1 Literatura Teórica

Clima e criminalidade parecem ser duas coisas que não se conversam. Porém, estudos teóricos revelam uma conexão entre mudanças climáticas e uma propensão maior a cometer crimes. Nesta seção, serão apresentados diversos estudos, com abordagens diferentes quanto à decisão de um indivíduo cometer ou não um crime, levando em consideração fatores exógenos, como choques climáticos.

Jacob, Lefgren e Moretti (2007) estudam as dinâmicas do comportamento criminal, levando em consideração choques climáticos. Para iniciar o trabalho, eles comentam que a quantidade de crimes (violentos e contra a propriedade) hoje afeta a quantidade de crimes futuramente, fazendo uma alusão a Teoria da Janela Quebrada[3].

Os resultados encontrados corroboram com a hipótese levantadas por eles. Em um primeiro momento, os autores entenderam que o aumento do crime cometido no primeiro período reduz o crime cometido no segundo. Porém, caso um fator exógeno – como os choques climáticos – modifiquem os "custos" de cometer um crime, o indivíduo pode se sentir mais atraído a cometer um delito. Caso uma alteração na temperatura, por exemplo, aumente os custos de cometer um crime no primeiro período, ou o indivíduo pode escolher deslocar temporalmente o seu ato criminal para o segundo período, ou, caso os benefícios também aumentem, ele opta por cometer no período inicial. Em suma, um aumento exógeno do custo da violência no primeiro período pode aumentar a criminalidade no segundo período, caso as circunstâncias favoreçam colaborem.

Com uma abordagem psicológica, Miles-Novelo e Anderson (2019) mostram que o aquecimento global não é apenas um problema ambiental, mas também um desafio social, com potencial de agravar a agressividade humana. Utilizando o modelo de *General Aggression Model,* a linha de raciocínio foi criada definindo as condições do ambiente estressor[4], ou seja, as mudanças climáticas. A partir do modelo, os atores exploraram como o estresse causado pelo ambiente afeta o indivíduo. Eles também estudaram como crises que geram escassez de recursos incentivam competições entre grupos, levando a conflitos interpessoais. Portanto, como conclusão, infere-se que os choques climáticos afetam tanto o estado afetivo do ser humano (humor, irritabilidade) quanto o cognitivo

---

[3] Desenvolvida pelos cientistas sociais James Q. Wilson e George L. Kelling em 1982, A Teoria da Janela Quebrada diz que sinais visíveis de desordem e negligência na sociedade geram um ambiente propício para a criminalidade.

[4] Um ambiente estressor refere-se a qualquer situação no ambiente que aumentem o estresse psicológico ou fisiológico de uma pessoa, potencialmente elevando a probabilidade de comportamentos agressivos.

(pensamentos de raiva e hostilidade). Ademais, crises causadas por mudanças climáticas, limitando o acesso a recursos, geram conflitos entre pessoas.

Quando se fala de suicídio, o pioneiro no estudo deste campo foi o sociólogo Émile Durkheim (1897). Em seu livro, além de alegar que o suicídio é um crime cometido contra o próprio corpo, ele elenca o ato como um fenômeno social, totalmente correlacionado com o grau de interação e regulação social. Dentre os quatro tipos principais de suicídio, destaco o anômico, que surge em momentos de desorganização social, como crises econômicas ou quando o comportamento humano é alterado. Aqui, faz-se um paralelo com as mudanças climáticas, que, biologicamente comprovado, causam alterações no comportamento dos indivíduos, podendo desencadear em um crime contra o próprio corpo.

Por fim, quando se analisa o impacto de temperaturas extremas na criminalidade, como secas em regiões subsaarianas, Cools, Flatø e Kotsadam (2016), utilizaram de variações na precipitação como um fator exógeno para medir impactos na renda das famílias. Assim, eles desenvolveram teorias como a Teoria da Organização Social e Crime, que sociedades mais pobres, por conta das secas, tendem a ter menos coesão social e um descontrole maior sobre comportamentos violentos, possivelmente levando a uma maior frequência de violência doméstica. Vale destacar também a Teoria do Custo de Oportunidade do Crime, relatando que se a seca reduz oportunidades de emprego e de geração de renda, o custo de oportunidade de cometer uma atividade violenta pode diminuir, levando a um aumento de agressões.

---

[3] Desenvolvida pelos cientistas sociais James Q. Wilson e George L. Kelling em 1982, A Teoria da Janela Quebrada diz que sinais visíveis de desordem e negligência na sociedade geram um ambiente propício para a criminalidade.

[4] Um ambiente estressor refere-se a qualquer situação no ambiente que aumentem o estresse psicológico ou fisiológico de uma pessoa, potencialmente elevando a probabilidade de comportamentos agressivos.

2.2 Literatura empírica

Diversos autores estudam evidências das relações entre os diferentes climas do planeta com a propensão de cometer atos violentos. Nesta seção serão expostas como as diferentes temperaturas e condições climáticas dos territórios impactam na decisão de um indivíduo cometer ou não um crime doméstico.

Na cidade de São Paulo, é possível dizer que a taxa de mortalidade é afetada pela mudança de temperatura (Son, et al. 2015). Olhando para o período entre 1996 e 2010, os autores conduziram um estudo quase-experimental, estimando relações não lineares entre temperatura e mortalidade, usando um modelo dispersado do *Poisson*[5]. Os resultados encontrados foram mostram efeitos significativos entre temperaturas altas e mortes por doenças respiratórias, e para temperaturas baixas e doenças cardiovasculares. O efeito na mortalidade total foi um aumento em 5,4% e 6,1%, respectivamente. Olhando para ambas as doenças juntas, um maior risco de mortalidade está associado a ondas de calor de alta intensidade, e que tem uma longa duração. Porém, na cidade de São Paulo, foi evidenciado que o efeito de temperaturas mais baixas foi maior do que de temperaturas altas, quando conectadas ao risco de mortalidade. Vale ressaltar que os autores levantam alguns pontos de atenção, como São Paulo estar localizado em uma região subtropical, com verões quentes e invernos frios, e chuvas distribuídas ao longo do ano. Além disso, eles comentam que a relação clima-mortalidade difere de cada local e população estudada, porém, mesmo assim, é possível inferir que o clima tem papel relevante no índice analisado.

Para os Estados Unidos, país com outras condições climáticas, os resultados foram diferentes (Zhang et. al, 2014). Por meio de um estudo observacional, foram estudadas ondas de calor em áreas urbanas densamente povoadas e locais com populações vulneráveis (Chicago, Detroit, Filadélfia e Phoenix), entre 1998 e 2006. Os autores buscaram entender a relação que melhor explica o impacto entre as variáveis climáticas e mortalidade. Utilizando um método de *Rainbow forests*[6], os dados são divididos em grupos menores, facilitando a análise dos melhores preditores de uma variável de interesse. No caso do artigo, a variável de interesse era o desvio nas contagens diárias de mortalidade relacionadas ao calor.

---

[5]A distribuição de *Poisson* é uma distribuição de probabilidade discreta que descreve a probabilidade de que um determinado número de eventos aconteça em um intervalo fixo de tempo ou espaço, assumindo que esses eventos ocorrem de forma independente e a uma taxa constante.

