

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ESTATÍSTICA E MODELAGEM  
QUANTITATIVA

Angelica Peripolli

**ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ACIDENTES DO  
TRABALHO NA REGIÃO SUL DO BRASIL POR MEIO DE MODELOS  
ARFIMA**

Santa Maria, RS  
2019

**Angelica Peripolli**

**ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ACIDENTES DO TRABALHO NA  
REGIÃO SUL DO BRASIL POR MEIO DE MODELOS ARFIMA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa**.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Roselaine Ruviaro Zanini**

Santa Maria, RS  
2019

Angelica Peripolli

**ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ACIDENTES DO TRABALHO NA  
REGIÃO SUL DO BRASIL POR MEIO DE MODELOS ARFIMA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Especialista em Estatística e Modelagem Quantitativa**.

**Aprovado em 27 de março de 2019:**



Roselaine Ruviano Zanini, Dra. (UFSM)  
(Presidente/Orientador)



Adriano Mendonça Souza, Dr. (UFSM)



Luciane Flores Jacobi, Dra. (UFSM)

Santa Maria, RS

2019

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha família, principalmente aos meus pais Otavio e Dineva, os alicerces da minha vida, exemplos de perseverança, honestidade e trabalho duro.*

## AGRADECIMENTOS

*Este trabalho não poderia ser realizado sem o auxílio de muitas pessoas, por isso agradeço:*

*- Aos meus pais, Dineva e Otavio, meus irmãos Arlei, Jeovani e Rodrigo, pelo apoio, paciência, amor, estímulo e ajuda em todos os momentos.*

*- Ao Professor Dr. Adriano Mendonça Souza pelo apoio e contribuição.*

*- Às Professoras, Dra. Anaelena Bragança de Moraes e Dra. Luciane Flores Jacobi pelo auxílio, atenção e amizade.*

*- À Professora, Dra. Roselaine Ruviano Zanini, minha querida orientadora, que dedicou muito conhecimento, paciência, incentivo e amizade. Um coração de ouro e um exemplo de mestre.*

*- Aos meus queridos amigos, obrigada pelo apoio. Em especial à Léocla Brandt, obrigada pela paciência, pelo suporte e pelas risadas.*

*- Aos professores do Curso de Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa pelos ensinamentos proferidos, essenciais para o bom desenvolvimento deste trabalho.*

*- À banca, pelo aceite do convite e pelas considerações dadas, muito importantes para a conclusão deste trabalho.*

*- À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de elaborar esta pesquisa de forma gratuita e com excelência na forma de ensino.*

*- A todos que contribuíram para que este trabalho fosse realizado, o meu muito obrigada.*

## RESUMO

### ESTUDO DA EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ACIDENTES DO TRABALHO NA REGIÃO SUL DO BRASIL POR MEIO DE MODELOS ARFIMA

AUTORA: Angelica Peripolli  
ORIENTADORA: Roselaine Ruviano Zanini

O acelerado processo de inovação tecnológica tem proporcionado mudanças na organização laboral, e nota-se, assim, uma ampliação na sobrecarga de trabalho, acarretando um número elevado de acidentes. Considerando a importância do tema e a possibilidade de contribuição sobre ele, este estudo tem como objetivo analisar a evolução dos acidentes do trabalho na região Sul do Brasil, de 2008 a 2016, utilizando modelos autorregressivos fracionários integrados de médias móveis (ARFIMA) para avaliar a evolução e previsão do número de acidentes. Considerou-se os registros disponibilizados pelo DATAPREV, na Base de Dados Históricos do Anuário Estatístico da Previdência Social. Foram encontrados três modelos representativos do número de acidentes do trabalho: por trajeto e doença do trabalho no Rio Grande do Sul que apresentaram similaridades, pois contiveram apenas o componente fracionário e a constante (ARFIMA(0,d,0)<sub>c</sub>) e, por doença do trabalho em Santa Catarina, que foi acrescido um componente autorregressivo (ARFIMA(1,d,0)<sub>c</sub>). Ao se utilizar a metodologia de séries temporais pode-se obter um importante suporte de orientação e apoio para o monitoramento de dados referentes aos acidentes do trabalho. Destaca-se que, embora as bases de dados possam apresentar deficiências de preenchimento, é importante que haja a divulgação permanente dessas informações, a fim de sensibilizar as instituições envolvidas para alcançar a qualificação contínua dessa fonte de conhecimento sobre o perfil de acidentes do trabalho.

