

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

CESAR AUGUSTO DA ROCHA SANTIAGO SANTOS

**MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS APLICADOS À VIOLÊNCIA DOMÉSTICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO  
2018

CESAR AUGUSTO DA ROCHA SANTIAGO SANTOS

**MODELOS DE SÉRIES TEMPORAIS APLICADOS À VIOLÊNCIA DOMÉSTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para a obtenção do título de licenciado em Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Elisângela Aparecida da Silva Lizzi.

CORNÉLIO PROCÓPIO  
2018



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Câmpus Cornélio Procópio  
Diretoria de Graduação  
Departamento de Matemática  
Curso de Licenciatura em Matemática



---

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### BANCA EXAMINADORA

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Elisângela Aparecida da Silva Lizzi.

\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Elenice Weber Stiegelmeier.

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Roberto Molina de Souza

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu falecido avô e a minha filha que me ensinaram e ensinam a essência da vida.

## **AGRADECIMENTOS.**

Agradeço primeiramente a Deus.

Agradeço minha mãe, que sempre me apoiou para que eu não desistisse deste desafio.

Agradecimento especial e essencial para minha filha, que a cada sorriso me fascina e encanta, para que eu pudesse seguir em frente com o projeto.

Agradeço a coordenação do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procópio, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, meus mais sinceros agradecimentos a Profa. Dra. Elisângela Aparecida da Silva Lizzi, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória, me incentivando em todos os momentos.

Enfim, a todos os que por algum motivo diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Não há ramo da Matemática, por mais abstrato que seja, que não possa um dia vir a ser aplicado aos fenômenos do mundo real”.*

Nicolai Lobachevsky (1792-1856)

## RESUMO

Santos, Cesar Augusto da Rocha Santiago. Modelos de séries temporais aplicados à violência doméstica, 2018. Trabalho de Conclusão de Curso - Licenciatura em Matemática. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2018.

Considera-se como violência o uso intencional de força física ou do poder, real ou em ameaça, contra si próprio, contra outra pessoa, ou contra um grupo ou uma comunidade que resulte ou tenha possibilidade de resultar em lesão, morte, dano psicológico, deficiência de desenvolvimento ou privação. A violência doméstica é uma das formas de violência, dentre tantas outras. O objetivo deste trabalho é estudar o número de casos mensais notificados de violência doméstica, sexual e outras violências nas diretorias regionais de saúde de Londrina e Cornélio Procópio- PR. Os dados foram obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, por meio do sistema TABNET do DATASUS, provindos diretamente dos dados de livre acesso do Ministério da Saúde, para os anos de 2009 até 2014. O desenho do estudo é do tipo epidemiológico ecológico com componente de série temporal. Os modelos e técnicas de séries temporais foram utilizados para avaliar a evolução temporal do número de casos notificados mensalmente, com intuito de modelar a ocorrência do fenômeno. Utilizou-se modelos da classe Box e Jenkins, especificamente modelos ARIMA (Auto Regressivo Integrado de Média Móvel) com o intuito de entender a evolução da variável aleatória do número de casos notificados de violência doméstica, sexual e outras violências ordenadas no tempo. Todos os modelos foram implementados computacionalmente no software R. Por meio destes métodos, os resultados obtidos mostram que os dados analisados, tiveram um bom ajuste com os seguintes modelos ARIMA (0,1,0) e o SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>, pois retornaram o menor valor do critério de Akaike. Pode-se entender que os dados em questão sofrem influência da diferenciação da série, ou seja, função direta do operador de atraso da série nos dois casos. No SARIMA como há 1 parâmetro auto-regressivo no componente cíclico, quer dizer que o mês atual sofre influência do próprio mês no ano anterior. Modelos matemáticos e estatísticos aplicados são boas ferramentas de apoio à decisão, pois possibilitam caracterizar o problema, exibindo de comportamentos periódicos podendo dar subsídio à estratégias de políticas públicas e vigilância em saúde.

**Palavras-chave:** Violência doméstica, séries temporais, saúde pública, estatística aplicada.

## ABSTRACT

Santos, Cesar Augusto da Rocha Santiago. A study on domestic violence using time series 2017 models. Final project-degree in Mathematics. Federal Technological University of Paraná. Cornélio Procópio, 2018.

Violence is the intentional use of physical force or power, real or threatened against itself, against another person, or against a group or community that results in or is likely to result in injury, death, psychological harm, deficiency of development or deprivation. Domestic violence is one form of violence, among many others. The goals of this research is to study the number of reported monthly cases of domestic violence, sexual violence and other violence in the regional health directorates of Londrina and Cornélio Procópio-PR. The data will be obtained from the DATASUS TABNET system, directly from the Ministry of Health's open access data, for the years 2009 to 2014. The study design is of the ecological epidemiological with time series component. The models and techniques of time series will be used to evaluate the temporal evolution of the number of cases reported monthly, in order to model the occurrence of the phenomenon. Box and Jenkins models were used, ARIMA models (Auto Integrated Regressive of Moving Average) in order to understand the evolution of the random variable number of reported cases of domestic violence, sexual and other violence ordered in time, all models were implemented in the R software. Using these methods, the results obtained show that the analyzed data had a good fit with the following models ARIMA (0,1,0) and SARIMA (0,1,0) (1, 0.0)<sub>12</sub>, since they returned the lowest value of the Akaike criterion, so it can be understood that the data in question are influenced by the differentiation of the series, that is, direct function of the delay operator of the series in the two cases. In SARIMA as there is 1 auto-regressive parameter in the cyclic component, it means that the current month is influenced by the month itself in the previous year. Mathematical and statistical models applied are good decision support tools, since they make it possible to characterize the problem, exhibiting periodic behaviors and can give support to public policy strategies and health surveillance.

**Keywords:** Domestic violence, Time series, Public Health, Applied Statistics.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Ficha de notificação (1º Página).
- Figura 2** - Ficha de notificação (2º Página).
- Figura 3** – Modelo teórico conceitual da violência doméstica.
- Figura 4** - Mapa do estado do Paraná com as divisões por Diretorias Regionais de Saúde.
- Figura 5** - Gráfico da evolução temporal dos casos notificados de violência doméstica DRS 17 e 18- PR.
- Figura 6** - Gráfico da série transformada com a primeira diferença.
- Figura 7** - Gráficos de autocorrelação da série e autocorrelação parcial da série.
- Figura 8** – Fluxograma do pré-processamento da informação.
- Figura 9** – Painel com gráficos de ajuste do modelo ARIMA(0,1,0).
- Figura 10** - Gráfico de ajuste do modelo ARIMA(0,1,0) à série.
- Figura 11** – Painel com gráficos de ajustes do modelo SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>.
- Figura 12** – Gráfico de ajuste do modelo SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub> à série.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Nº de casos notificados de violência doméstica, sexual e/ou outras violências para DRS 17 e 18.

**Tabela 2** – Dados transformados  $\ln(X_t + 1)$  para início da modelagem (2011 à 2014).

**Tabela 3** - Critério de Informação de Akaike (AIC) e a estimativa de erro modelos (ARIMA)(p,1,q).

**Tabela 4** - Critério de Informação de Akaike (AIC) e a estimativa de erro modelos (SARIMA)(p,1,q)(1,0,0)<sub>06</sub> e (SARIMA)(p,1,q)(1,0,0)<sub>12</sub>.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. VIOLÊNCIA DOMÉSTICA E MODELAGEM ESTATÍSTICA .....	16
3. OBJETIVO .....	19
3.1. Objetivos Específicos.....	19
4. MÉTODOS.....	20
4.1. Desenho do estudo .....	20
4.2. População em estudo.....	20
4.3. Obtenção dos dados.....	21
5. MODELOS DE SÉRIE TEMPORAL.....	22
5.1. Processo estocástico .....	22
5.2. Série Temporal .....	24
6. RESULTADOS .....	27
6.1. Implementação Computacional.....	27
6.2. Descrição.....	27
6.3. Modelo Proposto .....	32
6.4. Discussão dos Resultados.....	37
7. CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	11
ANEXO .....	44

# 1. INTRODUÇÃO

Considera-se como violência o uso intencional de força física ou do poder, real ou em ameaça, contra si próprio, contra outra pessoa, ou contra um grupo ou uma comunidade que resulte ou tenha possibilidade de resultar em lesão, morte, dano psicológico, deficiência de desenvolvimento ou privação (OMS, 2002).

A violência doméstica é uma das formas de violência, dentre tantas outras, como dito por Roque et al apud Azevedo (1994, p.5):

“A violência doméstica é uma das várias modalidades de expressão de violência que a humanidade pratica contra suas crianças e adolescentes, sendo que as raízes desse fenômeno também estão associadas ao contexto histórico, social, cultural e político em que se insere e não pode ser compreendido somente como uma questão decorrente de conflitos interpessoais entre pais e filhos. Mesmo este relacionamento interpessoal, a qual configura um padrão abusivo de interação pai-mãe-filho, foi construído historicamente por pessoas que, ao fazê-lo, revelam as marcas de sua história pessoal no contexto da história socioeconômica, política e cultural da sociedade.”

A lei Maria da Penha foi um marco histórico que entrou em vigor no ano de 2006, devido ao contexto histórico de violência contra as mulheres, e os abusos sofridos do ponto de vista estrutural pelos companheiros das vítimas. Conforme Cerqueira et. al (2015, p.8), temos:

“Em 2000, a Lei no 2.372, que propunha medidas protetivas para a mulher vítima de violência doméstica – com o afastamento do agressor da habitação – foi totalmente vetada pelo presidente da República (Calazans e Cortes, 2011). Até a sanção da Lei Maria da Penha (Lei no 11.340/2006), os incidentes de violência doméstica eram julgados segundo a Lei no 9.099/1995, ou seja, como crimes de menor potencial ofensivo, em que nenhuma medida protetiva era oferecida à vítima, ao passo que nos poucos casos em que o perpetrador era condenado, sua pena se reduzia ao pagamento de cestas básicas.”

O termo doméstico incluiria pessoas que convivem no ambiente familiar, como empregados, agregados e visitantes esporádicos (Day et. al 2003, p.10). Neste mesmo contexto Njaine et. al (2009) diz que:

"Consideram-se violência doméstica as variadas formas de violência interpessoal (violência ou agressão física, violência ou abuso sexual, violência ou abuso psicológico, negligência e outras) que ocorrem no âmbito da família (intrafamiliar), sendo perpetradas por um(a) ou mais autores(as) com laços de parentesco consanguíneo ou por afinidade (vínculo conjugal formal ou informal) com a vítima. Também se considera violência doméstica quando há vínculos afetivos e/ou relações de poder (física, etária, social, psíquica e/ ou hierárquica) entre autor(es) e vítima(s). Ela independe do local de ocorrência da violência, pois pode ocorrer tanto na zona urbana como na zona rural, dentro ou fora do domicílio. Na prática, violência doméstica e violência intrafamiliar se referem ao mesmo problema.”

A violência doméstica é considerada a “mãe” de todas violências, sendo a vítima não apenas mulheres e crianças, mas sim, toda a sociedade. Além disso, crianças e jovens que

crecem nesse meio, muitas vezes, respondem aos conflitos cotidianos e a necessidade de autoafirmação, tão típicos da juventude, usando a linguagem aprendida, da violência, muitas vezes migrando na sociedade, em meio de drogas, assaltos, atos violentos entre outros (Cerqueira et. al, 2015, p.7).

Segundo Day et. al (2003, p.11) existem quatro formas mais comuns de violência intrafamiliar: física, psicológica, negligência e sexual. A violência física ocorre quando alguém causa ou tenta causar dano por meio de força física, de algum tipo de arma ou instrumento que possa causar lesões internas, externas ou ambas. A violência psicológica inclui toda ação ou omissão que causa ou visa causar dano à autoestima, à identidade ou ao desenvolvimento da pessoa. A negligência é a omissão de responsabilidade de um ou mais membros da família em relação a outro, sobretudo àqueles que precisam de ajuda por questões de idade ou alguma condição física, permanente ou temporária. A violência sexual é toda ação na qual uma pessoa, em situação de poder, obriga outra à realização de práticas sexuais, utilizando força física, influência psicológica ou uso de armas ou drogas.

Apesar da violência ser um ato de repúdio total por grande parte da população, esta ocorre frequentemente no Brasil. Registro de informações mostram que entre os anos de 1980 até 2013, num ritmo crescente e linear em função do tempo, morreu um total de 106.093 mulheres, vítimas de homicídio (Waiselfisz, 2015).