[6] O método de *Rainbow Forests* combina diferentes tipos de modelos de aprendizado de máquina, utilizando várias camadas de processamento e dados diversificados para entender padrões complexos.

Os principais resultados encontrados foram que a temperatura aparente – informalmente considerada como a sensação térmica – foi o preditor mais importante de mortalidade relacionadas ao calor em todas as cidades e que, aliada a umidade absoluta, a combinação pode fornecer previsões futuras mais precisas de mortalidade relacionadas à temperatura. Para finalizar, os autores fazem uma ressalva de que há uma variação natural pela individualidade de cada cidade, destacando a necessidade de abordagens locais na formulação de alertas de calor e políticas públicas de saúde locais.

Como citado na seção acima, as mudanças climáticas não possuem relação apenas com a mortalidade. É comprovado que um aumento da temperatura em um grau Fahrenheit na temperatura média mensal resultou em um aumento de 0,48% nas visitas a departamentos de emergências e de 0,35% nas taxas de suicídio (Mullins e White, 2019). Os autores, também com um estudo observacional, utilizam de um painel de efeitos fixos em que dados de saúde mental são combinados com variáveis climáticas em escalas espaciais e temporais detalhadas. A análise abrange um período extenso (décadas de dados) e considera fatores como o mês do ano e a localização geográfica, permitindo que as estimativas capturem variações dentro de uma mesma área ao longo do tempo. Além do resultado supracitado, os autores mostram que a relação entre aumento de temperatura com uma piora da saúde mental possui uma relação quase linear, sem um ponto de inflexão, e que os resultados são imediatos, sem evidências de deslocamento temporal.

Olhando para o outro lado do mundo, em um país com características climáticas bem diferentes dos estudados acima, Otrachshenko, Popova e Tavares (2021) analisam como temperaturas extremas se relacionam com mortalidade violenta na Rússia. Por meio de um modelo econométrico de painel com efeitos fixos regionais e temporais, os autores encontram resultados significativos para dias com temperaturas extremamente altas, aumentando a mortalidade violenta, porém os resultados de temperaturas extremamente baixas não tiveram impacto significativos. Além disso, eles relataram que o efeito do calor varia dependendo do gênero e da faixa etária do indivíduo, e é mais evidente aos finais de semana. Por fim, eles concluem o estudo utilizando de atributos adicionais como o consumo de *vodka*, mostrando que regiões com menor consumo da bebida típica local tendem a ter um menor impacto da temperatura na violência.

---

[5]A distribuição de *Poisson* é uma distribuição de probabilidade discreta que descreve a probabilidade de que um determinado número de eventos aconteça em um intervalo fixo de tempo ou espaço, assumindo que esses eventos ocorrem de forma independente e a uma taxa constante.

[6] O método de *Rainbow Forests* combina diferentes tipos de modelos de aprendizado de máquina, utilizando várias camadas de processamento e dados diversificados para entender padrões complexos.

3. Modelo Teórico de CLASH

A fundamentação econômica deste trabalho será construída por meio de um diagrama teórico, partindo do modelo *CLASH (Climate, Aggression and Self-control in Humans),* criado por Van Lange, Rinderu, e Bushman (2017), no qual a temperatura média e a variação sazonal, caracterizada como a amplitude climáticas ao longo do ano, seja por conta das estações ou por choques climáticos, como invernos frios e verões quentes influenciam a orientação temporal, isto é, a tendência da população de tomar decisões focadas no presente, ou no futuro, que também impacta diretamente no autocontrole das pessoas.

Por meio deste modelo, estabelece-se uma conexão concreta entre o clima e o cotidiano da população. O clima é um fator que molda a cultura de cada população, que por sua vez, determinam comportamentos sociais e individuais (Coccia, 2017). Um bom ponto de partida para entender a relação supracitada é a Teoria de Evitação da Incerteza, na qual sociedade com climas imprevisíveis podem desenvolver culturas com alta evitação de incerteza, criando padrões de vida e regras rígidas para mitigar a imprevisibilidade, enquanto aquelas com baixa evitação se mostram mais lenientes e possuem regras menos formais (Hofstede, 2001).

Os autores, para criar o modelo *CLASH*, aprimoraram duas outras teorias: A primeira delas, a Teoria da Agressão Geral (TAG) (Anderson e Bushman, 2002), sugere que alguns traços pessoais e situacionais aumentam a agressividade através de sentimentos de raiva, pensamentos agressivos e excitação fisiológica. Assim, o calor – como uma variável situacional – aumenta a agressividade, que pode desencadear comportamentos violentos (Seaborg, 2022). É possível dizer, então, que Van Lange, Rinderu, e Bushman complementaram a TAG, estudando o impacto cultural e evolutivo do clima sobre a agressão. O modelo *CLASH* explora como a temperatura média e a variação sazonal, ao longo do tempo, moldam a cultura e o comportamento de determinada população, propondo que dependendo de sua localidade, as pessoas possuem estratégias de vidas diferentes.

Já a relação do modelo de *CLASH* com a segunda teoria é um pouco diferente. A Teoria das Atividades Rotineiras (Cohen e Felson, 1979) propõe que climas mais quentes aumentam o contato social, e que por sua vez aumentariam a probabilidade de ocorrer atividades interpessoais violentas. O *CLASH*, por sua vez, integrou esta relação e foi além

da explicação pontual, argumentando que regiões com climas mais quentes desenvolvem padrões de comportamento impulsivos, criando diversos contextos mais propensos à violência.

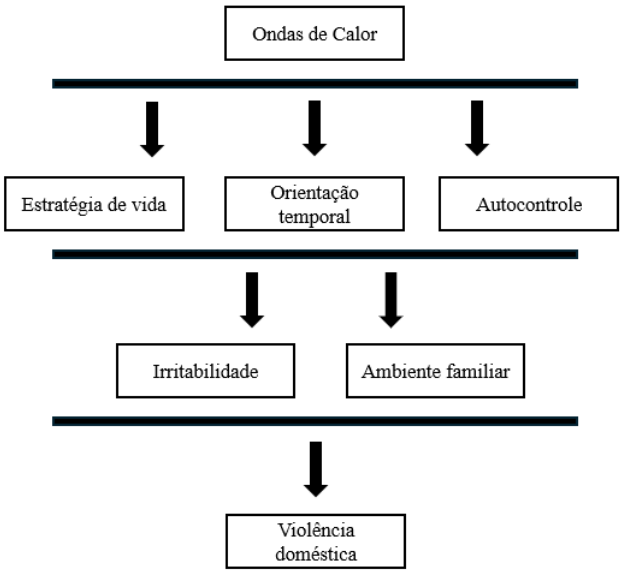
Com as duas teorias explicadas, é possível ver que os autores do modelo buscaram se basear, integrar e complementar as teorias para criar a sua própria, onde o estudo central foca em como a temperatura média e a variação sazonal molda a cultura, o cotidiano e as relações interpessoais. Enquanto teorias anteriores focavam em estudos situacionais, o *CLASH* foi elaborado para evidenciar o fator climático como algo determinante na vida das pessoas.