Palavras-chave: Acidentes do trabalho. Séries temporais. Modelos ARFIMA.

## ABSTRACT

### STUDY OF THE EVOLUTION OF THE NUMBER OF WORK ACCIDENTS IN THE SOUTHERN REGION OF BRAZIL BY ARFIMA MODELS

AUTHOR: Angelica Peripolli  
ADVISOR: Roselaine Ruviaro Zanini

The accelerated process of technological innovation has brought changes in the work organization, and we can see, therefore, an increase in the workload, leading to a high number of accidents. Considering the importance of the subject and the possibility of contribution about it, this study aims to analyze the evolution of work accidents in the southern region of Brazil, from 2008 to 2016, using Autoregressive Fractionally Integrated Moving Average models (ARFIMA) to evaluate the evolution and prediction of the number of accidents. We considered the records made available by DATAPREV, in the Historical Data Base of the Statistical Yearbook of Social Security. Three representative models of the number of work accidents were found: by path and work sickness in Rio Grande do Sul, which presented similarities, since they contained only the fractional component and the constant (ARFIMA (0, d, 0)<sub>c</sub>) and by work sickness in Santa Catarina, an autoregressive component was added (ARFIMA (1, d, 0)<sub>c</sub>). By using the time series methodology, it is possible to obtain an important support of guidance and support for the monitoring of data related to work accidents. It should be noted that, although the databases may present incompleteness, it is important that there be a permanent dissemination of this information, in order to sensitize the institutions involved to achieve the continuous qualification of this source of knowledge about the profile of work accidents.

Keys words: Work accidents. Time series. ARFIMA models.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Roteiro de emissão e registro da Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT).....	18
Figura 2 - Número de acidentes do trabalho nas regiões e Unidades da Federação do Brasil em 2016.....	22
Figura 3 - Comportamento do número de acidentes do trabalho, por motivo de ocorrência, na região Sul, de 01/2008 a 12/2016 .....	36
Figura 4 - Autocorrelação e autocorrelação parcial das séries de acidentes do trabalho de trajeto no RS; devidos à doença do trabalho no RS e devidos à doença do trabalho em SC, de 2008 a 2016 .....	39
Figura 5 - Correlogramas dos resíduos das séries de acidentes do trabalho de trajeto no RS; devidos à doença do trabalho no RS e devidos à doença do trabalho em SC, de 2008 a 2016.....	43
Figura 6 - Série original de acidentes por trajeto no RS, modelo ajustado ARFIMA(0,d,0) <sub>c</sub> e resíduos .....	44
Figura 7 - Série original de acidentes devidos à doença do trabalho no RS, modelo ajustado ARFIMA(0,d,0) <sub>c</sub> e resíduos.....	45
Figura 8 - Série original de acidentes devidos à doença do trabalho em SC, modelo ajustado ARFIMA(1,d,0) <sub>c</sub> e resíduos.....	45



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores críticos do teste de Dickey-Fuller Aumentado e do teste Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin.....	28
Tabela 2 - Análise descritiva do número de acidentes por motivos de ocorrência, na região Sul, de 2008 a 2016.....	33
Tabela 3 - Principais resultados dos testes de raiz unitária ADF e KPSS para as séries em nível e com uma diferença .....	37
Tabela 4 - Teste de memória longa pelo procedimento GPH.....	40
Tabela 5 - Modelos ARFIMA(p,d,q) concorrentes para a série de acidentes de trajeto no RS de 2008 a 2016.....	40
Tabela 6 - Modelos ARFIMA(p,d,q) concorrentes para a série de acidentes devidos à doença do trabalho no RS de 2008 a 2016 .....	41
Tabela 7 - Modelos ARFIMA(p,d,q) concorrentes para a série de acidentes devidos à doença do trabalho em SC de 2008 a 2016 .....	41
Tabela 8 - Resultados das previsões do número de acidentes do trabalho com base nos dados fora da amostra para os meses de julho a dezembro de 2016 .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADF	<i>Augmented Dickey-Fuller</i> / Teste de Dickey-Fuller aumentado
AEAT	Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho
AIC	<i>Akaike Information Criterion</i> / Critério de Akaike
AR	Modelo Autorregressivo
ARIMA	<i>Autoregressive Integrated Moving Average</i> / Modelo Autorregressivo Integrado de Médias Móveis
ARMA	<i>Autoregressive Moving Average</i> / Modelo Autorregressivo e de Médias Móveis
ARFIMA	Modelo Autorregressivos Fracionários Integrados de Médias Móveis
BIC	<i>Bayesian Information Criterion</i> / Critério Bayesiano ou de Schwarz
CAT	Comunicação de Acidentes do Trabalho
DATAPREV	Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social
DRT	Delegacia Regional do Trabalho
FAC	<i>Autocorrelation Function</i> / Função de Autocorrelação
FACP	<i>Partial Autocorrelation Function</i> / Função de Autocorrelação Parcial
KPSS	Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin
MA	<i>Moving Average</i> / Modelo de Médias Móveis
MAPE	<i>Mean Absolute Percentual Error</i> / Erro absoluto percentual médio
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i> / Raiz do erro quadrático médio
SARIMA	Sazonal Autorregressivo Integrado de Médias Móveis
SUS	Sistema Único de Saúde