A violência no Brasil é considerada endêmica, devido à magnitude do número de casos e as sequelas deixadas, convertendo-se em um grave problema mundial de saúde pública (OMS, 2010). Além disso, muitos casos de violência doméstica ocasionam em mortes. Em uma pesquisa realizada no Brasil com dados de 2002, 2007 e 2012, pode-se concluir que há uma tendência de aumento nas regiões Norte, Nordeste e Sul, evidenciado pelos acréscimos de 5,74%, 5,49% e 2,92% na taxa de mortalidade por ano, respectivamente. Por outro lado, na região Sudeste observou-se um declínio anual médio de 3,41% (Leite et. al, 2017). No estado do Paraná ocorreram 52.853 casos notificados de violência doméstica, violência sexual e outras violências entre os anos de 2009 à 2015.

No período 2001-2011, foram registrados no Sistema de Informação de Mortalidade (SIM) 44.231 óbitos de mulheres por agressões, o que corresponde a 28,6% do total de óbitos (Garcia et. al, 2013). No período de 2010-2014, nos 1.651 municípios brasileiros com mais de 20 mil habitantes, foram registrados 127.137 óbitos por agressão a jovens de 15-29 anos de idade do sexo masculino no SIM (Melo, et. al, 2017). Em 2015, 4.621 mulheres foram assassinadas no Brasil, o que corresponde a uma taxa de 4,5 mortes para cada 100 mil

mulheres. No estado do Paraná esta taxa é de 4,3 casos por 100 mil mulheres (Cerqueira et. al, 2017).

A violência em suas várias faces e complexidade, reconhecida como um problema multifatorial e complexo de saúde pública. Por essa razão, o Brasil adotou a estratégia de notificação universal e compulsória dos casos de violência interpessoal, tornando-a objeto de políticas públicas com o propósito de garantir e promover os direitos sociais e de proteção às vítimas desse agravo (Minayo, 2005). O Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) é responsável pelo registro de informações nos sistemas de saúde Federal, Distrital ou Estadual e Municipal, e está presente em todas as regiões do país por meio das Diretorias Regionais de Saúde para executar atividades de fomento e cooperação técnica em informática nos principais estados brasileiros<sup>1</sup>. A ficha de avaliação com os casos realizados e registrados em unidades de saúde, com a ocorrência detalhada é registrada e atualizada pelo sistema do DATASUS.

Em casos de violência doméstica, sexual e/ou outras violências deve ser feito uma notificação compulsória desta ação no Sistema de Informação e Notificação de Agravos (SINAN- Ministério da Saúde). A notificação deve ser realizada de forma universal, contínua e compulsória, nas situações de suspeita ou confirmação de violências envolvendo crianças, adolescentes, mulheres e idosos, atendendo às Leis 8.069 (Estatuto da Criança e Adolescente), 10.741 (Estatuto do Idoso) e 10.778 (notificação compulsória de violência contra a mulher). A inserção no sistema DATASUS é realizada pelo gestor de saúde do SUS, mediante o preenchimento de uma ficha de notificação (Figura 1 e Figura 2) que possui mais de 70 campos para preenchimento da ocorrência, desde os dados pessoais da vítima ao tipo de lesão sofrida.

---

<sup>1</sup> <http://datasus.saude.gov.br/>

Figura 1 - Ficha de notificação (1º Página)

República Federativa do Brasil  
Ministério da SaúdeSINAN  
SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO

Nº

## FICHA DE NOTIFICAÇÃO / INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL VIOLÊNCIA DOMÉSTICA, SEXUAL E/OU OUTRAS VIOLÊNCIAS

**Definição de caso:** Suspeita ou confirmação de violência. Considera-se violência como o uso intencional de força física ou do poder, real ou em ameaça, contra si próprio, contra outra pessoa, ou contra um grupo ou uma comunidade que resulte ou tenha possibilidade de resultar em lesão, morte, dano psicológico, deficiência de desenvolvimento ou privação (OMS, 2002).

**Atenção:** Em casos de suspeita ou confirmação de violência contra crianças e adolescentes, a notificação deve ser obrigatória e dirigida aos Conselhos Tutelares e/ou autoridades competentes (Juizado da Infância e Juventude e/ou Ministério Público da localidade), de acordo com o art. 13 da Lei no 8.069/1990 - Estatuto da Criança e do Adolescente. Também são considerados de notificação compulsória todos os casos de violência contra a mulher (Decreto-Lei no 5.099 de 03/06/2004, Lei no 10.778/2003) e maus tratos contra a pessoa idosa (artigo 19 da Lei no 10.741/2003).

Dados Gerais	1 Tipo de Notificação	2 - Individual	
	2 Agravado/doença	VIOLENCIA DOMÉSTICA, SEXUAL E/OU OUTRAS VIOLÊNCIAS	3 Data da notificação
	4 UF	5 Município de notificação	Código (IBGE)
Dados de Residência	6 Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código (CNES)	7 Data da ocorrência da violência
	8 Nome do paciente	9 Data de nascimento	
	10 (ou) Idade	11 Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	12 Gestante
Dados da Pessoa Atendida	14 Escolaridade	15 Número do Cartão SUS	
	16 Nome da mãe	17 UF	
	18 Município de Residência	Código (IBGE)	19 Distrito
Dados da Ocorrência	20 Bairro	21 Logradouro (rua, avenida,...)	Código
	22 Número	23 Complemento (apto., casa, ...)	24 Geo campo 1
	25 Geo campo 2	26 Ponto de Referência	27 CEP
Dados Complementares	28 (DDD) Telefone	29 Zona	30 País (se residente fora do Brasil)
	31 Data da Investigação	32 Ocupação	
	33 Situação conjugal / Estado civil	34 Relações sexuais	
Dados da Pessoa Atendida	35 Possui algum tipo de deficiência/transtorno?	36 Se sim, qual tipo de deficiência/transtorno?	
	37 UF	38 Município de ocorrência	Código (IBGE)
	39 Distrito	40 Bairro	
Dados da Ocorrência	41 Logradouro (rua, avenida,...)	Código	42 Número
	43 Complemento (apto., casa, ...)	44 Geo campo 3	45 Geo campo 4
	46 Ponto de Referência	47 Zona	48 Hora da ocorrência (00:00 - 23:59 horas)
Dados da Ocorrência	49 Local de ocorrência	50 Ocorreu outras vezes?	51 A lesão foi autoprovocada?
	01 - Residência	02 - Habitação coletiva	03 - Escola
	04 - Local de prática esportiva	05 - Bar ou similar	06 - Via pública
07 - Comércio/serviços		08 - Indústrias/construção	09 - Outro
99 - Ignorado			

Violência doméstica, sexual e/ou outras violências

Sinan

SVS 13/11/2007

Fonte:Ministério da Saúde-Brasil

<http://www.saude.mt.gov.br/suvs/a/arquivo/1353/documentos>.

Figura 2 - Ficha de notificação (2º Página).

Tipologia da violência	52 Tipo de violência 1- Sim 2- Não 9- Ignorado			53 Meio de agressão 1- Sim 2- Não 9- Ignorado		
	<input type="checkbox"/> Física	<input type="checkbox"/> Tráfico de seres humanos	<input type="checkbox"/> Intervenção legal	<input type="checkbox"/> Força corporal/ espancamento	<input type="checkbox"/> Obj. perfuro-cortante	<input type="checkbox"/> Arma de fogo
Violência Sexual	54 Se ocorreu violência sexual, qual o tipo? 1- Sim 2- Não 8- Não se aplica 9- Ignorado			55 Se ocorreu penetração, qual o tipo? 1- Sim 2- Não 8- Não se aplica 9- Ignorado		
	<input type="checkbox"/> Assédio sexual	<input type="checkbox"/> Atentado violento ao pudor	<input type="checkbox"/> Exploração sexual	<input type="checkbox"/> Oral	<input type="checkbox"/> Anal	<input type="checkbox"/> Vaginal
Em casos de violência	56 Procedimento Indicado 1- Sim 2- Não 8- Não se aplica 9- Ignorado			57 Consequências da ocorrência detectadas no momento da notificação 1- Sim 2- Não 8- Não se aplica 9- Ignorado		
	<input type="checkbox"/> Profilaxia DST	<input type="checkbox"/> Profilaxia Hepatite B	<input type="checkbox"/> Coleta de sêmen	<input type="checkbox"/> Aborto previsto em lei	<input type="checkbox"/> DST	<input type="checkbox"/> Transtorno mental
Lesão	58 Natureza da lesão (considerar somente o diagnóstico principal)			59 Parte do corpo atingida (considerar somente o diagnóstico principal)		
	01 - Sem lesão	04 - Entorse/luxação	07 - Traumatismo dentário	10 - Intoxicação	11 - Queimadura	12 - Outros
Dados do provável autor da agressão	60 Número de envolvidos 1 - Um <input type="checkbox"/> 2 - Dois ou mais <input type="checkbox"/> 9 - Ignorado			61 Vínculo / grau de parentesco com a pessoa atendida? 1- Sim 2- Não 9- Ignorado		
	<input type="checkbox"/> Pai	<input type="checkbox"/> Ex-Cônjuge	<input type="checkbox"/> Cuidador	<input type="checkbox"/> 1 - Masculino <input type="checkbox"/>	63 Suspeita de uso de álcool 1- Sim <input type="checkbox"/> 2 - Não <input type="checkbox"/> 9- Ignorado <input type="checkbox"/>	
Evolução e encaminhamento	64 Evolução do caso / Encaminhamento no setor saúde 1 - Alta 3 - Internação hospitalar 5 - Óbito por Violência 2 - Encaminhamento ambulatorial 4 - Evasão / Fuga 6 - Óbito por outras causas 9 - Ignorado			65 Se óbito, data		
	66 Encaminhamento da pessoa atendida para outros setores 1- Sim 2- Não 9- Ignorado			67 Violência Relacionada ao Trabalho 1- Sim 2- Não 9- Ignorado		
Notificador	68 Se sim, foi emitida a Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT) 1-Sim 2- Não 8- Não se aplica 9- Ignorado			69 Circunstância da lesão CID 10 - Cap XX		
	70 Classificação final do caso 1 - Suspeito/provável 3 - Descartado 2 - Confirmado 9 - Ignorado			71 Data de encerramento		
<b>Informações complementares e observações</b>						
Nome do acompanhante		Função/grau de parentesco		(DDD) Telefone		
Observações Adicionais:						
<b>TELEFONES ÚTEIS</b>						
Disque-Saúde 0800 61 1997		Central de Atendimento à Mulher 180			Disque-Denúncia - Combate ao Abuso e Exploração Sexual de Crianças e Adolescentes 100	
Município/Unidade de Saúde				Cód. da Unid. de Saúde/CNES		
Nome		Função		Assinatura		
Violência doméstica, sexual e/ou outras violências Sinan SVS 13/11/2007						

Fonte:Ministério da Saúde, Brasil.

<<http://www.saude.mt.gov.br/suvs/a/arquivo/1353/documentos>>



## 2. VIOLÊNCIA DOMÉSTICA E MODELAGEM ESTATÍSTICA

Na literatura científica, alguns trabalhos tratam as informações de violência doméstica de forma diferente ao tradicional e, além de, descreverem o fenômeno, fazem uma modelagem matemática da característica em estudo. Neste capítulo, apresenta-se uma breve revisão na literatura científica de trabalhos que utilizaram modelagem estatística para descrever este fenômeno.