Dito isso, o argumento central do modelo é que em climas mais quentes e com menor variação sazonal, a população tende a ter uma orientação de vida focada no agora, com menos autocontrole sob suas ações rotineiras. Van Lange, exemplifica isso da seguinte maneira: "Se há menos variação, você está mais livre para fazer o que você quer agora, porque você não está preparando alimentos ou cortando lenha ou fazendo roupas de inverno. Você também pode estar mais preocupado com o estresse imediato que vem junto com parasitas e outros riscos de climas quentes, como animais venenosos" (Psicoativo, 2017).

Por outro lado, em regiões com temperatura média mais amena e maior variação sazonal, os indivíduos são moldados a se planejarem para o futuro, estocando alimentos ou preparando o abrigo para situações extremas. A imprevisibilidade das estações exige antecipação e adaptação, proporcionando períodos de escassez e abundância de recursos. Por conta disso, a população residente destes locais possui uma orientação de vida voltada ao planejamento, economia e comportamentos de longo prazo, exigido um maior nível de autocontrole. Como resultado, indivíduos em climas sazonais tendem a demonstrar maior capacidade de adiar gratificações imediatas, reduzindo tendências violentas.

A seguir, trarei uma adaptação do modelo *CLASH*, visando entender as variáveis relevantes no impacto da violência doméstica, escopo do artigo.

Figura 1: Modelo *CLASH* adaptado



Fonte: Elaborada pelo autor

Com esta adaptação do modelo, para o escopo do trabalho, de acordo com a Figura 1, infere-se que em regiões com frequentes ondas de calor, a estratégia de vida seja voltada ao imediatismo, com uma orientação temporal focada no presente, visto que não é necessário ter um planejamento elaborado do futuro, exigindo menos autocontrole, baseando-se no argumento utilizado no modelo *CLASH* original. Estas circunstâncias, aliado ao maior grau de irritabilidade causado pelo calor e maior propensão de ficar em casa (evitando o desconforto térmico e a necessidade de praticar esforço físico), podem resultar em ações reativas, possivelmente promovendo casos de violência doméstica.

Dito isso, a hipótese econômica do trabalho é que um aumento repentino de temperatura pode influenciar na ocorrência de crimes cometidos dentro do próprio domicílio.

4. Dados

O presente estudo analisa o efeito das ondas de calor na violência doméstica no Brasil, entre o período de 2017 e 2023. A escolha do período se dá pensando também na pandemia do COVID-19, causa raiz da quarentena vivenciada em diversos países, incluindo o Brasil. Assim, à mercê de toda a situação de estabelecimentos fechados e *home-office*, é possível que os crimes violentos cometidos dentro de casa tenham se intensificado.

Para isolar o efeito deste evento canônico, temos dados de anos anteriores a ele (2017 a 2019 – lembrando que como o Brasil é uma federação, as medidas de quarentena foram sendo implementadas em dias diferentes de acordo com o estado, porém, todos foram em torno do dia 13 a 22 de março de 2020, (G1, 2020)). Contamos com dados do período durante a emergência sanitária, de março de 2020 à maio de 2022 (O governo brasileiro encerrou oficialmente a Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) em maio de 2022, por meio da Portaria GM/MS nº 913 (BRASIL, 2022)). Por fim, possuímos dados após a pandemia, sendo o restante de 2022 e o decorrer de 2023.

Para compor a base de dados do estudo, foram selecionados os microdados de mortalidade do Datasus (Departamento de Informática do SUS)[7], contendo informações de data do óbito, data de nascimento – com estas duas informações, é possível chegar na idade do indivíduo quando ele veio a falecer, – e causa básica da morte. Para esta última, obtive dados para as seguintes causas de morte: agressão, principal proxy para a violência doméstica, e causas relacionadas a saúde mental, sendo elas mortes por doenças causadas pelo consumo de álcool, suicídio e overdose (Mrejen e Rocha, 2024). Assim, além de estudar a relação entre o aumento repentino de temperatura, é possível entender como tal aumento impacta em hábitos considerados válvulas de escape para crises de saúde mental, como o consumo de álcool ou drogas ilícitas, e como isso possivelmente gera um ambiente suscetível à atos que podem levar uma vida ao seu fim. Os microdados são capturados abrangendo todas as unidades do SUS e serviços conveniados, ou seja, a amostragem engloba o país inteiro, sendo coletados continuamente e exibidos em intervalos anuais (usaremos os dados de mortalidade anual de 2017 a 2023).

---

[7] O sistema utilizado para coletar os dados de mortalidade é o SIM (sistema de Informações sobre mortalidade). Por meio de registros em cartórios e unidades de saúde, o Datasus compila todos os dados anualmente e disponibiliza para análise

[8] Para auferir os dados de onda de calor explicitados, foi desenvolvido um código em Python, definindo a função de coleta dos dados, o nível de abordagem para semanal e incluindo o arquivo "shape" dos municípios, coletados via IBGE, para definir a grade dos dados que abrangeram cada município. Assim, a base foi montada com o código IBGE de cada município, seu respectivo nome, Unidade de Federação, data de análise e temperatura máxima

Já os dados meteorológicos foram encontrados em forma de grades diárias (Xavier et al., 2022). Os autores trabalharam com uma base de dados meteorológicos interpolados no formato de grades especiais, ou seja, uma divisão do território brasileiro em pequenas células, cobrindo todo o país. No caso deste estudo, a resolução espacial utilizada é de um espaço de 10km por 10km, contendo dados como temperatura máxima, mínima e umidade relativa do ar. Por meio de estatísticas de validação cruzada, os autores selecionaram a melhor interpolação entre os métodos de ponderação de distância inversa e ponderação de distância angular. Como fonte de dados, eles utilizaram a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Nacional de Metereologia (INMET). A fim de compilar com a base contendo os dados de criminalidade, estes dados também foram coletados a nível nacional e com periodicidade diária, futuramente sendo agregadas para temperaturas semanais. Para o estudo, utilizarei exclusivamente os dados de temperatura máxima, do período de 2017 a 2023. Assim, é possível estimar a temperatura máxima média e o desvio padrão por cada município, utilizando-os para conduzir cálculos[8] referentes a existência ou não de ondas de calor no local analisado.

Com os dados diários disponibilizados, foi possível agregá-los em dados semanais (ainda em nível municipal, estimado pela grade espacial), a fim de estimar a temperatura média semanal. Isso foi de suma importância para a definição do que é considerado uma onda de calor – um período de tempo na qual a temperatura corrente ultrapassa pelo menos um desvio padrão acima da temperatura máxima média do município, por pelo menos dois dias seguidos –, e para a criação dos dois cenários estudados: a onda de calor moderada, na qual a temperatura máxima reportada naquela semana ultrapassa a temperatura máxima média, acrescido de um desvio padrão, e o segundo cenário sendo uma onda de calor extrema, com a temperatura reportada ultrapassando a média mais dois desvios padrões.