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.2 OBJETIVOS .....	14
1.2.1 Objetivo geral .....	14
1.2.2 Objetivos específicos.....	14
1.3 JUSTIFICATIVA .....	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	14
<b>2 ACIDENTES DO TRABALHO</b> .....	16
2.1 DEFINIÇÃO E TIPOS DE ACIDENTES DO TRABALHO .....	16
2.2 COMUNICAÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO (CAT).....	16
2.3 IMPACTOS DOS ACIDENTES DO TRABALHO .....	18
2.4 ESTATÍSTICAS SOBRE ACIDENTES DO TRABALHO .....	20
<b>3 SÉRIES TEMPORAIS</b> .....	23
3.1 MODELOS ARIMA .....	23
3.2 MODELOS ARFIMA .....	25
<b>3.2.1 Testes de diagnósticos</b> .....	26
3.2.1.1 <i>Testes de Raiz Unitária</i> .....	26
3.2.1.1.1 Teste de estacionariedade Dickey-Fuller Aumentado (ADF).....	27
3.2.1.1.2 Teste de estacionariedade KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin).27	
3.2.1.2 <i>Teste GPH</i> .....	28
3.2.1.3 <i>Critérios de seleção de modelos</i> .....	28
3.2.1.4 <i>Medidas de desempenho de previsão</i> .....	29
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	31
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	33
5.1 ANÁLISE DESCRITIVA .....	33
5.2 ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS .....	35
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	47
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

O acelerado processo de inovação tecnológica tem possibilitado a criação de máquinas e equipamentos que aumentam a produtividade e eliminam postos de trabalho e, com isso, geram desempregos. A busca por novos mercados e por redução de custos tem levado as empresas a mudanças gerenciais que intensificam o trabalho com longas jornadas, ritmos acelerados e acúmulo de funções, com número reduzido de trabalhadores (SILVEIRA, 2009). Esses avanços tecnológicos e a globalização contribuíram com inovações nas formas de produção, trazendo mudanças para o mundo do trabalho, mas geraram como subproduto os acidentes do trabalho (PIZZATTO; GARBIN; AMADEI, 2004).

A saúde do trabalhador é compreendida a partir da relação estabelecida pelo processo de saúde e doença resultante das condições de trabalho e vida dos trabalhadores. O cenário em que se expressam vem sofrendo transformações e é permeado incisivamente pelo avanço tecnológico e pelas constantes modificações estruturais que atravessam, especificamente, os processos produtivos do mundo do trabalho. As mudanças nas formas de gestão do trabalho produzem fragilidade e precariedade nas questões que envolvem a relação entre os trabalhadores, saúde e trabalho. Assim, as repercussões no crescimento dos índices de ocorrências de doenças e acidentes do trabalho que acometem os trabalhadores – decorrentes de suas atividades laborativas – são significativas (VILLAR, 2010).

Para Almeida e Jackson Filho (2007), os acidentes ocorrem devido a comportamentos inseguros, ao desrespeito às normas de segurança, à imprudência dos trabalhadores, ao erro ou falha humana reduzindo a prevenção à conscientização/treinamento dos trabalhadores.