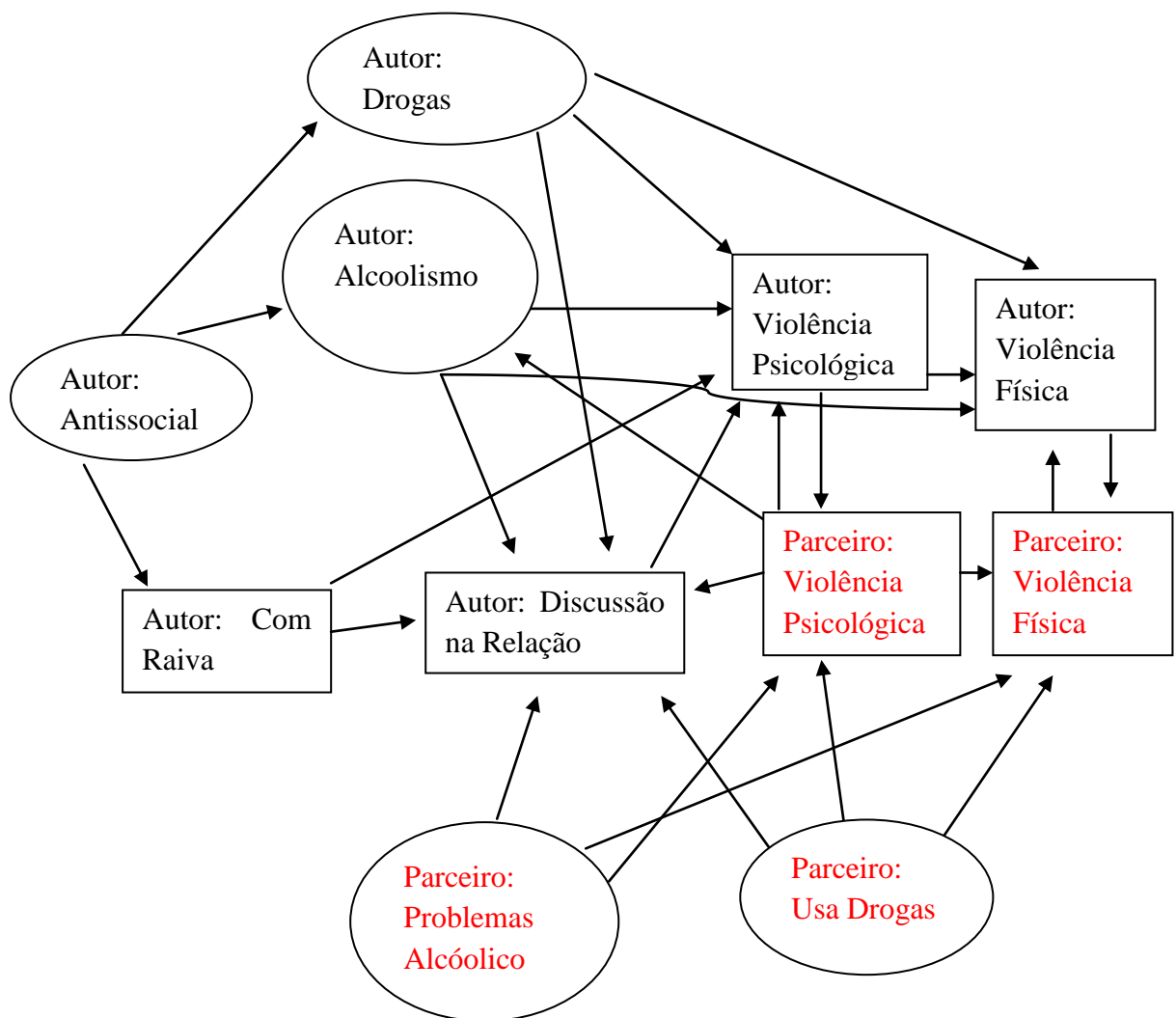
Famoye e Singh (2006) trabalharam em um estudo com dados coletados de registros oficiais do departamento de polícia de Portland, em colaboração com o comitê de direção interventivo da violência familiar do condado de Multnomah em Oregon nos Estados Unidos da América (EUA), considerando informações sobre o perfil dos agressores e das vítimas de violência doméstica, com o intuito de desenvolver um plano para reduzir a violência doméstica em Portland. Para isto, utilizou-se de modelo regressão generalizado de Poisson (ZIGP), para modelar dados de violência doméstica com excessos de zeros para os anos de 1996 até 1997, estabelecendo uma relação de que a educação da vítima está negativamente relacionada ao nível de violência.

Koenig et. al. (2006) trabalharam com informações da Pesquisa sobre Saúde Reprodutiva Masculina (MHRM), para se ter um indicativo para aprimoramento dos serviços de planejamento familiar. Para isto foi feita uma pesquisa amostral de mulheres realizada em 1995, nos 28 distritos do estado de Uttar Pradesh, região norte da Índia. Os métodos de modelagem basearam-se em modelos de regressão multiníveis para explorar os resultados da violência doméstica em uma amostra de 4520 homens casados. Com isto pode-se estabelecer uma relação entre a violência doméstica e suas influências em nível individual e comunitário, podendo evidenciar que os fatores de risco para violência doméstica física e sexual são: falta de filhos, pressão econômica, ambiente comunitário de crime violento e transmissão intergeracional da violência. Já os fatores protetores: maior nível socioeconômico foi evidenciado como protetor em relação à violência física, mas não sexual.

Segundo Stuart et. al (2008), em um estudo com adultos jovens presos por violência doméstica e encaminhados ao tribunal para programas de intervenção de espancadores em Rhode Island nos Estados Unidos da América, é possível estabelecer um modelo conceitual teórico sobre o perpetrador da violência doméstica e sua estreita relação com a vítima, utilizando análise de caminhos via modelos de regressão multivariados (*path analysis*). Ao observar a Figura 3, tem-se que os fatores de risco para violência doméstica são: o alcoolismo,

o uso de drogas e o fato do indivíduo ser antissocial. Com isto uma discussão de baixa magnitude já tem como desfecho violência física e psicológica. O uso de drogas e o alcoolismo são fortes preditores de violência doméstica. Esses resultados fornecem evidências de que problemas com drogas por ambos os parceiros podem ser fatores importantes na evolução da agressão.

**Figura 3** – Modelo teórico conceitual da violência doméstica



**Fonte: Autoria Própria (adaptado e traduzido de Stuart et. al, 2008)**

Koenen et. al. (2003) trabalharam com informações de um processo de amostragem populacional que mediram os coeficientes de inteligência (QI) de crianças gêmeas nascidas nos anos de 1994 e 1995 cadastradas no estudo de coorte *Environmental Risk (E-risk) Longitudinal Twin Study*- Inglaterra, Reino Unido. Sendo avaliadas 1116 pares de gêmeos monozigóticos (maternos) e dizigóticos (fraternos) de 5 anos de idade e suas, respectivas

mães, que fizeram relatos de suas experiências de violência doméstica nos últimos 5 anos. Neste estudo utilizou de modelos de regressão com mínimos quadrados ordinários para associar informações de violência doméstica à supressão do QI em uma relação dose-resposta às crianças expostas. As crianças expostas a altos níveis de violência doméstica tinham QI's que eram, em média, 8 pontos mais baixos do que as crianças não expostas. Utilizou-se ainda modelos de equações estruturais que exibiram que a violência doméstica adulta representou 4% da variação, em média, do QI infantil, independente das influências genéticas latentes.

Baldry (2003) publicou um artigo intitulado “Bullying nas escolas e exposição à violência doméstica”, o estudo foi conduzido com 1059 crianças italianas, com idades entre 8 até 15 anos, recrutadas em 10 escolas de ensino fundamental e médio na cidade de Roma. Neste trabalho foi utilizado modelos de regressão hierárquica múltipla para examinar a relação entre as variáveis dependentes: bullying ou vitimização e um conjunto de variáveis independentes: exposição à violência interparesntal, variáveis sociodemográficas e pais que prejudicam a criança. Os resultados indicaram que o assédio moral e a vitimização estão associados à violência doméstica, embora a exposição à violência doméstica, por si só, não preveja totalmente o comportamento na escola, especialmente no caso dos meninos. Um pai que prejudica a criança foi considerado um fator de risco tanto para o bullying quanto para a vitimização para o caso específico de ser menino.

Dentre deste contexto, o presente trabalho visa avaliar a evolução temporal do número mensal de casos notificados de violência doméstica, sexual e outras violências nas Diretorias Regionais de Saúde de Londrina e Cornélio Procópio, estado do Paraná, no período de janeiro de 2009 à dezembro de 2014. O interesse é estudar matematicamente a evolução da série temporal do número de casos mensais notificados de violência doméstica, sexual e outras violências, utilizando a estratégia de modelagem estatística, especificamente modelos de séries temporais. Dentre os vários métodos de análise disponíveis para trabalhar com esta classe de dados, nesta pesquisa optou-se pelos modelos da classe Box & Jenkins, especificamente os modelos ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*), que fazem uma composição dos parâmetros no processo de modelagem, sendo eles os seguintes componentes: auto-regressivos (AR), média móvel (MA) e a parte integrada (I). Dessa forma, por meio da estimação desses parâmetros e ajuste dos modelos, será possível caracterizar o fenômeno de interesse no tempo em estudo.

### **3. OBJETIVO**

O objetivo principal do presente trabalho é estudar e modelar a evolução temporal do número mensal de casos notificados de violência doméstica, sexual e/ou outras violências nas DRS de Londrina e Cornélio Procópio-PR, utilizando modelagem estatística de série temporal, para os anos de 2009 a 2014.

#### **3.1. Objetivos Específicos**

1. O estudo em questão trata de caracterizar a violência doméstica, sexual e/ou outras violências nas Diretorias Regionais de Saúde de Londrina e Cornélio Procópio.
2. Com o desenho de estudo apropriado, o interesse é examinar e encontrar o melhor modelo estatístico que caracterize o fenômeno na população de referência escolhida e no tempo selecionado;
3. Os métodos serão baseados no estudo de variável aleatória estocástica indexada mensalmente no tempo para os anos de 2009 a 2014.
4. Explorar periodicidades relevantes nos dados notificados de violência doméstica, sexual e/ou outras violências para sugerir ações de políticas públicas.

## 4. MÉTODOS

### 4.1. Desenho do estudo

Estudo quantitativo epidemiológico ecológico, com componente de série temporal.

### 4.2. População em estudo

A população de estudo se refere aos dados das Diretorias Regionais de Saúde de Londrina e Cornélio Procópio, devido a sua proximidade com a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Cornélio Procópio, desenvolvedora deste projeto. O número de casos de violência doméstica na DRS de Londrina foi de 3.129 casos e na DRS de Cornélio Procópio observou-se 85 casos notificados. As diretorias regionais de saúde do estado do Paraná, podem ser visualizadas no mapa abaixo.

**Figura 4** - Mapa do estado do Paraná com as divisões por Diretorias Regionais de Saúde.



Fonte: Secretaria de Saúde-Governo do Paraná.  
<http://www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2752>.

A diretoria regional de Londrina é composta pelos seguintes municípios de abrangência: Alvorada do Sul, Assai, Bela Vista do Paraíso, Cafeara, Cambé, Centenário do Sul, Florestópolis, Guaraci, Ibitiporã, Jaguapitã, Jataizinho, Londrina, Lupionópolis, Miraselva, Pitangueiras, Porecatu, Prado Ferreira, Primeiro de Maio, Rolândia, Sertanópolis, Tamarana. E, a diretoria regional de Cornélio Procópio é composta pelos seguintes municípios de abrangência: Abatia, Andira, Bandeirantes, Congonhinhas, Cornélio Procópio, Itambaraca, Leópolis, Nova América da Colina, Nova Fátima, Nova Santa Bárbara, Rancho Alegre, Ribeirão do Pinhal, Santa Amélia, Santa Cecília do Pavão, Santa Mariana, Santo Antonio do Paraíso, São Jerônimo da Serra, São Sebastião da Amoreira, Sapopema, Sertaneja e Uraí. Essas regionais de saúde recebem, respectivamente, os códigos 17 e 18.

As DRS de Londrina e Cornélio Procópio possuem as cidades como maior aglomeração de habitantes na região norte do estado. O município de Cornélio Procópio tem 46.928 habitantes, ocupando o 14º lugar na micro região, possuindo um salário médio mensal dos trabalhadores formais 2,1 salários mínimos, obtendo um PIB per capita de R\$ 26.521,68 segundo dados do IBGE em 2014. O município de Londrina tem 506.701 habitantes, ocupando o 6º lugar na micro região, possuindo um salário médio mensal de 2,8 salários mínimos, obtendo um PIB per capita de R\$ 29.135,94.

#### **4.3. Obtenção dos dados**

Os dados são de origem secundária e foram obtidos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação, por meio do sistema TABNET do DATASUS, escolheu-se a opção sobre o número de casos mensais notificados de violência doméstica, sexual e outras violências para os anos de 2009 até 2014. Estes dados são de acesso livre, podendo ser salvos em planilhas eletrônicas com extensão do *Microsoft Excel para Windows* para utilização com fins de pesquisa.

## 5. MODELOS DE SÉRIE TEMPORAL

### 5.1. Processo estocástico

A análise de séries temporais é caracterizada por meio de um processo estocástico, sendo esse processo dito como, uma família de variáveis aleatórias representando a evolução de um sistema de valores no tempo. Definido da seguinte maneira:

*Definição 1:* Um processo estocástico é uma família de variáveis aleatórias  $\{X_t: t \in T\}$ , tal que, para cada  $t \in T$ ,  $X(t)$  é uma variável aleatória.

No caso estudado as “variáveis aleatórias” são os casos notificados de violência doméstica, sendo definida em um espaço de probabilidade  $(\Omega)$ , em um espaço mensurável  $(S)$ , onde cada  $X_t$  é uma variável de aleatória de valor  $S$  no  $\Omega$ , o espaço  $S$  é então, chamado de espaço de estados do processo.