Por fim, foi desenvolvido um painel balanceado, de 2017 a 2023, com todos os municípios do Brasil e sua respectiva população. Os dados foram segregados em semanas, assumindo que um ano possui 52 semanas. Por meio dela, foi possível aplicar um *merge* nas bases, pela compatibilidade via município brasileiro, ano e semana. Assim, será

---

[7] O sistema utilizado para coletar os dados de mortalidade é o SIM (sistema de Informações sobre mortalidade). Por meio de registros em cartórios e unidades de saúde, o Datasus compila todos os dados anualmente e disponibiliza para análise

[8] Para auferir os dados de onda de calor explicitados, foi desenvolvido um código em Python, definindo a função de coleta dos dados, o nível de abordagem para semanal e incluindo o arquivo "shape" dos municípios, coletados via IBGE, para definir a grade dos dados que abrangeram cada município. Assim, a base foi montada com o código IBGE de cada município, seu respectivo nome, Unidade de Federação, data de análise e temperatura máxima

acrescentado na base acima os dados de população do município, em seu respectivo período.

Com todos os dados compilados, foi possível iniciar uma análise, com base na média de mortes por cada causa básica, dentro de todos os cenários de onda de calor, e na ausência delas.

Com base na Tabela 1, é possível ver que, dentre todas as 2.027.480 (dois milhões, vinte sete mil quatrocentos e oitenta) observações, 351.188 (trezentas e cinquenta e um mil, cento e oitenta e oito) sofreram com uma onda de calor moderada, e trinta e quatro mil oitocentos e sete delas foram ondas de calor extrema. Isso significa que, de todas as cidades que tiveram uma onda de calor moderada, 9,9% destes casos ultrapassaram a temperatura máxima média acrescida de dois desvios padrões, sendo considerado um amento de temperatura extremo. Com base na tabela, é possível inferir que o efeito da mudança climática incide de forma mais expressiva nas mortes causadas por agressão (pode se ver que sem onda de calor, o valor médio das mortes por conta dessa causa gira em torno de 3,66 e 3,72, saltou para 4,08 em uma onda de calor moderada e 4,11 em uma extrema).

Além disso, pelo teste de diferenças de médias, foi comprovado uma associação estatisticamente significante entre ondas de calor e o aumento na quantidade de agressões. Isso também é evidenciado em mortes para mortes por meio de suicídio, na qual em ambos os cenários climáticos houve uma associação significativamente maior para mortes deste gênero em municípios que estavam passando por ondas de calor.

Para mortes relacionadas ao consumo de álcool, observa-se um resultado interessante. Quando se considera uma onda de calor moderada, a análise de diferença de médias indica um resultado estatisticamente significativo, sugerindo que há de fato uma diferença na média da variável para grupos tratados e não tratados, sendo um valor maior para o grupo não tratado, e inverso ao encontrado nas variáveis supracitadas. Quando mudamos o cenário para ondas de calor extremas, a diferença deixa de ser estatisticamente relevante. Esse resultado pode nos sugerir que determinados impactos estão mais associados com a frequência ou persistência de ondas de calor, do que com a magnitude em si do fenômeno.

---

[7] O sistema utilizado para coletar os dados de mortalidade é o SIM (sistema de Informações sobre mortalidade). Por meio de registros em cartórios e unidades de saúde, o Datasus compila todos os dados anualmente e disponibiliza para análise

[8] Para auferir os dados de onda de calor explicitados, foi desenvolvido um código em Python, definindo a função de coleta dos dados, o nível de abordagem para semanal e incluindo o arquivo "shape" dos municípios, coletados via IBGE, para definir a grade dos dados que abrangeram cada município. Assim, a base foi montada com o código IBGE de cada município, seu respectivo nome, Unidade de Federação, data de análise e temperatura máxima

Tabela 1 – Análise descritiva das variáveis

Variável	Sem onda de calor moderada	Onda de calor moderada	Diferença de médias
Agressão	3,6617	4,0845	-0,4228***
Consumo de álcool	2,7249	2,5679	0,1568***
Suicídio	1,7046	1,9897	-0,2850***
Overdose	0,7839	0,0856	-0,0072
Nº Obs	1.676.292	351.188	-
Variável	**Sem onda de calor extrema**	**Onda de calor extrema**	**Diferença de médias**
Agressão	3,7283	4,1141	-0,3858***
Consumo de álcool	2,6992	2,6093	0,0898
Suicídio	1,7471	2,1477	-0,4005***
Overdose	0,7955	0,8482	-0,00052
Nº Obs	1.992.673	34.807	-

Fonte: elaborada pelo autor

[7] O sistema utilizado para coletar os dados de mortalidade é o SIM (sistema de Informações sobre mortalidade). Por meio de registros em cartórios e unidades de saúde, o Datasus compila todos os dados anualmente e disponibiliza para análise

[8] Para auferir os dados de onda de calor explicitados, foi desenvolvido um código em Python, definindo a função de coleta dos dados, o nível de abordagem para semanal e incluindo o arquivo "shape" dos municípios, coletados via IBGE, para definir a grade dos dados que abrangeram cada município. Assim, a base foi montada com o código IBGE de cada município, seu respectivo nome, Unidade de Federação, data de análise e temperatura máxima

5. Estratégia Empírica

5.1 Processo de escolha do método

A seguir, abordarei o processo de escolha do método, sua explicação e aplicação com base nos dados coletados.

Diante da natureza dos dados utilizados no trabalho, que envolvem a adoção escalonada do tratamento[9], torna-se necessário empregar uma metodologia que permita lidar adequadamente com este tipo de estrutura. Modelos tradicionais de diferenças-em-diferenças com efeitos fixos em duas dimensões (Two-Way Fixed Effects), apresentam diversas limitações neste contexto, principalmente com a heterogeneidade nos efeitos do tratamento ao longo do tempo e entre os grupos tratados. Estudos recentes, como Roth et al. (2022), destacam que esse tipo de modelo pode gerar estimativas enviesadas, pois realiza comparações inválidas entre unidades que já foram tratadas.

Dito tudo isso, optou-se pelo estimador proposto por Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2020; 2024), que oferece uma abordagem mais robusta e adequada para contextos em que o tratamento é escalonado no tempo, varia em intensidade e não é permanente (Bergeot et al, 2024). O estimador de Chaisemartin permite capturar efeitos dinâmicos do tratamento, ou seja, os impactos que se desdobram antes, durante e após a ocorrência do evento climático extremo, se mostrando extremamente eficiente para o presente trabalho pois fenômenos como as ondas de calor, podem apresentar efeitos sobre comportamentos violentos de maneira imediata ou defasada.

Como a onda de calor é um tratamento binário (ocorre ou não), porém temporário, isto é, depois de vivenciado, eventualmente a onda de calor se dissipa, foi utilizada a abordagem do estimador normalizada, pois ela permite ajustar os efeitos estimados à intensidade acumulada do tratamento, interpretando os resultados como o impacto médio por unidade de exposição (por exemplo, por semana sob onda de calor). Dessa forma, captura-se de forma mais precisa a relação entre a duração da exposição ao calor e os desfechos de interesse.