Além das consequências altamente negativas no que se referem ao aspecto humano, a ocorrência de acidentes do trabalho pode causar prejuízos econômicos acentuados para a empresa e sociedade, podendo constituir uma barreira ao pleno desenvolvimento da economia da nação (BARBOSA; RAMOS, 2014).

No Brasil estão disponíveis dados para consulta, em diferentes locais de pesquisa, que oferecem estatísticas de acidentes do trabalho pouco aprofundadas, como os publicados pelo Ministério da Previdência Social e Ministério do Trabalho e do Emprego possibilitando diversas análises secundárias que podem proporcionar um entendimento mais detalhado do problema.

Os dados são resultantes da Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT), documento emitido para reconhecer tanto um acidente do trabalho ou de trajeto, bem como uma doença ocupacional.

A magnitude do problema é difícil de conhecer, pois mesmo com um aparato legal no país para que os acidentes de trabalho sejam notificados e a informação produzida norteie as ações na promoção e na prevenção de danos à saúde dos trabalhadores, a subnotificação é uma realidade e dificulta o conhecimento, pelas autoridades competentes, das reais condições em que o trabalho se desenvolve, desqualificando os direitos sociais e securitários ao trabalhador (ALVES; LUCHESI, 1992, CORDEIRO et al, 2006)

A coleta e a análise das informações relacionadas às circunstâncias de um acidente são importantes, pois permitem assim a elaboração e a priorização de metas para áreas de maior risco. A identificação das causas também embasa a necessidade de aperfeiçoamentos, aquisição de dispositivos mais seguros, mudança de comportamento dos funcionários ou sinaliza se há falhas no suprimento de equipamentos de proteção individual e coletiva (MURPHY, 1995).

Além disso, se faz importante a análise dos registros ao longo do tempo, de forma que se possa acompanhar a evolução dos acidentes utilizando-se os resultados como subsídios para ajustes e campanhas de prevenção. E estudos de séries temporais podem contribuir significativamente neste propósito.

Para Morettin e Tolo (2006), uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo. Bueno (2008) destaca que a metodologia Box e Jenkins consiste na busca de um modelo ARIMA que represente o processo estocástico gerador da série temporal.

Os modelos ARIMA(p,d,q), introduzidos por Box e Jenkins (1970), incluem o parâmetro d, um inteiro que estabelece o nível de diferenciações necessárias para tornar uma série temporal estacionária. Estes modelos são adequados para a modelagem do comportamento de séries temporais à curto prazo. Granger e Joyeux (1980) e Hosking (1981) propõem uma generalização desta modelagem em relação ao parâmetro d, podendo este assumir não só valores inteiros, mas também representar graus de diferenciação fracionários.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 *Objetivo geral*

Analisar os tipos de acidentes do trabalho na região Sul do Brasil, de 2008 a 2016, utilizando modelos autorregressivos fracionários integrados de médias móveis (ARFIMA) para avaliar a evolução e previsão do número de acidentes.

### 1.2.2 *Objetivos específicos*

- Ajustar modelos de previsão apropriados para o número de acidentes de trabalho ocorridos na região sul do Brasil;
- Comparar, por meio de medidas de desempenho, o ajuste dos modelos ARFIMA estimados.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

A utilização de modelos autorregressivos fracionários integrados de médias móveis (ARFIMA) torna-se eficiente e importante para capturar o comportamento das série de dados históricos de acidentes do trabalho e projetar estes acontecimentos para os próximos anos, quando a estacionariedade não for satisfeita ao mesmo tempo pelos testes ADF e KPSS para os modelos ARIMA.

Espera-se que os valores futuros desta série representem o comportamento desta variável e isso traga melhorias futuras para os beneficiários, bem como dar assessoria a trabalhos acadêmicos porvindouros e na tomada de decisões em relação às políticas públicas que amparem os acidentados.

## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: O primeiro capítulo aborda a introdução do tema estudado, os objetivos, geral e específicos, e a justificativa para a realização do estudo.

O segundo capítulo é composto por uma revisão bibliográfica sobre acidentes do trabalho.

O terceiro capítulo é composto pelo referencial teórico alusivo aos modelos e técnicas aplicados em séries temporais.

No quarto capítulo são apresentados os Materiais e métodos, na qual são expostos os procedimentos e técnicas para modelagem de séries temporais.

No quinto capítulo são apresentados os Resultados e discussão do estudo.