A função média, ou simplesmente média de  $X(t)$  é dada por:  $\mu(t) = E\{X(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} x dF(x;t)$ , enquanto a função de autocovariância de  $X(t)$  é definida como:

$$\gamma(t_1, t_2) = E\{X(t_1)X(t_2)\} - E\{X(t_1)\}E\{X(t_2)\}, t_1, t_2 \in T.$$

Observe que  $\mu(t)$  é uma função de  $t \in T$  e que  $\gamma(t_1, t_2)$  depende de dois argumentos,  $t_1$  e  $t_2$ . Em particular, se  $t_1 = t_2 = t$ , nos fornece:

$$\gamma(t, t) = \text{Var}\{X(t)\} = E\{X^2(t)\} - E^2\{X(t)\},$$

que é a (função) variância do processo  $X(t)$ , e que será indicada por  $\sigma^2(t)$ .

Para cada  $t$  temos uma variável aleatória  $X(t)$ , que tem média  $\mu(t)$  e variância  $\sigma^2(t)$ . A função de autocovariância  $\gamma(t_1, t_2)$  corresponde a covariância entre as duas variáveis aleatórias  $X(t_1)$  e  $X(t_2)$ , para quaisquer  $t_1, t_2 \in T$ . A função  $\mu(t)$  é obtida variando-se  $t$  em  $T$ . Consideremos, agora, para cada  $t$ , temos um conjunto de valores  $X^{(1)}(t)$ ,  $X^{(2)}(t)$ , etc, correspondentes às várias realizações do processo. A função  $\mu(t)$  é obtida determinando-se, para cada  $t$ , a média dos valores  $X^{(j)}(t)$ , média esta calculada em relação a  $j$ .

Resumindo, os parâmetros mais importantes a serem considerados serão a média e a função de autocovariância (f.a.c.v.),  $\mu(t)$  e  $\gamma(t_1, t_2)$ . Quando houver possibilidade de confusão, usaremos as notações  $\mu_X(t)$  e  $\gamma_X(t_1, t_2)$  para indicar a média e a f.a.c.v. de  $X(t)$ . Por exemplo, podemos estimar a média no instante  $t$  por:

$$\hat{\mu}(t) = [X^{(1)}(t) + \dots + X^{(m)}(t)] / m$$

O problema que surge é que usualmente temos uma só trajetória do processo, observada entre dois instantes de tempo.

*Definição 2:* Um processo estocástico  $\{X(t), t \in T\}$  diz-se estritamente estacionário se todas as distribuições finito dimensionais permanecem as mesmas sob translações do tempo, ou seja,

$$F(x_1, \dots, x_n; t_1 + \tau, \dots, t_n + \tau) = F(x_1, \dots, x_n; t_1, \dots, t_n), \text{ para quaisquer } t_1, \dots, t_n, \tau \text{ de } T.$$

Isto significa, em particular, que todas as distribuições unidimensionais são invariantes sob translações do tempo, logo a média  $\mu(t)$  e a variância  $\sigma^2(t)$  são constantes, isto é,

$$\begin{aligned} E\{X(t)\} &= \mu(t) = \mu, \text{ para todo } t \in T; \\ \text{Var}\{X(t)\} &= \sigma^2(t) = \sigma^2, \text{ para todo } t \in T. \end{aligned}$$

Sem perda de generalidade, podemos supor que  $\mu = 0$ . Caso contrário, considere o processo  $X(t) - \mu$ . Do mesmo modo, todas as distribuições bidimensionais dependem de diferenças de tempos. De fato, para  $t_1, t_2 \in T$ ,  $\gamma(t_1, t_2) = \gamma(t_1 + t, t_2 + t)$  e fazendo  $t = -t_2$ , temos que

$$\gamma(t_1, t_2) = \gamma(t_1 - t_2, 0) = \text{Cov}\{X(t_1 - t_2), X(0)\}.$$

Na realidade, a covariância é uma função de  $|t_1 - t_2|$  e para ver isto basta fazer  $t = -t_1$  acima. Segue-se que podemos escrever a função de autocovariância de um processo estacionário forte ou estrito como

$$\gamma(\tau) = \text{Cov}\{X(t), X(t + \tau)\} = \text{Cov}\{X(0), X(\tau)\} \text{ para } t, \tau \in T.$$

Genericamente, os momentos de ordem  $n$  de  $X(t)$  dependem apenas das diferenças  $t_j - t_1$ , e são funções de  $n-1$  argumentos. O interesse é caracterizar os processos estocásticos por meio de um número pequeno de funções de distribuição ou de momentos probabilísticos. Se nos restringirmos aos momentos de primeira e segunda ordem, tem-se à seguinte definição:

Um processo estocástico  $\{X(t), t \in T\}$  diz-se fracamente estacionário (ou estacionário de segunda ordem) se, e somente se,

- (i)  $E\{X(t)\} = \mu(t) = \mu$ , constante, para todo  $t \in T$ ;
- (ii)  $E\{X^2(t)\} < \infty$ , para todo  $t \in T$ ;
- (iii)  $\gamma(t_1, t_2) = \text{Cov}\{X(t_1), X(t_2)\}$  é uma função apenas de  $|t_1 - t_2|$ .

Então, o interesse real é trabalhar somente com esta classe de processos que atenda aos pressupostos de estacionaridade, denominados simplesmente de processos estacionários. Note-se que, se  $X(t)$  for estritamente estacionário, ele não necessita ser fracamente estacionário, pois a condição (ii) pode não estar satisfeita. Um processo tal que (ii) esteja satisfeita, diz-se um processo estacionário de segunda ordem.



## 5.2. Série Temporal

As séries temporais podem ser entendidas como uma realização de um processo estocástico, ou seja, é uma coleção de variáveis aleatórias observadas sequencialmente ao longo do tempo. Estes dados podem ser discretos ou contínuos, caracterizada da seguinte maneira, conforme Morettin (2006, p.1). São séries temporais discretas observações com intervalos de tempo iguais. Por outro lado, as séries temporais contínuas possui a necessidade de ser retirada uma amostra em um determinado intervalo.

Ao se obter uma série temporal, em um determinado intervalo de tempo, classifica-se quatro objetivos desta ação (Morettin , 2006, p.3):

1. Investigar o mecanismo gerador da série temporal; por exemplo, analisando uma série de alturas de ondas podemos querer saber como estas ondas foram geradas, ou seja, saber como ocorreu o fato;
2. Fazer previsões de valores futuros da série; estas podem ser em curto prazo, como para séries de vendas, produção ou estoque, ou em longo prazo, como para séries populacionais, de produtividade, etc.;
3. Descrever apenas comportamento da série; neste caso, analisa-se por meio da construção de gráficos;
4. Procurar periodicidades relevantes nos dados.

Uma das suposições mais frequentes que se faz a respeito de uma série temporal é a de que ela é estacionária, ou seja, ela se desenvolve no tempo aleatoriamente ao redor de uma média constante, refletindo alguma forma de equilíbrio estável. Segundo Morettin (2006) a classe dos modelos Auto-Regressivo, Integrado de Média Móveis (ARIMA) é capaz de descrever de maneira satisfatória séries estacionárias e séries não-estacionárias, mas que não apresentam comportamento explosivo. O modelo ARIMA (*Auto Regressive Integrated Moving Average*) é um modelo composto por parâmetros auto-regressivos (AR), média móvel (MA) e a parte integrada (I). Cada um destes componentes tem uma interpretação que impactam nos aspectos de modelagem e interpretação direta dos resultados.

O parâmetro auto-regressivo fará referência a dependência temporal relativa exatamente a mensuração anterior. Por exemplo, como os dados em questão são referentes aos casos mensais notificados, se houver um componente regressivo de ordem 1, quer dizer que o número de casos no mês atual tem dependência temporal com o número de casos do mês anterior. O parâmetro de média móvel fará referência aos erros (diferença entre o valor real e o valor ajustado pelo modelo) anteriores ao atual que não pode ser captado pelo modelo. E o

componente integrado faz referência a quantidade de diferenciações que a série teve que sofrer até se tornar estacionária, tratado como operador de retardo (B). A partir do modelo ARIMA, pode-se acrescentar o componente Sazonal, que capta tendências cíclicas sazonais no período estudado.

O modelo ARIMA( $p,d,q$ ), pode ser interpretado como a quantidade de parâmetros incorporados ao modelos:  $p$  é o número de parâmetros do tipo auto-regressivos,  $d$  é o número de diferenciações que a série sofreu até se tornar estacionária e  $q$  é o número de parâmetros de média móvel.

Quando as séries temporais mostram evidência de não-estacionariedade, os dados podem ser estacionados através da introdução de diferentes operadores no modelo. O primeiro operador de diferença é dado por  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ . O operador  $k$  diferenças é dado por  $\Delta^k Y_t = (1 - B)^k Y_t$ , onde B é o operador de atraso dado por  $B^k = \frac{Y_{t-k}}{Y_t}$ . Assim, obtemos a média móvel integrada auto-regressiva (ARIMA), denotada por ARIMA ( $p, d, q$ ), onde  $d$  é o número de passagens de diferenciação. A forma matemática do modelo ARIMA ( $p, d, q$ ) é:

$$\varphi(B) (1 - B)^d Y_t = \theta(B) \varepsilon_t, \quad (1)$$

onde  $\varphi(B) = 1 - \varphi_1 B^1 - \varphi_2 B^2 - \dots - \varphi_p B^p$ , e  $\theta(B) = 1 + \theta_1 B^1 + \theta_2 B^2 + \dots + \theta_q B^q$ .

Um modelo ARIMA sazonal denominado SARIMA, é uma extensão do modelo ARIMA com  $S$  observações por período, denotado por SARIMA( $p,d,q$ )( $P,D,Q$ ) $_S$ , é dado por:

$$\Phi(B^S) \varphi(B) (1 - B)^d (1 - B^S)^d Y_t = \Theta(B^S) \theta(B) \varepsilon_t. \quad (2)$$

Predicando o número de casos de violência doméstica, onde  $\Phi(B^S) = 1 - \varphi_{S,1} B^S - \varphi_{S,2} B^{2S} - \dots - \varphi_{S,p} B^{pS}$  e  $\Theta(B^S) = 1 + \theta_{S,1} B^S + \theta_{S,2} B^{2S} + \dots + \theta_{S,q} B^{qS}$  são funções polinomiais sazonais de ordem  $P$  e  $Q$ , respectivamente, que satisfazem as condições de estacionariedade e inversibilidade.

Os modelos gerados foram comparados utilizando-se o critério de informação Akaike (AIC), este é um índice que serve para averiguar a estimativa da qualidade relativa dos modelos estatísticos para os dados em estudo. Conforme os modelos estimados/construídos para os dados em questão, o AIC estima a qualidade de cada modelo, onde o modelo preferido é aquele com o menor valor AIC (Akaike, 1974). Cujas fórmula é dada por:

$$AIC(p,q) = \ln \hat{\sigma}_{p,d}^2 + \frac{2(p+q)}{X_t},$$

onde  $\hat{\sigma}_{p,d}^2$  é o estimador de máxima verossimilhança de  $\sigma^2$  para um modelo ARIMA( $p,1,q$ ) e  $X_t$  são as observações do número mensal de casos de violência para o período estudado.

Na etapa de validação dos modelos é necessário checar os pressupostos nos resíduos dos modelos gerados, neste caso específico chamado de ruído branco, como sendo resíduos independentes, identicamente distribuídos, seguindo distribuição normal com média zero e variância dos erros constante, portanto o ruído branco não deve apresentar nenhum padrão temporal.

Para verificar a independência temporal, são gerados os gráficos das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial dos resíduos, bem como o teste Ljung-Box (1978) para as defasagens iniciais. O teste de Ljung-Box, consiste em analisar as autocorrelações dos resíduos estimado que, apesar de não detectar quebras específicas no comportamento de ruído branco, pode indicar se esses valores são muito altos. Na hipótese nula é definido que os resíduos não são um ruído branco, logo, para atender os pressupostos do modelo teórico, o ideal é rejeitar  $H_0$ , isso acontece quando o teste retorna valores altos, em geral, para as primeiras quinze ou vinte defasagens (Morettin, 2011). Para verificar se a média dos resíduos é próxima de zero e segue distribuição aproximadamente normal, constrói-se os gráficos de probabilidade normal e o histograma dos resíduos.