[9] Municípios expostos a ondas de calor em diferentes momentos

5.2 Explicação do método

Uma vez definido o método, podemos estimar a seguinte regressão:

$$\widehat{DID_{g,l}} = \left(Y_{g,F_g+l} - Y_{g,F_g-1}\right) - \frac{1}{N_{g,l}} \sum_{g\prime:F_{g\prime}>F_g} (Y_{g',F_g+l} - Y_{g',F_g-1})$$

Na equação apresentada, $\widehat{DID_{g,l}}$ representa a estimação do efeito médio do tratamento para o grupo g no período relativo l, isto é, o número de períodos após (ou antes, se negativo) a adoção do tratamento por aquele grupo. A variável Y_{g,F_g+l} corresponde ao valor médio do desfecho de interesse – por exemplo, a quantidade de mortes por agressão – para o grupo g no tempo $F_g + l$, ou seja, no período l após o início do tratamento. De forma análoga, Y_{g,F_g-1} representa o valor do desfecho no último período anterior ao início do tratamento para o mesmo grupo g.

O termo $\sum_{g\prime:F_{g\prime}>F_g}(Y_{g',F_g+l} - Y_{g',F_g-1})$ expressa a variação média no desfecho para os grupos g′ que ainda não foram tratados até o período $F_g + l$. Ou seja, ele funciona como um grupo de controle, formado por unidades que permanecem sem tratamento naquele momento específico (municípios que não sofreram algum tipo de onda de calor). O denominador $N_{g,l}$ representa o número de unidades (grupos g′) que ainda não haviam sido tratadas no tempo $F_g + l$ e, portanto, são elegíveis para compor o grupo de comparação naquele intervalo.

Então, agregando a estimativa todos os grupos tratados, temos:

$$\widehat{DID_l} = \frac{1}{N_l} \sum_g DID_{g,l}$$

Por fim, como foi utilizada a versão normalizada do estimador, o efeito da duração acumulada da exposição ao tratamento é ajustado:

$$\widehat{DID_l^n} = \frac{DID_l}{\overline{D_l}}$$

[9] Municípios expostos a ondas de calor em diferentes momentos

Esses efeitos são então agregados em DID_l, que representa o efeito médio no tempo l. A versão normalizada, DID_l^n , divide esse efeito pela média da exposição acumulada ao tratamento $\overline{D_l}$, permitindo interpretar o resultado como o impacto médio por unidade adicional de exposição — por exemplo, o efeito de uma semana extra sob onda de calor.

No contexto do trabalho, a especificação do modelo inclui os efeitos fixos para município e para tempo, que atuam como controles fundamentais. Os efeitos fixos de município capturam características estruturais e invariantes de cada localidade, como aspectos socioeconômicos ou culturais, que poderiam influenciar tanto a ocorrência de ondas de calor quanto os níveis de mortalidade estudados. Já os efeitos fixos de tempo controlam para choques agregados que afetam todos os municípios simultaneamente, como variações sazonais ou desastres naturais, por exemplo.

[9] Municípios expostos a ondas de calor em diferentes momentos

6. Resultados

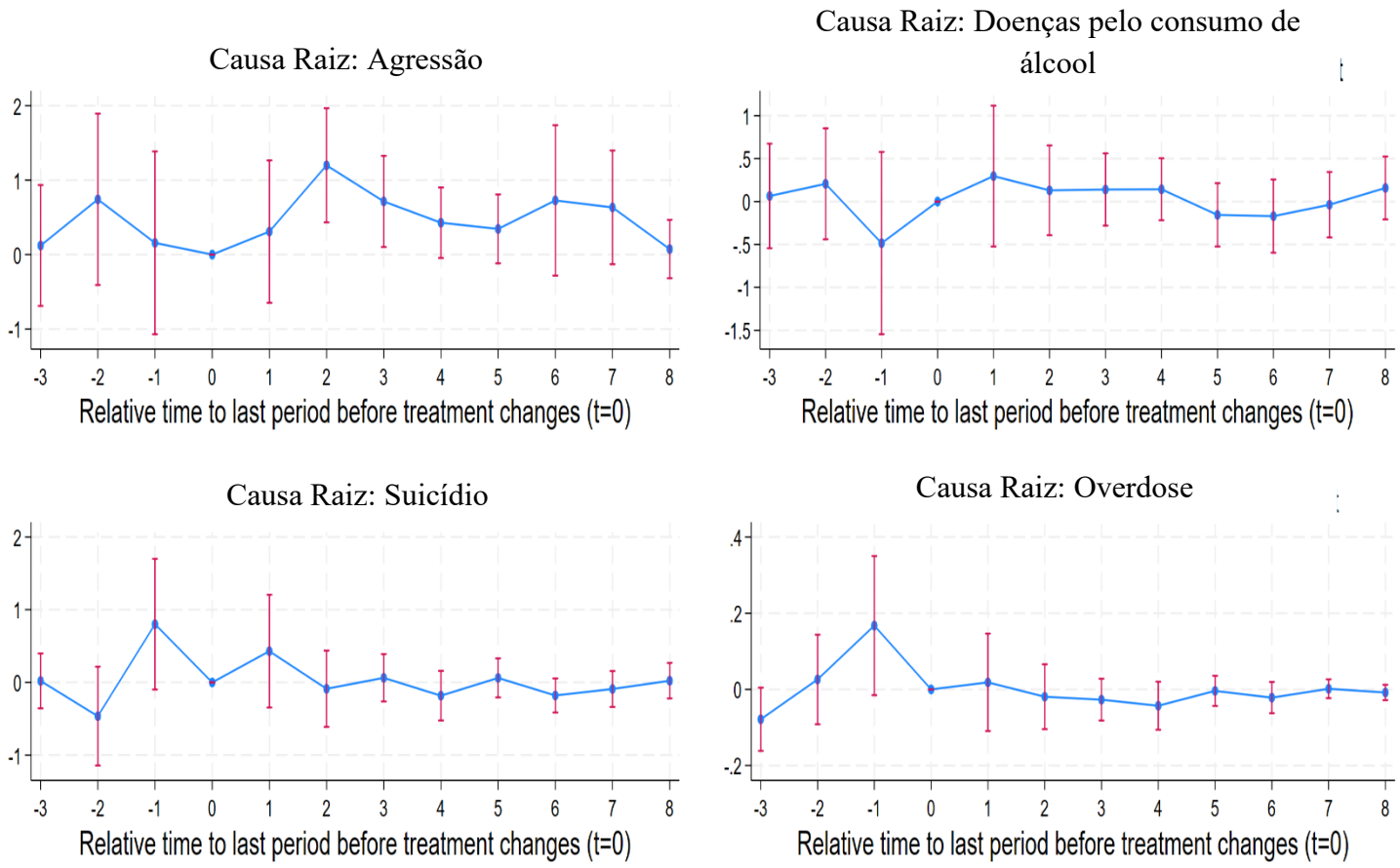
Aplicando a estratégia supracitada, obtivemos os seguintes resultados para as estimações. O resultado principal será apresentado na tabela de estimações referentes ao efeito das ondas de calor na mortalidade de cada causa raiz estudada, e no gráfico das estimações. Neles, as linhas evidenciadas como "placebo" representam a unidade temporal estudada (semana) anterior ao tratamento, ou seja, é possível ver o comportamento do município antes do tratamento ocorrer. Já os efeitos, de 1 a 8, são referentes às semanas após a ocasião do tratamento (choque de temperatura)