O sexto capítulo é composto pela conclusão da monografia.

Finalize-se o trabalho com a apresentação das referências bibliográficas utilizadas.

## 2 ACIDENTES DO TRABALHO

Esta revisão de literatura está desenvolvida em itens que envolvem o tema acidentes do trabalho.

### 2.1 DEFINIÇÃO E TIPOS DE ACIDENTES DO TRABALHO

Conforme o Anuário Estatístico da Previdência Social do Ministério da Previdência Social (2012), acidente do trabalho é aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, permanente ou temporária, que cause a morte, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho. A doença profissional e a doença do trabalho são consideradas acidentes do trabalho.

O Ministério da Previdência Social apresenta os seguintes conceitos referentes ao tema acidentes do trabalho:

- Acidentes com CAT registrada - correspondem ao número de acidentes cuja CAT foi cadastrada no Instituto Nacional de Seguro Social. Não são contabilizados os reinícios de tratamento ou afastamento por agravamento de lesão de acidente do trabalho ou doença do trabalho, já comunicados anteriormente ao INSS;
- Acidentes típicos - decorrentes da característica da atividade profissional desempenhada pelo acidentado;
- Acidentes de trajeto - ocorridos no trajeto entre a residência e o local de trabalho do segurado e vice-versa;
- Acidentes devidos à doença do trabalho - ocasionados por qualquer tipo de doença profissional peculiar a determinado ramo de atividade constante na tabela da Previdência Social.

### 2.2 COMUNICAÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO (CAT)

A empresa é obrigada a informar à Previdência Social, por meio da CAT, todos os acidentes do trabalho ocorridos com seus empregados, mesmo que não haja afastamento das atividades, até o primeiro dia útil seguinte ao da ocorrência.



Em caso de morte, a comunicação deverá ser imediata (MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2016).

A empresa que não informar o acidente do trabalho dentro do prazo legal estará sujeita à aplicação de multa. (Conforme disposto nos Artigos 286 e 336 do Decreto 3.048/99, que aprova o Regulamento da Previdência Social, e dá outras providências).

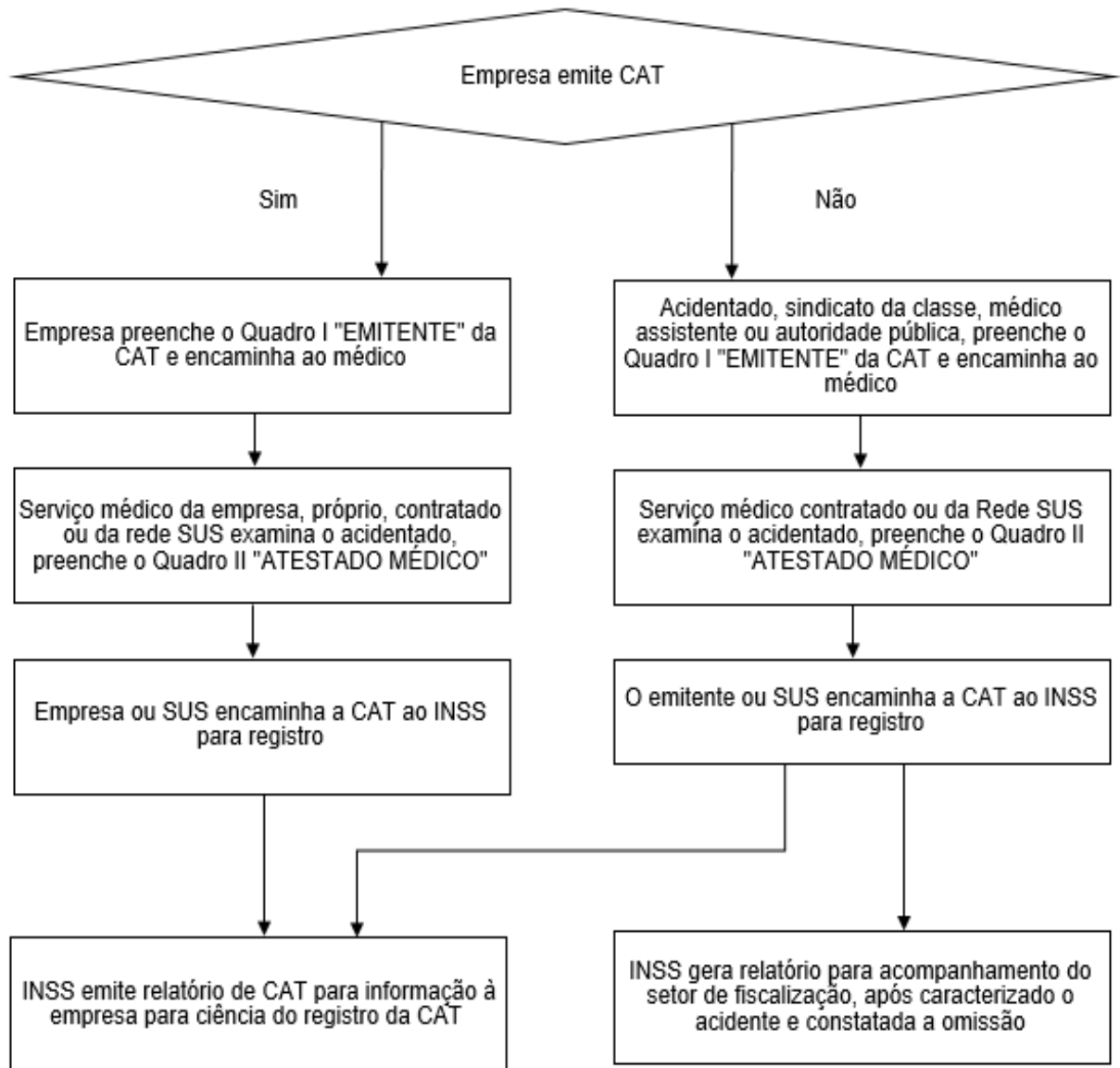
Se a empresa não fizer o registro da CAT, o próprio trabalhador, o dependente, a entidade sindical, o médico ou a autoridade pública (magistrados, membros do Ministério Público e dos serviços jurídicos da União e dos estados ou do Distrito Federal e comandantes de unidades do Exército, da Marinha, da Aeronáutica, do Corpo de Bombeiros e da Polícia Militar), poderão efetivar a qualquer tempo o registro deste instrumento junto à Previdência Social, o que não exclui a possibilidade da aplicação da multa à empresa.