Dessa forma, a construção dos modelos de interesse se deu da seguinte forma: primeiro estabilizou-se a série por meio de diferenciação, aplicando o operador de retardo, para obter-se uma série estacionária, depois gerou-se os gráficos da função de autocorrelação e da função de autocorrelação parcial, para identificar a quantidade de parâmetros autorregressivos e de média móvel. Na sequência tratou-se de obter as estimativas de máxima verossimilhança para os parâmetros dos modelos ARIMA, de acordo com os diferentes valores de  $p$ ,  $d$ ,  $q$  e comparar os modelos obtidos utilizando critério de informação Akaike (AIC) e a menor variância dos erros ( $\sigma_{\varepsilon}^2$ ). Após esta etapa, escolheu-se o melhor modelo verificando-se a qualidade do ajuste por meio da análise dos resíduos (ruído branco), traçando os gráficos usuais de validação do modelo como histograma dos resíduos, gráfico de probabilidade normal, gráficos das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial e o teste Ljung-Box (1978) para as defasagens iniciais.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Implementação Computacional

Os modelos de séries temporais serão obtidos com o auxílio computacional do software R. Iremos utilizar a biblioteca externa (*package*) de comandos *TSA* (*Time Series Analysis*) (Chan e Cryer, 2012) com o intuito de estimar os parâmetros de interesse dos modelos da classe ARIMA, utilizando o método de máxima verossimilhança, gerar os gráficos das funções de autocorrelação e autocorrelação parcial e demais representações e cálculos de interesse.

### 6.2. Descrição

Na Tabela 1 são descritas a quantidade de casos notificados nas DRS de Londrina e Cornélio Procopio, mensalmente entre os anos de 2009 até 2014, obtidos diretamente no SINAN.

**Tabela 1** - Nº de casos notificados de violência doméstica, sexual e/ou outras violências para DRS 17 e 18.

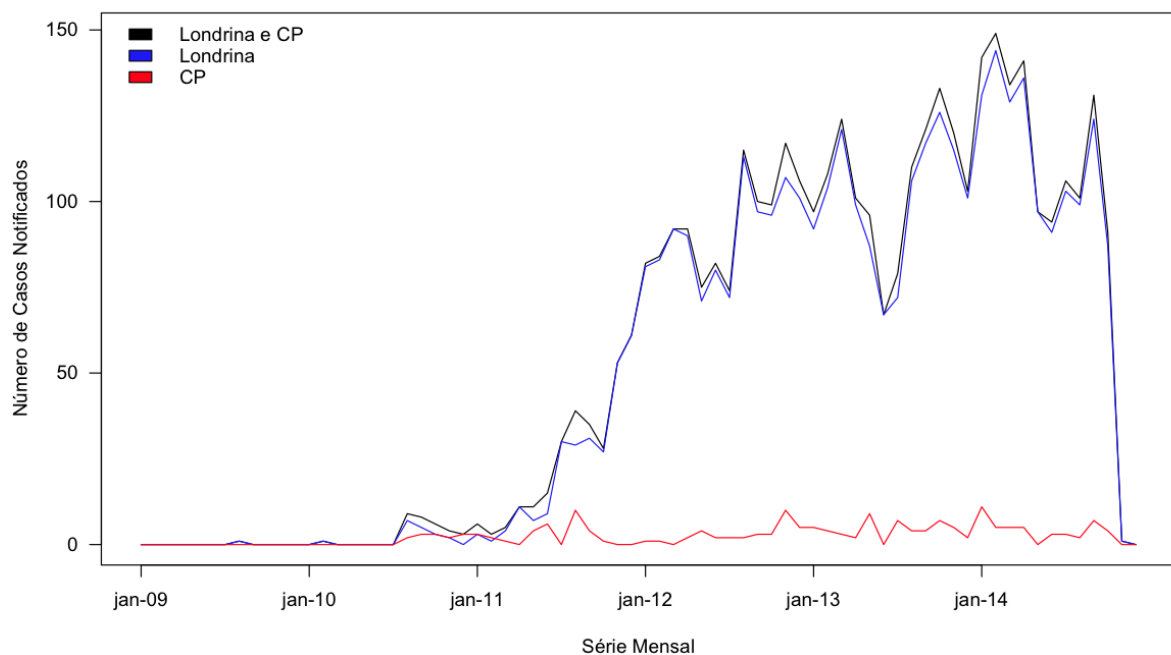
Meses	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Janeiro	0	0	6	82	97	142	327
Fevereiro	0	1	3	84	108	149	345
Marco	0	0	5	92	124	134	355
Abril	0	0	11	92	101	141	345
Mai	0	0	11	75	96	97	279
Junho	0	0	15	82	67	94	258
Julho	0	0	30	74	79	106	289
Agosto	1	9	39	115	110	101	375
Setembro	0	8	35	100	121	131	395
Outubro	0	6	28	99	133	91	357
Novembro	0	4	53	117	120	1	295
Dezembro	0	3	61	106	103	0	273
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>31</b>	<b>297</b>	<b>1118</b>	<b>1259</b>	<b>1187</b>	<b>3893</b>

Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SinanNet

Nos dados exibidos na Tabela 1 pode-se observar que nos meses iniciais não há notificação de casos de violência doméstica, pois o sistema havia sido modificado em 2007, possuindo um período de calibração, até a consolidação do mesmo. Algumas referências em estudos sobre violência mostram que nos casos de violência doméstica existe um grande nível de subnotificação, em torno de 70%, devido a muitas vítimas declararem outras histórias, visando encobrir a situação ou para proteger o agressor, devido a uma situação de vulnerabilidade (Heise et al.,1994; Hartigan, 1997). Deste modo, observa-se nos meses finais de 2014 encontramos outros meses que não há notificação, tal falha no sistema se dá pelo período de atualização dos casos.

Na Figura 5, é ilustrado o comportamento temporal do fenômeno de interesse para os anos em estudo.

**Figura 5** - Gráfico da evolução temporal dos casos notificados de violência doméstica DRS 17 e 18- PR.

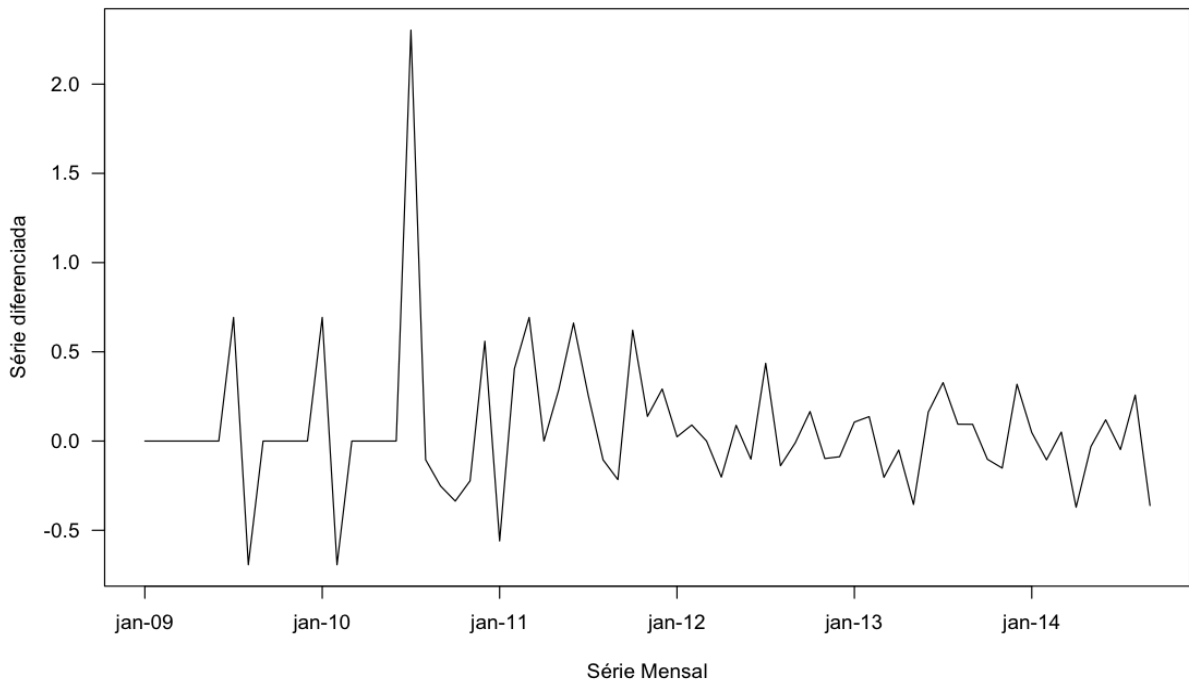


**Fonte: Autoria Própria**

A Figura 4 exibe a evolução temporal dos casos notificados de violência doméstica para as DRS 17, DRS 18 e para ambas em conjunto. Pode-se perceber que a série acumulada com os valores somadas das DRS de Londrina e Cornélio Procópio não tem um comportamento estacionário, logo teremos que obter diferenciações, para a série se tornar estacionária e prosseguirmos com a modelagem dos dados.

Na Figura 6 observa-se o gráfico da série diferenciada com a primeira diferença já podendo perceber estacionariedade em torno de zero, indicando que o parâmetro  $d$ , pode ser definido como sendo igual ( $d=1$ ).

**Figura 6** - Gráfico da série transformada com a primeira diferença.

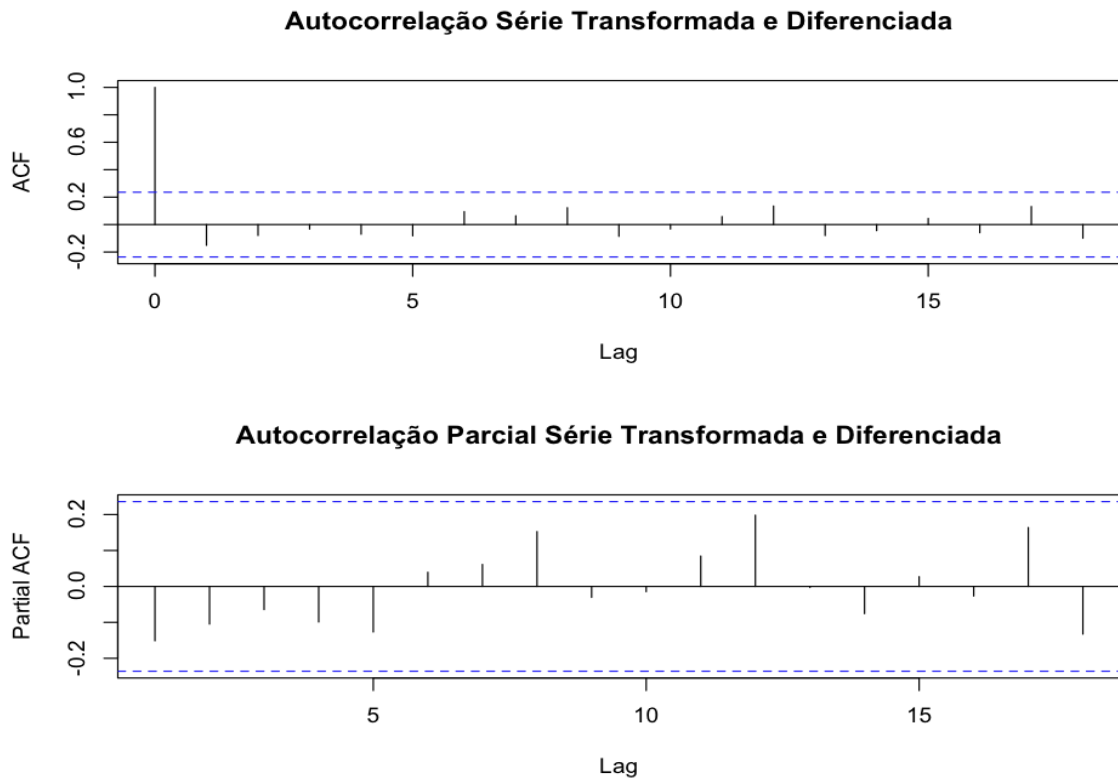


**Fonte: Autoria Própria**

Com a realização da transformação e uma única diferenciação é possível observar que a série se tornou estacionária, ou seja, tem uma variação constante em torno de zero. Logo podemos começar o processo de modelagem sabendo que a componente integrada do modelo é de ordem 1 e no caso teremos um modelo com a seguinte configuração:  $ARIMA(p, d=1, q)$ , onde  $p$  indica o número de parâmetros do termo AR;  $d$  indica a quantidade de diferenciações até a série se tornar estacionária; e  $q$  indica o número de parâmetros do termo MA.

Com a série transformada e diferenciada, obteve-se as funções autocorrelação (ACF) e autocorrelação parcial (ACP), que é uma ferramenta matemática para encontrar padrões de repetição e ajuda a definir o número de componentes do tipo AR e MA que devem ser incorporados no modelo ARIMA, tal como a presença de um sinal periódico no tempo estudado. Veja os gráficos destas funções, na Figura 7.