Tabela 2: Estimativas do efeito da onda de calor moderada

Onda de calor moderada (1 desvio padrão)				
	Agressão	Consumo de álcool	Suicídio	Overdose
Placebo 3	0,1213	0,0649	0,0205	-0,0784
	(0,414)	(0,31)	(0,192)	(0,042)
Placebo 2	0,7418	0,2066	-0,4644	0,026
	(0,587)	(0,329)	(0,346)	(0,059)
Placebo 1	0,1575	-0,4844	0,8011	0,1674
	(0,626)	(0,541)	(0,458)	(0,093)
Efeito 1	0,3083	0,2964	0,4296	0,0185
	(0,488)	(0,418)	(0,395)	(0,065)
Efeito 2	1,1987	0,1303	-0,088	-0,0192
	(0,391)	(0,266)	(0,267)	(0,043)
Efeito 3	0,7141	0,1404	0,0631	-0,0269
	(0,312)	(0,214)	(0,166)	(0,028)
Efeito 4	0,4278	0,1247	-0,1831	-0,0429
	(0,241)	(0,184)	(0,174)	(0,032)
Efeito 5	0,3407	-0,1551	0,0618	-0,0039
	(0,236)	(0,188)	(0,136)	(0,020)
Efeito 6	0,7201	-0,17	-0,1801	-0,0215
	(0,515)	(0,217)	(0,119)	(0,020)
Efeito 7	0,3241	-0,037	-0,0908	0,0016
	(0,389)	(0,194)	(0,126)	(0,012)
Efeito 8	0,071	0,1584	0,0231	-0,008
	(0,199)	(0,186)	(0,124)	(0,010)
Teste de significância dos placebos	0,6445	0,59779	0,1751	0,03698
Teste de significância dos efeitos	0,1709	0,3702	0,1579	0,6575

Fonte: elaborada pelo autor

Gráfico 1: Estimações da interação entre onda de calor moderada e mortes causadas por agressão e saúde mental



Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com a Tabela 2 e Gráfico 1, é possível ver um resultado positivo e significante para a interação entre ondas de calor moderadas (relembrando que esta onda de calor se refere a média da temperatura máxima do município acrescido de um desvio padrão) e morte com a causa raiz sendo agressão. Isso significa que, quando há um aumento repentino de temperatura na semana 0, há um aumento em mortes causadas por agressão nas semanas 2 e 3. É possível ver um efeito quase imediato da onda de calor, sendo refletido nas atitudes da população após aproximadamente 14 dias. Após a terceira semana, conforme dados expostos na tabela e visualmente no gráfico, os efeitos se dissipam, voltando a ser estatisticamente insignificantes. Ou seja, após as três primeiras semanas da onda de calor moderada, não há mais efeito desta mudança climática. Para mortes relacionadas à saúde mental (as demais causas estudadas), os resultados foram estatisticamente insignificantes, ou seja, não é possível estabelecer uma interação entre a mudança de temperatura e a morte causada por determinada questão pessoal.

Tabela 3: Efeito cumulativo médio para onda de calor moderada

Onda de calor moderada (1 desvio padrão)				
	Agressão	Consumo de álcool	Suicídio	Overdose
Efeito Cumulativo Médio	2,396	0,1307	-0,1684	-0,0631
	(1,203)	(0,785)	(0,560)	(0,076)
Nº Obs	99.218	99.218	99.218	99.218

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Tabela 3 mostra o efeito cumulativo médio de cada variável. Ela demonstra, em média, quanto cada causa de mortalidade mudou nos períodos após o início da onda de calor, comparando com o momento imediatamente anterior, considerando todos os períodos de pós-tratamento juntos. Assim, reforçando os resultados supracitados, ela mostra houve uma mudança de aproximadamente 2,4 agressões após o início da onda de calor, considerando todos os períodos juntos. Para as demais variáveis, como foi dito, não foi estabelecida uma relação significante, logo não foi possível analisar seu efeito cumulativo.

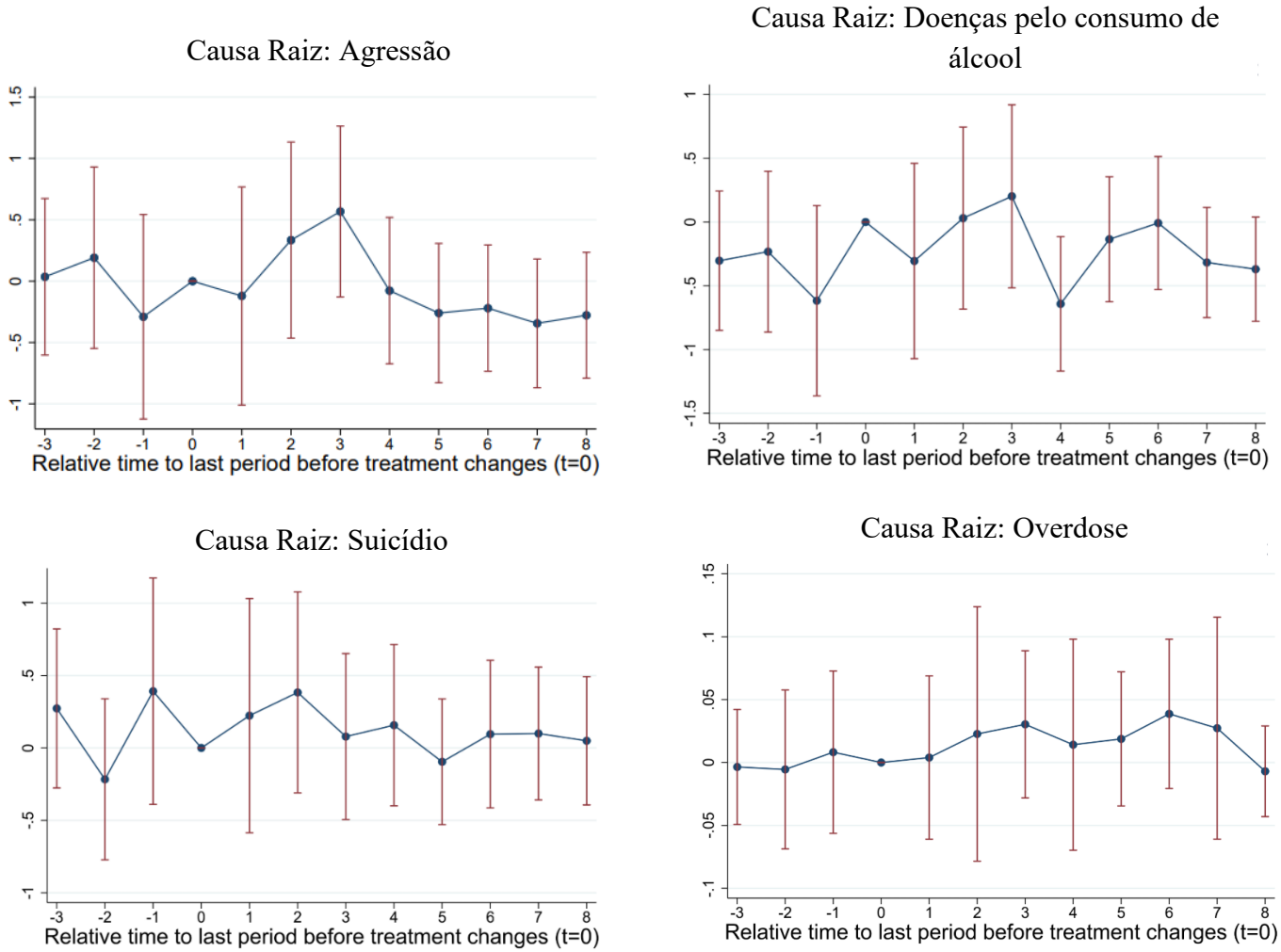
Com o cenário mudando para ondas de calor extremo, não foi encontrado nenhum resultado significante entre a relação de uma onda de calor mais forte ainda, com o aumento de mortalidade por conta de violência doméstica e/ou mortes ligadas à saúde mental (Tabela 4). Por meio do Gráfico 2, é possível ver que os intervalos de confiança tanto dos placebos quanto dos efeitos nas semanas seguintes se mostram englobando o valor da origem, ou seja, reforça-se que não foi encontrado um resultado estatisticamente relevante para esta análise.