Como descrito por Tavares (2010), a emissão do formulário da CAT é preenchida em seis vias, com a seguinte destinação:

A 1ª via - ao INSS, 2ª via - emitente, 3ª via - ao segurado ou dependente, 4ª via - ao sindicato de classe do trabalhador, 5ª via - ao Sistema Único de Saúde (SUS) e 6ª via - à Delegacia Regional do Trabalho (DRT).

Para melhor visualização dos caminhos a serem seguidos pelo segurado que se acidenta ou adquire doença do trabalho, e leva ao conhecimento da empresa para a emissão da CAT, disponibiliza-se abaixo a Figura 1.

Figura 1 - Roteiro de emissão e registro da Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT)



Fonte: Adaptação de Silva (2010).

### 2.3 IMPACTOS DOS ACIDENTES DO TRABALHO

Os acidentes do trabalho devem ser interpretados tanto em seu aspecto social como econômico. Há os impactos sociais, com o sofrimento dos acidentados e suas famílias, e têm impactos econômicos, para as empresas e a sociedade, pois é a Previdência Social, sustentada pela sociedade, que os ampara. Entre as

repercussões sociais, está o fato de o Brasil ser o quarto colocado mundial em acidentes do trabalho fatais, atrás apenas de China, Índia e Indonésia (MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL, 2014).

Segundo a Organização Internacional do Trabalho (2013), cerca de 4% do Produto Interno Bruto (PIB) mundial, 2,8 trilhões de dólares, são perdidos por ano em custos diretos e indiretos devido a acidentes do trabalho e doenças relacionados ao trabalho. De 2012 a 2018, o Brasil gastou R\$ 27,3 bilhões com acidentes de trabalho. Nesse mesmo período, os brasileiros perderam 318,4 mil dias de trabalho em razão desses acidentes, levando o país a ocupar o quarto lugar no ranking entre os que mais vitimam trabalhadores. Estes dados, e a informação de que ocorre um acidente de trabalho fatal a cada 3 horas e 38 minutos no Brasil. Esse valor foi gasto no pagamento de auxílio-doença, aposentadoria por invalidez, pensão por morte e auxílio acidente. Para a economia, o afastamento de trabalhadores lesionados impacta no desempenho de diversos setores dos países (MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO, 2018).