**Figura 7** - Gráficos da função autocorrelação e autocorrelação parcial da série.



**Fonte: Autoria Própria**

Observando as funções de autocorrelação e autocorrelação parcial, pode-se iniciar o processo de construção dos modelos indicando-se o número de parâmetros auto-regressivos e de média móvel. Como só uma defasagem com os valores fora dos intervalos de confiança, logo, pode-se inferir que neste modelo é necessário pelo menos 1 parâmetro auto-regressivo e 1 parâmetro de média móvel.

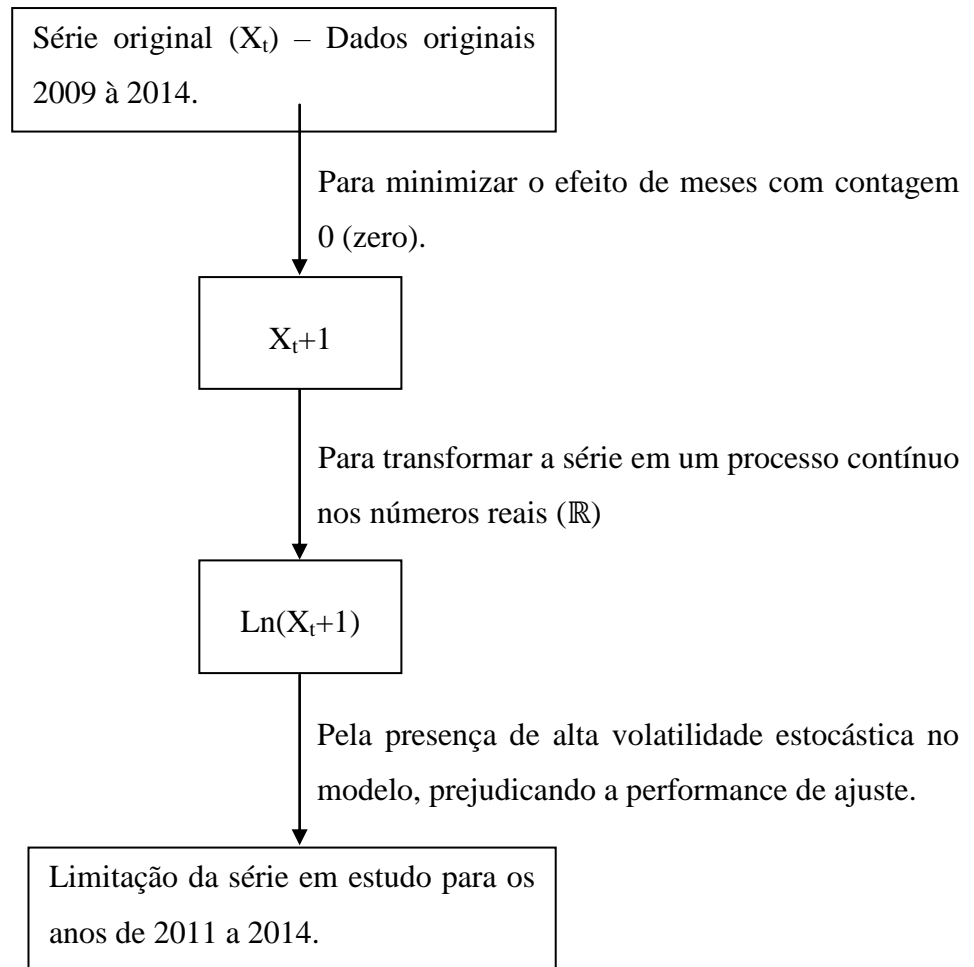
Neste trabalho, o processo de ajuste do modelo sobre os dados de violência doméstica, sexual e outras violências passou por uma etapa de pré-processamento:

1. Adotou-se o seguinte critério para minimizar o efeito dos meses com frequência zero de casos de violência doméstica, primeiro somou-se 1 em todos os valores da série ( $X_t+1$ ), assim os meses em que tínhamos como zero se tornam um.
2. Depois, aplicou-se a função logarítmica natural ( $\ln(X_t+1)$ ) para que os dados tornam-se contínuos e não derivados de um processo de contagem, afinal os modelos em questão tem como pressuposto que a variável resposta seja definida de forma contínua no conjunto de todos os reais ( $\mathbb{R}$ ).

3. Após esta etapa fizemos um recorte do tempo de estudo da série e devido alta volatilidade e instabilidade estocástica, oriunda dos anos iniciais (2009 e 2010), desta forma limitamos o processo de modelagem para os anos de 2011 à 2014.

Na Figura 8, encontra-se um fluxograma, explicitando a etapa de pré-processamento e como será iniciado o processo de modelagem, para o melhor modelo ajustado.

**Figura 8** – Fluxograma do pré-processamento da informação.



**Fonte: Autoria Própria**



### 6.3. Modelo Proposto

Na Tabela 2, pode-se observar os dados iniciais após sofrerem a transformação, para o início da modelagem.

**Tabela 2** – Dados transformados  $\ln(X_t + 1)$  para início da modelagem (2011 à 2014).

<b>Meses</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Total</b>
Janeiro	0,85	1,92	1,99	2,16	6,92
Fevereiro	0,60	1,93	2,04	2,18	6,75
Marco	0,78	1,97	2,10	2,13	6,98
Abril	1,08	1,97	2,01	2,15	7,21
Maiο	1,08	1,88	1,99	1,99	6,94
Junho	1,20	1,92	1,83	1,98	6,93
Julho	1,49	1,88	1,90	2,03	7,30
Agosto	1,60	2,06	2,05	2,01	7,72
Setembro	1,56	2,00	2,09	2,12	7,77
Outubro	1,46	2,00	2,13	1,96	7,55
Novembro	1,73	2,07	2,08	0,30	6,18
Dezembro	1,79	2,03	2,02	0	5,84
<b>Total</b>	<b>15,22</b>	<b>23,63</b>	<b>24,23</b>	<b>21,01</b>	<b>84,09</b>

**Fonte: Autoria Própria. (Adaptado, Ministério da Saúde/SVS, 2017)**

Foram obtidos cinco modelos utilizando o período de 2011 à 2014 com o intuito de modelar o número de casos de violência doméstica, sexual e outras violências. A Tabela 3 mostra o valor do Critério de Informação de Akaike (AIC) e a estimativa da variância do erro, para modelos do tipo (ARIMA) (p,1,q).

**Tabela 3** - Critério de Informação de Akaike (AIC) e a estimativa de erro modelos (ARIMA)(p,1,q).

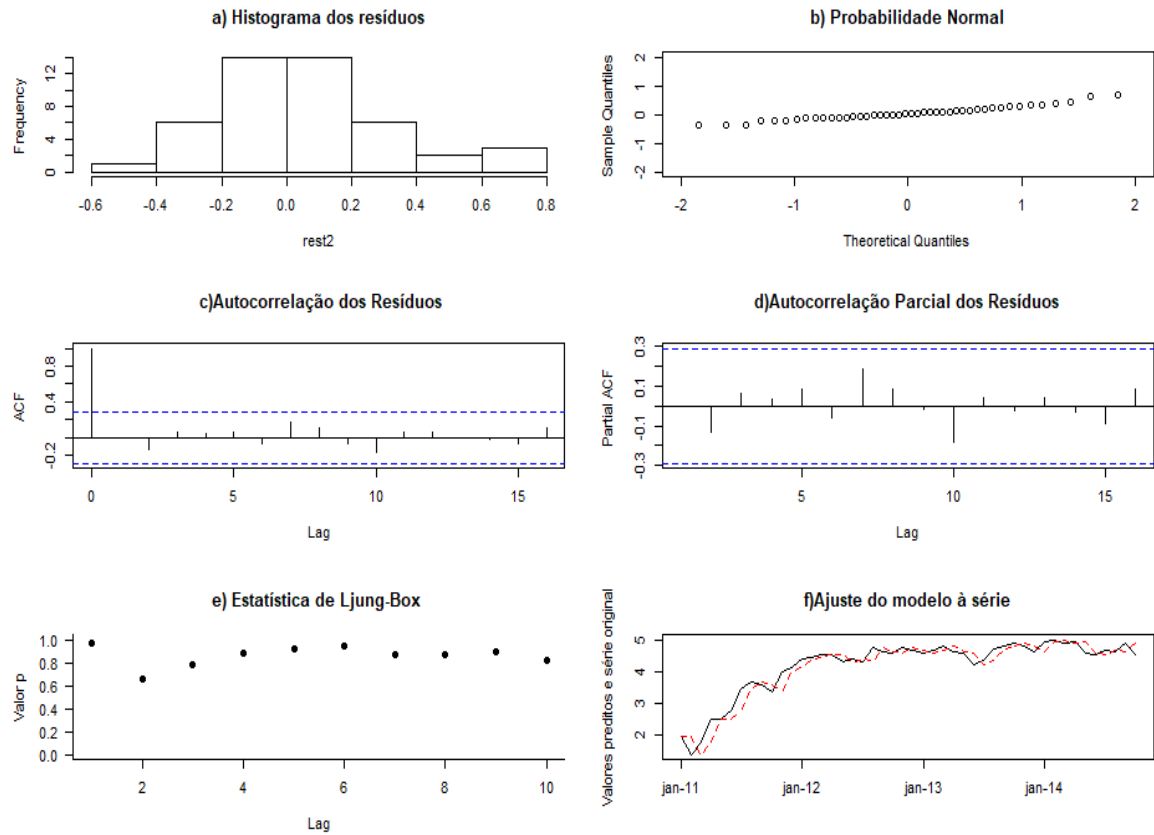
MODELOS	AIC	ESTIMATIVA DA $\sigma_{\varepsilon}^2$
ARIMA(0,1,0)	11,68	0,07261
ARIMA(1,1,0)	13,57	0,07242
ARIMA(0,1,1)	13,55	0,07238
ARIMA(1,1,1)	13,79	0,06913
ARIMA(0,1,2)	15,15	0,07171

**Fonte: Autoria Própria**

Note que o modelo ARIMA(0,1,0), possui o AIC de menor valor, já que a variância dos erros foram valores bem próximos, como pode-se observar na coluna 3 da Tabela 3.

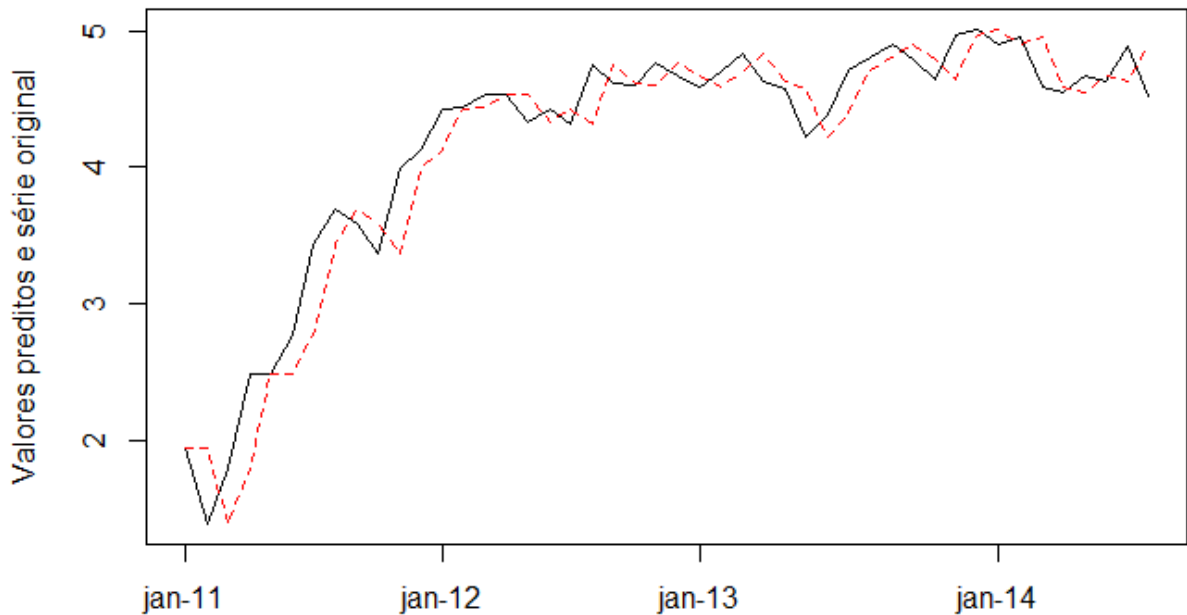
Na sequência estão apresentados os gráficos de validação do ajuste, bem como a série original com o modelo ajustado (Figura 9). No painel (a) da Figura 9 é possível observar que a média dos resíduos é próxima de zero. No painel (b) pode-se observar se existe a distribuição normal, ou seja, existe uma tendência linear dos pontos. Nos painéis (c) e (d) pode-se ver que não há dependência temporal. No painel (e) é possível observar que os resíduos são realmente independentes, por meio do gráfico do teste de Ljung-Box. Por fim, no painel (f) pode-se verificar o valor real em preto, e em vermelho observa-se o modelo ajustado.