Tabela 4: Estimativas do efeito da onda de calor extrema

Onda de calor extrema (2 desvios padrões)				
	Agressão	Consumo de álcool	Suicídio	Overdose
Placebo 3	0,0353	-0,3031	0,273	-0,0035
	(0,325)	(0,278)	(0,28)	(0,023)
Placebo 2	0,1909	-0,2324	-0,2166	-0,0054
	(0,377)	(0,321)	(0,283)	(0,032)
Placebo 1	-0,2904	-0,6169	0,3919	0,0082
	(0,425)	(0,380)	(0,398)	(0,032)
Efeito 1	-0,1209	-0,3053	0,2233	0,0039
	(0,453)	(0,390)	(0,412)	(0,033)
Efeito 2	0,3344	0,0306	0,3835	0,0226
	(0,407)	(0,364)	(0,353)	(0,051)
Efeito 3	0,5674	0,2019	0,0788	0,0303
	(0,355)	(0,366)	(0,292)	(0,029)
Efeito 4	-0,077	-0,6417	0,1573	0,0141
	(0,304)	(0,268)	(0,284)	(0,042)
Efeito 5	-0,26	-0,1346	-0,0955	0,0187
	(0,289)	(0,250)	(0,221)	(0,027)
Efeito 6	-0,2201	-0,0076	0,0953	0,0386
	(0,262)	(0,,266)	(0,26)	(0,030)
Efeito 7	-0,344	-0,3173	0,0996	0,0272
	(0,267)	(0,220)	(0,233)	(0,045)
Efeito 8	-0,2779	-0,3697	0,0495	-0,0069
	(0,261)	(0,208)	(0,226)	(0,018)
Teste de significância dos placebos	0,6645	0,4334	0,1384	0,9655
Teste de significância dos efeitos	0,1153	0,1053	0,9269	0,7865

Fonte: Elaborada pelo autor

Gráfico 2: Estimações da interação entre onda de calor extrema e mortes causadas por agressão e saúde mental



Fonte: Elaborada pelo autor

Agora, a Tabela 5 retorna o efeito cumulativo médio de cada variável. Por ela, é possível ver que o efeito da onda de calor extrema nas causas de morte estudadas não foi relevante, visto que os números também não demonstram serem expressivos.

Tabela 5 - Efeito cumulativo médio para onda de calor extrema

	Onda de calor extrema (2 desvios padrões)			
	Agressão	Consumo de álcool	Suicídio	Overdose
Efeito Cumulativo Médio	-0,5048	-1,3324	0,7322	0,1248
	(1,566)	(1,368)	(1,351)	(0,135)
Nº Obs	550.245	550.245	550.245	550.245

Fonte: elaborada pelo autor

7. Conclusão

O principal resultado esperado da investigação conduzida neste trabalho é de que mudanças climáticas impactam diretamente no comportamento, nas atitudes e rotinas dos indivíduos, e em uma sociedade extremamente pautada no imediatismo, muitas vezes o estresse causado pela mudança do clima pode ser refletido em ações violentas, ilegais e até mortais. Como demonstrado pelo diagrama do modelo de CLASH, as sociedades são moldadas de acordo com diversos fatores, e um extremamente relevante é a temperatura do local, influenciando o planejamento do modo de vida, e consequentemente, o autocontrole sob suas próprias ações.

Diante de tudo isso, uma das principais contribuições deste trabalho consiste em investigar a interação entre temas de grande relevância e urgência no cenário contemporâneo. As mudanças climáticas, frequentemente impulsionadas pelo aquecimento global – um fenômeno amplamente atribuído às ações humanas –, foram analisadas em sua relação com questões sociais igualmente críticas, como a violência doméstica e a saúde mental. Ao trazer este tema à tona, busco reiterar a importância de discutir políticas públicas e ações governamentais para proteção da mulher contra agressão e pelo bem-estar mental da população de modo geral, pois até atributos à primeira vista aparentam ser de pouca relevância – como mudanças repentinas de temperatura – se mostraram relevantes para a decisão de cometer atos ilegais.

Ainda assim, é necessário ressaltar algumas limitações na análise realizada. A pandemia do COVID19 foi um período com diversas implicações na vida da população. O aumento do estresse econômico causado por perda de rendas e a ansiedade frente à epidemia e ao risco de contágio são fatores adicionais que podem explicar o aumento dos crimes estudados. Além disso, como foi dito no decorrer do trabalho, o Brasil é um país vasto em condições climáticas, então os resultados possivelmente demonstram uma concentração de casos em locais tropicais, com uma amplitude térmica elevada. Vale ressaltar também que a decisão do indivíduo em cometer ou não um crime depende de inúmeros fatores, não só apenas uma mudança em seu comportamento causado pelas variáveis exógenas.

Em suma, os resultados encontrados corroboram para discussões de um tema que deve permanecer à tona, diante do cenário de mudanças climáticas que enfrentamos nos dias de hoje. Esses resultados são achados relevantes e que merecem uma análise ainda mais

minuciosa, para entender o tamanho da influência de variáveis como uma onda de calor na condição de uma pessoa cometer ou não uma agressão, ou um suicídio, por exemplo. Eles servem também como um alerta para políticas públicas, buscando mitigar os efeitos das mudanças climáticas, ou maneiras de auxiliar as vítimas para que não ocorram mais casos como as evidências utilizadas neste trabalho.

Referências:

ANDERSON, Craig A. Environmental stressors and crime: climate change as a cause of violence? Psychological Science Agenda, American Psychological Association, 2012.