**Figura 9** – Painel com gráficos de ajuste do modelo ARIMA(0,1,0).



**Fonte: Autoria Própria**

Na Figura 10, encontra-se em destaque o modelo da série ajustado, em que, pode-se verificar o valor real em preto, e em vermelho observa-se o modelo ajustado.

**Figura 10** - Gráfico de ajuste do modelo ARIMA(0,1,0) à série.

**Fonte: Autoria Própria**

Adicionando o componente sazonal com intuito de melhorar a performance do modelo, obteve-se os modelos SARIMA, por meio de testes realizados considerando periodicidade 6 e 12, conforme tabela a seguir:

**Tabela 4** - Critério de Informação de Akaike (AIC) e a estimativa de erro modelos (SARIMA)(p,1,q)(1,0,0)<sub>06</sub> e (SARIMA)(p,1,q)(1,0,0)<sub>12</sub>.

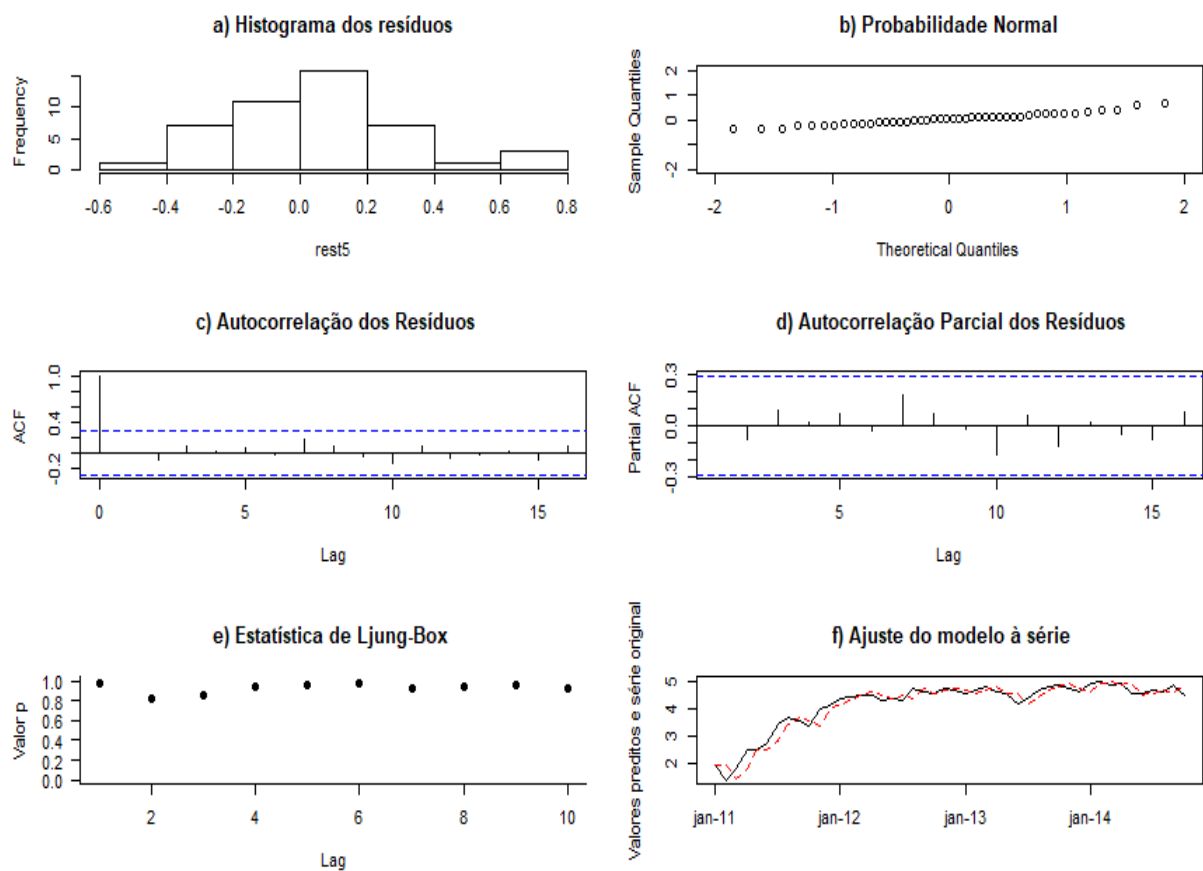
MODELOS	AIC	ESTIMATIVA DA $\sigma_{\varepsilon}^2$
SARIMA(0,1,0)(1,0,0) <sub>06</sub>	13,66	0,07255
SARIMA(1,1,0)(1,0,0) <sub>06</sub>	15,43	0,07211
SARIMA(0,1,1)(1,0,0) <sub>06</sub>	15,37	0,07199
SARIMA(1,1,1)(1,0,0) <sub>06</sub>	15,78	0,06911
SARIMA(0,1,2)(1,0,0) <sub>06</sub>	17,05	0,07148
SARIMA(0,1,0)(1,0,0) <sub>12</sub>	13,11	0,07117
SARIMA(1,1,0)(1,0,0) <sub>12</sub>	15,07	0,07117
SARIMA(0,1,1)(1,0,0) <sub>12</sub>	15,07	0,07117
SARIMA(1,1,1)(1,0,0) <sub>12</sub>	16,93	0,07117
SARIMA(0,1,2)(1,0,0) <sub>12</sub>	16,88	0,07102

**Fonte: Autoria Própria**

Note que dentre os modelos SARIMA com periodicidade 6 e 12, o modelo SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>, possui o AIC de menor valor.

Assim, como encontramos na Figura 9, os gráficos referentes ao modelo ARIMA(0,1,0), a seguir na Figura 11, podemos observar os mesmos, porém, referentes ao modelo SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>, que mostram a validação dos pressupostos teóricos de ajustes dos modelos.

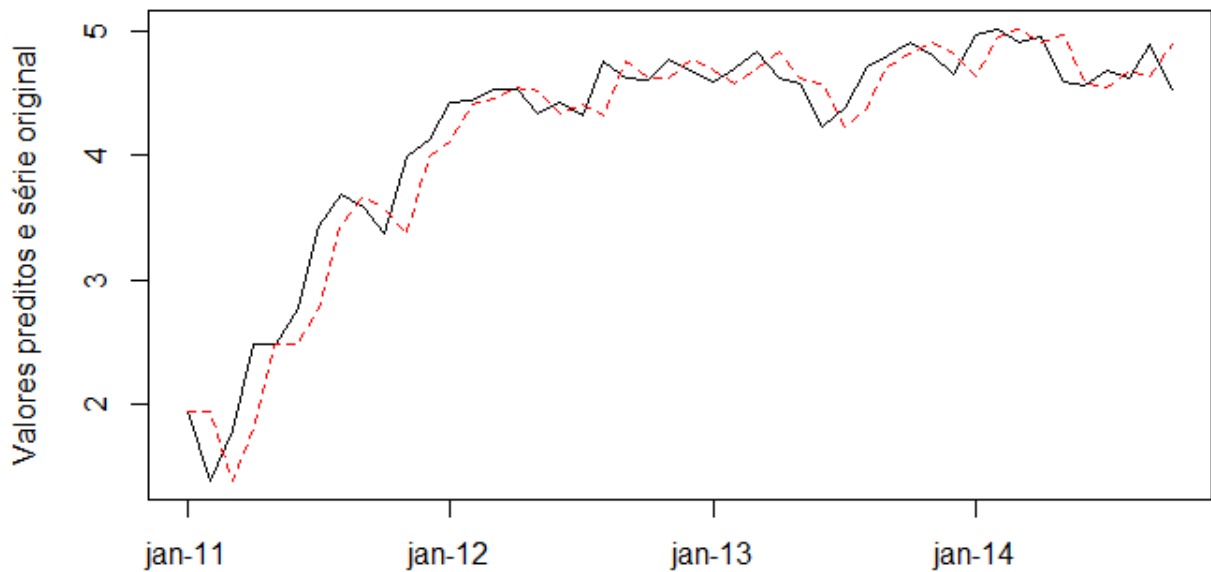
**Figura 11** – Painel com gráficos de ajustes do modelo SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>.



**Fonte: Autoria Própria**

Na Figura 12, encontra-se em destaque o modelo da série ajustado.

**Figura 12** – Gráfico de ajuste do modelo SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub> à série.



**Fonte: Autoria Própria**

Por meio dos modelos obtidos é possível observar que os melhores ajustes foram aqueles que possuem o componente auto-regressivo e o componente de média móvel zerados, ou seja, com  $p=q=0$ , e  $d=1$ . O melhor modelo dentre os critérios assumidos, menor AIC e variância residual, foi o modelo ARIMA(0,1,0), em qual possui um AIC= 11,68. Adotando o critério de parcimônia, ou seja, o melhor modelo com menor número de parâmetros que são capazes de descrever o fenômeno em sugestão à um modelo mais complexo, este é o modelo preferido.

#### **6.4. Discussão dos Resultados**

Os modelos que melhor se adequaram aos dados em questão foram: ARIMA (0,1,0) e o SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub> para os dados da série nos anos de 2011 a 2014. Os modelos ARIMA (0,1,0) e o SARIMA(0,1,0)(1,0,0)<sub>12</sub>, evidenciam que o padrão temporal encontrado, refere-se aos dados em questão sofreram influencia exatamente da diferenciação da série, ou seja, função direta do operador de atraso da série nos dois casos (ARIMA e SARIMA). No SARIMA como há 1 parâmetro auto-regressivo no componente sazonal cíclico, quer dizer que o mês atual sofrem influência do próprio mês no ano anterior. Isto corrobora com o fato de que há um aumento significativo sempre nos meses iniciais do ano conforme o gráfico da série exibido na Figura 5.

Nos meses iniciais dos anos é possível ver um aumento substancial no número de casos de violência doméstica, violência sexual e outras violências podendo-se relacionar ao período de férias escolares e também ao período em que os cuidadores devem se atentar a necessidade de educação e cuidados com os filhos, e possivelmente pode ser um gerador de conflitos que como desfecho reflete a violência doméstica (Day et. al, 2003). A exposição à violência doméstica é a perpetuação da vitimização dentro de casa e a violência interpaparental tem efeitos prejudiciais sobre todo o contexto familiar, mas as vítimas principais são as mulheres, crianças e adolescentes (Cerqueira et. al, 2015). Neste sentido uma recomendação é que a escola deve ser vista como agente comunitário mediador, que a este respeito, pode desempenhar um papel fundamental na detecção precoce desta situação e atuar como interventor.

A violência como um todo, deve ser vista como um problema/processo social, sendo objeto de investigação na área da saúde pública, pois esta, além de atender as vítimas, também tem a função de subsidiar estratégias de prevenção e políticas públicas diversificadas por região de atendimento, conforme as leis orgânicas de saúde (Lei 8.080/1990). Vale ressaltar que a área de abrangência do estudo só conta com uma delegacia da mulher, localizada na cidade de Londrina<sup>2</sup>. Neste sentido uma recomendação é que esta região e municípios que façam parte das DRS possam contar com mais locais de apoio para mediar situações de violência doméstica como delegacia da mulher, vara da infância e juventude e conselheiras tutelares. Um contraponto que fica forte na questão do combate à violência é o alcoolismo do agressor, neste caso vale destacar medidas de apoio para estes casos como unidade de saúde da família que contam com redes de assistência e combate ao alcoolismo (Stuart et. al, 2008).