ANDERSON, Craig A.; BUSHMAN, Brad J. Human Aggression. Annual Review of Psychology, v. 53, n. 1, p. 27-51, 2002. DOI: 10.1146/annurev.psych.53.100901.135231.

BERGEOT, Julien; FERRARI, Irene; GAO, Ya. The effect of parental health shocks on living arrangements and employment. *Health Economics*, v. 33, n. 12, p. 2798–2837, 2024. DOI: 10.1002/hec.4893.

BILDIRICI, Melike E.; GÖKMENOĞLU, Seyit M. Environmental pollution, hydropower energy consumption and economic growth: Evidence from G7 countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 75, p. 68-85, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria GM/MS nº 913, de 22 de maio de 2022*. Declara o encerramento da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) em decorrência da infecção humana pelo coronavírus SARS-CoV-2. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 maio 2022. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-913-de-22-de-maio-de-2022-403636346. Acesso em: 22 mar. 2025.

Callaway, B., & Sant'Anna, P. H. C. (2021). Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, 225(2), 200–230. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.12.001

CHAISEMARTIN, Clément de; D'HAULTFŒUILLE, Xavier. Difference-in-Differences Estimators of Intertemporal Treatment Effects. *Review of Economics and Statistics*, [S. l.], v. 106, n. 3, p. 1–45, 2024. DOI: 10.1162/rest_a_01414.

COCCIA, Mario. A theory of general causes of violent crime: homicides, income inequality and deficiencies of the heat hypothesis and of the model of CLASH. Aggression and Violent Behavior, v. 37, p. 190–200, 2017. DOI: 10.1016/j.avb.2017.10.005.

COHEN, Lawrence E.; FELSON, Marcus. Social Change and Crime Rate Trends: A Routine Activity Approach. American Sociological Review, v. 44, n. 4, p. 588-608, 1979. DOI: 10.2307/2094589.

DURKHEIM, Émile. O suicídio: estudo sociológico. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

ESPINOSA, Valeria; GREEN, Donald J. Temperature and crime: evidence from Mexico City. Journal of Environmental Economics and Management, v. 81, p. 234-254, 2017.

G1. *Coronavírus: veja o que pode e o que não pode funcionar em SP durante a quarentena*. São Paulo, 21 mar. 2020. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2020/03/21/coronavirus-veja-o-que-pode-e-o-que-nao-pode-funcionar-em-sp-durante-a-quarentena.ghtml. Acesso em: 22 mar. 2025.

HARTMANN, Dennis L.; WALLACE, John M.; LIMPASUVAN, Varavut; THOMPSON, David W. J.; HOLTON, James R. Can ozone depletion and global warming interact to produce rapid climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, v. 98, n. 15, p. 8123-8126, 2001. DOI: 10.1073/pnas.141350498.

HOFSTEDE, Geert. Culture's Consequences: Comparing Values, Behaviors, Institutions, and Organizations Across Nations. 2. ed. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2001.

HSIANG, Solomon M.; BURKE, Marshall; MIGUEL, Edward. Global warming and violent crime: new evidence from El Niño. Science, v. 331, n. 6024, p. 582-587, 2013.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (SREX). 2012. Disponível em: https://archive.ipcc.ch/. Acesso em: 22 set. 2024.

JACOB, Brian; LEFGREN, Lars; MORETTI, Enrico. The Dynamics of Criminal Behavior: Evidence from Weather Shocks. The Journal of Human Resources, v. 42, n. 3, p. 489-527, Summer 2007.

KARMARKAR, Supratim. Various Dimensions of Impact of Climate on Criminality. Journal of Sustainable Science and Transformative Research - Reviews & Letters, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2022.

LACERDA, Nara. Plataforma da Fiocruz e do Observatório do Clima mapeia avanço de eventos extremos no país. Brasil de Fato, 10 out. 2024. Disponível em: https://www.brasildefato.com.br/2024/10/10/plataforma-da-fiocruz-e-do-observatorio-do-clima-mapeia-avanco-de-eventos-extremos-no-pais. Acesso em: 15 out. 2024.

LEVY, Barry S.; SIDEL, Victor W.; PATZ, Jonathan A. Climate Change and Collective Violence. 2017.

MREJEN, Matías; ROCHA, Rudi. Hiring Mental Health Professionals: Evidence from a Large-Scale Policy in Brazil. São Paulo: FGV EAESP, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.12.001.

MILES-NOVELO, Andreas; ANDERSON, Craig A. Climate Change and Psychology: Effects of Rapid Global Warming on Violence and Aggression. Current Climate Change Reports, v. 5, n. 1, p. 36-46, 2019.

MULLINS, J. T.; WHITE, C. Temperature and mental health: Evidence from the spectrum of mental health outcomes. Journal of Health Economics, v. 68, p. 102240, 2019. DOI: 10.1016/j.jhealeco.2019.102240.

PSICOATIVO. Por que o clima quente está ligado a mais agressão e violência?. 2017. Disponível em: https://psicoativo.com/2017/01/por-que-o-clima-quente-esta-ligado-a-mais-agressao-e-violencia.html. Acesso em: 05 nov. 2024.

RANSON, Matthew. Crime, weather, and climate change. Journal of Environmental Economics and Management, v. 67, p. 274-302, 2014.

SARI, Ramazan; SOYTAS, Ugur. Are global warming and economic growth compatible? Evidence from five OPEC countries. Energy Policy, v. 86, n. 10, p. 1887-1893, out. 2009.

SEABORG, Eric. The Heat Is On: Global Warming and Endocrinology. Endocrine News, jan. 2022.

SOMMER, Alice J.; LEE, Mihye; BIND, Marie-Abèle C. Comparing apples to apples: an environmental criminology analysis of the effects of heat and rain on violent crimes in Boston. Palgrave Communications, Humanity, Social Science and Business, ano.

SON, Ji-Young; GOUVEIA, Nelson; BRAVO, Mercedes A.; FREITAS, Clarice Umbelino de; BELL, Michelle L. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in São Paulo, Brazil. *Environmental Health Perspectives*, v. 123, n. 11, p. 1208-1214, 2015.

SON, Ji-Young; GOUVEIA, Nelson; BRAVO, Mercedes A.; FREITAS, Clarice Umbelino de; BELL, Michelle L. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in São Paulo, Brazil. *International Journal of Biometeorology*, v. 59, n. 9, p. 1299-1306, 2015.

VAN LANGE, Paul A. M.; RINDERU, Maria I.; BUSHMAN, Brad J. Aggression and violence around the world: A model of climate, aggression, and self-control in humans (CLASH). Behavioral and Brain Sciences, v. 40, 2017, p. 1-58. DOI: 10.1017/S0140525X16000406.

XAVIER, Alexandre C.; SCANLON, Bridget R.; KING, Carey W.; ALVES, Aline I. New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). *International Journal of Climatology*, v. 42, n. 16, p. 8390–8404, 2022. DOI: 10.1002/joc.7731

ZHANG, Ke; LI, Yan; SCHWARTZ, Joel D.; O'NEILL, Marie S. What weather variables are important in predicting heat-related mortality? A new application of statistical learning methods. Environmental Research, v. 132, p. 350-359, 2014. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2014.04.004.