Cabe destacar que a subnotificação dos casos de violência é um problema social grave e uma limitação deste estudo no âmbito geral. Pois, os dados epidemiológicos são a base para as ações sociais de prevenção, intervenção e promoção de políticas públicas. Estudos sobre dados de violência mostram que nos casos de violência doméstica a subnotificação é em torno de 70% pois, muitas vítimas declaram outras histórias, visando encobrir a situação para proteger o agressor, devido a condição de vulnerabilidade (Heise et al.,1994; Hartigan, 1997). Como os dados disponíveis não evidenciam o problema de forma fidedigna a previsão via modelagem é influenciada por esta condição, mas isto não inviabiliza o uso de modelos para caracterização e predição do número de casos como uma estratégia de gestão e vigilância do sistema público de saúde e para o sistema de segurança pública. Afinal modelos matemático-

---

<sup>2</sup> (<http://www.policiacivil.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=9>).

estatísticos que possam levar ao entendimento do número de casos violência é uma excelente ferramenta gestão para o fenômeno de interesse (Stuart et. al, 2008; Koenen et. al,2003; Baldry, 2003; Koenig et. al, 2006)

Neste trabalho os dados são de base populacional agregada, não sendo possível inferência ou conclusões no nível individual da informação (Gordis, 2004). Porém alguns trabalhos que tratam as informações no nível individual das vítimas de violência doméstica, possibilitam discutir sobre semelhanças importantes e diferenças evidentes nos fatores protetores e de risco para violência doméstica física e sexual, levando ao aumento do número de casos notificados na população. Sendo possível inferir que programas que reduzem com sucesso a violência doméstica também devem ter efeitos benéficos no desenvolvimento cognitivo das crianças e comportamento escolar (Koenen et. al, 2003), que o aumento no nível de escolaridade é fator protetor contra a violência (Baldry, 2003) e que programas de intervenção ou educativos sobre o uso abusivo de álcool e drogas podem interferir no desfecho de agressão na violência doméstica (Stuart et. al, 2008) todos esses fatores juntos corroboram para um ambiente comunitário violento que afeta diretamente o nível de violência doméstica (Koenig et. al, 2006).



## 7. CONCLUSÃO

Modelos matemáticos e estatísticos aplicados ao entendimento de casos notificados de violência doméstica, sexual e outras violências na população de interesse podem ser excelentes ferramentas de apoio à decisão. Pois possibilitam a caracterização do problema, exibição de comportamentos periódicos e se houver acompanhamento do número de casos é possível ser utilizado para fazer previsões, logo é uma ferramenta que pode dar subsídio à estratégias de políticas públicas e vigilância em saúde.

## REFERÊNCIAS

- Akaike H. **A new look at the statistical model identification**. IEEE Transactions on Automatic Control. 19(6) pag.:, 1974.
- Baldry, AC. **Bullying in schools and exposure to domestic violence** Anna C. Baldry\* Department of Social Psychology, University of Rome 'La Sapienza', 2003.
- Brasil. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. Viva: instrutivo de notificação de violência doméstica, sexual e outras violências / Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde.** – Brasília: Ministério da Saúde, 2011. 72 p.: il. – (Série F. Comunicação e Educação em Saúde).
- BRASIL. Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990. **Lei Orgânica da Saúde. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências**. Brasília, set. 1990. Cerqueira, D; Lima, RS; Bueno, S; Valencia, LI; Hanashiro, O; Machado, PHG; Lima, AS. Atlas da violência 2017. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Fórum Brasileiro de Segurança Pública**. Rio de Janeiro 2017.
- Cerqueira, D; Matos, MVM; Martins, APA; Junior, JP. **IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Avaliando a Efetividade da Lei Maria da Penha**. Brasília 2015.
- Cryer, J; Chan,KS. **Time Series Analysis with Applications in R** (second edition), 2012.
- DATASUS. **Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde**. Disponível em <<http://datasus.saude.gov.br/arquivos-de-definicoes-para-tabulacao/80-nucleos-regionais/distrito-federal>>. Acesso em 15 out. 2017.
- Day, VP. Telles LEB, Zoratto, PH. Azambuja MRF. Machado, DA. Silveira, MB. Debiaggi, M. Reis, MG. Cardoso, RG. Blank, P. **Violência doméstica e suas diferentes manifestações**. – R. Psiquiatr. RS, 25' (suplemento 1): 9-21, abril 2003.
- Famoye, F.,and Singh KP, **Zero-Inflated Generalized Poisson Regression Model with an Application to Domestic Violence**. Journal of Data Science 4(2006), 117-130.
- Garcia, LP; Freitas, LRS; Höfelmann, DA. **Avaliação do impacto da Lei Maria da Penha sobre a mortalidade de mulheres por agressões no Brasil,2001-2011**. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, 22(3):383-394, jul-set 2013.
- Guerra VN. **A violência física doméstica contra crianças e adolescentes e a imprensa: do silêncio à comunicação** [Tese de Doutorado]. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica; 1996.

- Gordis, L. **Epidemiology**. Terceira edição. Elsevier- Amsterdam & Philadelphia; 2004.
- Hartigan, P., 1997. **La OPS enfoca el problema de la violencia contra la mujer**. Revista Panamericana de Salud Pública, 2: 290-294.
- Heise, L.; Pitnguy, J. & Germain, A., 1994. **Violence against Women. The Hidden Health Burden**. World Bank Discussion Papers 225. Washington, D.C.:World Bank.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE-cidades**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- Koenen, KC. Moffitt, TE. Caspi, A. Taylor, A. Purcell, S. **Domestic violence is associated with environmental suppression of IQ in young children**. Development and Psychopathology, 15 (2003), 297–311.
- Koenig et al. **Individual and Contextual Determinants of Domestic Violence in North India**. American Journal of Public Health. Vol 96, No. 1- January 2006.
- Leite, FMC; Mascarello, KC; Almeida, APSC; Favero, JL; Santos, AS; Silva, ICM; Wehrmeister FC. **Análise da tendência da mortalidade feminina por agressão no Brasil, estados e regiões**. Ciência & Saúde Coletiva, 22(9):2971-2978, 2017.
- Ljung GM, Box GEP. **On a measure of lack off it in time series models**, Biometrika 1978; 65: 135-40.
- Melo, ACM; Silva, GDM; Garcia, LP. **Mortalidade de homens jovens por agressões no Brasil** Cadernos de Saúde Pública, 33(11): 1-15,2017.
- Minayo MCS. **Violência: um problema para a saúde dos brasileiros**. In: Souza ER, Minayo MCS. **Impactos da violência na saúde dos brasileiros**. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.
- Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. **Violência Intrafamiliar: Orientações para práticas em serviço**. Brasília: MS; 2001.
- Morettin, P. A. and T. C. M. **Análise de Séries Temporais**. Edgard Blücher, São Paulo, 2006.
- Morettin, P.A. **Econometria Financeira – Um curso em séries temporais financeiras**. . Edgard Blücher, São Paulo, 2011.
- Njaine K. et al (Org.). **Impactos da violência na saúde**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz/ENSP/EAD, 2009.

Roque, EMST; Ferriani, MGC. **Desvendando a violência doméstica contra crianças e adolescentes sob a ótica dos operadores do direito na comarca de jardinópolis-sp.** Revista Latino Americana de Enfermagem,10(3): 2002.

Stuart, GL; Temple, JR;Follansbee, KW;Bucossi,MM. **The Role of Drug Use in a Conceptual Model of Intimate Partner Violence in Men and Women Arrested for Domestic Violence.** Psychology of Addictive Behaviors.Vol. 22, No. 1, pags:12–24, 2008.

Waiselfisz, JJ. **MAPA DA VIOLÊNCIA 2015 HOMICÍDIO DE MULHERES NO BRASIL** [https://apublica.org/wp-content/uploads/2016/03/MapaViolencia\\_2015\\_mulheres.pdf](https://apublica.org/wp-content/uploads/2016/03/MapaViolencia_2015_mulheres.pdf), 2015.

World Health Organization. **Violence, Injuries and Disability: Biennial Report 2008/2209.** World Health Organization Library Cataloguing-in-Publication Data; 2010.

## ANEXO

```
##### Série Temporal#####
#####Descrição#####
plot(LDeCP,las=1,type='l',xaxt="n", main='Violência Sexual e Doméstica- DRS
LD e CP',ylab='Número de Casos', xlab='Série Mensal')
axis(1,at=c(1,13,25,37,49,61),labels=c("jan-09","jan-10","jan-11","jan-
12","jan-13","jan-14"))
par(mfrow=c(1,2))
acf(LDeCP, main='Autocorrelação Série')
pacf(LDeCP, main='Autocorrelação Parcial Série')
##### Transformação para atender os pressupostos #####
Dado1<-LDeCP+1
Dado2<-log(Dado1)
plot(Dado2,type='l',xaxt="n", main='Série Transformada(Ln(Série Original
+1))', ylab='Série Transformada', xlab='Série Mensal')
axis(1,at=c(1,13,25,37,49,61),labels=c("jan-09","jan-10","jan-11","jan-
12","jan-13","jan-14"))

par(mfrow=c(1,2))
acf(Dado2, main='Autocorrelação Série Transformada')
pacf(Dado2, main='Autocorrelação Parcial Série Transformada')

#### Diferenciação da série ####
#### Parte integrada do modelo ####
Dado3<-diff(Dado2,1)

plot(Dado3,type='l', main='Série Transformada com a 1a. Diferença',
ylab='Série diferenciada', xlab='Série Mensal',xaxt="n")
axis(1,at=c(1,13,25,37,49,61),labels=c("jan-09","jan-10","jan-11","jan-
12","jan-13","jan-14"))

par(mfrow=c(2,1))
acf(Dado3, main='Autocorrelação Série Transformada e Diferenciada')
pacf(Dado3, main='Autocorrelação Parcial Série Transformada e
Diferenciada')

##### Gráficos da série transformada e diferenciada #####
par(mfrow=c(2,1))

plot(Dado2,type='l',xaxt="n", main='Série Transformada(Ln(Casos de
violência +1))', ylab='Série Transformada', xlab='Série Mensal')
axis(1,at=c(1,13,25,37,49,61),labels=c("jan-09","jan-10","jan-11","jan-
12","jan-13","jan-14"))

plot(Dado3,type='l', main='Série Transformada com a 1a. Diferença',
ylab='Série diferenciada', xlab='Série Mensal',xaxt="n")
axis(1,at=c(1,13,25,37,49,61),labels=c("jan-09","jan-10","jan-11","jan-
12","jan-13","jan-14"))

#####Trabalhar com a série diferenciada#####
##### INICIO PROCESSO DE MODELAGEM #####
##### Modelos ARIMA (p,1,Q #####
```

```

mt2<-arima(Dado2, order = c(0,1,0))#### Não usar componente
sazonal,seasonal = list(order = c(1, 1, 1), period = 12))
mt2
rest2<-mt2$res
fitt2<-(Dado2-rest2)
m<-tsdiag(mt2)

par(mfrow=c(3,2))
hist(rest2, main='a) Histograma dos resíduos')
qqnorm(rest2, main='b) Probabilidade Normal',ylim=c(-2,2),xlim=c(-2,2))
#lines(c(-2,2),c(-2,2))
acf(rest2, main=' c)Autocorrelação dos Resíduos')
pacf(rest2, main=' d)Autocorrelação Parcial dos Resíduos')

# Teste box- pierce
pv<-rep(NA,10)
for (i in 1:10){
pv[i]<-Box.test (rest2, lag = i, type="Ljung")$p.value}
plot(1:10,pv,ylab="Valor p",xlab="Lag",las=1,ylim=c(0,1),bty="l",main="e)
Estatística de Ljung-Box ", pch=19)

matplot((cbind(Dado2,fitt2)),xaxt= 'n',type='l',col=c(1,2),main='f)Ajuste
do modelo à série',ylab="Valores preditos e série original")
axis(1,at=c(1,13,25,39),labels=c("jan-11","jan-12","jan-13","jan-14"))

##### INCORPORAÇÃO DO COMPONENTE SAZONAL #####
##### SARIMA (p,1,Q) #####

mt1<-arima(Dado2, order = c(0,1,0),seasonal = list(order = c(1, 0, 0),
period = 6))### SARIMA (1,0,0)
mt1
rest1<-mt1$res
fitt1<-(Dado2-rest1)
m<-tsdiag(mt1)

par(mfrow=c(3,2))
hist(rest1, main='a) Histograma dos resíduos')
qqnorm(rest1, main='b) Probabilidade Normal',ylim=c(-2,2),xlim=c(-2,2))
#lines(c(-2,2),c(-2,2))
acf(rest1, main='c) Autocorrelação dos resíduos')
pacf(rest1, main=' d) Autocorrelação Parcial dos resíduos')

##### Teste Ljung -Box #####
pv<-rep(NA,10)
for (i in 1:10){
pv[i]<-Box.test (rest1, lag = i, type="Ljung")$p.value}
plot(1:10,pv,ylab="Valor p",xlab="Lag",las=1,ylim=c(0,1),bty="l",main="e)
Estatística de Ljung-Box ", pch=19)

matplot((cbind(Dado2,fitt1)),type='l',col=c(1,3),main='AJUSTE DA SÉRIE',)

matplot((cbind(Dado2,fitt1)),xaxt= 'n',type='l',col=c(1,2),main='Ajuste do
modelo à série',ylab="Valores preditos e série original")
axis(1,at=c(1,13,25,37),labels=c("jan-11","jan-12","jan-13","jan-14"))

```