Os acidentes do trabalho representam um problema de saúde pública em todo o mundo, principalmente por envolverem pessoas jovens e em idade produtiva, podendo gerar ocorrências incapacitantes e até mesmo fatais, com importantes repercussões sociais e econômicas (SANTANA et al., 2006).

Para Zóccchio (2000), o estudo dos acidentes do trabalho é realizado sob dois aspectos importantes: o acidente-meio, caracterizado como evento não programado, que pode ocasionar danos pessoais ou materiais, independente de causar ferimento, e o acidente-tipo, caracterizado como o modo como a pessoa é atingida e sofre o ferimento. O autor aborda os seguintes aspectos negativos dos acidentes do trabalho:

- Para o ser humano - que é o elemento mais valioso de todos os que o acidente pode danificar, e o que mais sofre.
- Para a sociedade - representam grande problema, tais como o ônus causado à previdência pelos acidentados, pois o país irá gastar para custear as consequências do acidente e deixará de produzir com menos pessoas economicamente ativas. A família do acidentado poderá sofrer se este for quem mantém ou ajuda financeiramente em casa.
- Para a economia - afetam economicamente os trabalhadores, a sociedade, o país, e de maneira mais drástica a empresa, pelo aumento dos custos dos

produtos e serviços. As maiores implicações dos acidentes que acarretam na elevação do custo são: afastamento dos acidentados - a pessoa que sofre a lesão, pode ficar diversos dias incapacitada, além dos períodos de ausência para tratamento, após o retorno ao trabalho; danos ocasionados às máquinas, equipamentos e prejuízos materiais; e influências psicológicas negativas, tanto no acidentado, quanto aos colegas de trabalho ou em outras pessoas da empresa ou da comunidade.

Gerando ou não lesão no trabalhador, os acidentes acarretam muitos aspectos negativos. Além de decair o rendimento de profissionais que estão sujeitos a determinadas condições de trabalho, um acidente pode desmotivar, estressar e deixar receoso os outros profissionais. Há fiscalizações nas empresas e além da parte de saúde, os acidentes do trabalho têm impactos negativos em relação ao financeiro, pois esta perde um funcionário e sua produção, além de sofrer com encargos de multas pelo acidente. A empresa perde novamente com o impacto provocado pelo acidente, pois os funcionários terão consciência que estão desempenhando uma função onde uma pessoa se acidentou, e este fato fará com que o rendimento laboral venha a cair.

## 2.4 ESTATÍSTICAS SOBRE ACIDENTES DO TRABALHO

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) estima que 2,34 milhões de pessoas morrem todos os anos em virtude de acidentes e doenças relacionados com o trabalho. A grande maioria (estima-se que sejam 2,02 milhões) morre por diversas doenças ligadas à sua atividade profissional. Todos os dias, 5.500 das 6.300 mortes estimadas relacionadas com o trabalho são causadas por diversos tipos de doenças profissionais.

A OIT estima também que, todos os anos, ocorrem 160 milhões de casos de doenças não mortais ligadas à atividade profissional. As doenças profissionais, ou relacionadas com a atividade profissional, são fonte de extremo sofrimento e perdas no mundo do trabalho. Contudo, ainda que sejam anualmente responsáveis pela morte de seis vezes mais pessoas do que os acidentes do trabalho, permanecem em grande maioria invisíveis. Além disso, a natureza destas doenças está se transformando rapidamente: as mudanças tecnológicas e sociais, aliadas às

condições da economia mundial, agravam os atuais perigos para a saúde e geram novos fatores de risco (ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO, 2013).

Além disso, milhões são desperdiçados com perda de produtividade nas empresas e afastamentos, e isto é um alto custo para o estado e para sociedade. Ao longo dos anos, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) tem desenvolvido ações de segurança e saúde no trabalho, em especial por meio dos auditores Fiscais do Trabalho. Entre 1996 e 2014 foram desenvolvidas 2.696.919 ações fiscais em segurança e saúde, sendo cerca de 140.796 ações por ano (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2015).

Embora os acidentes do trabalho representem um importante problema social, econômico e de saúde pública, tem-se afirmado, que há a subnotificação desses eventos, subdimensionando o problema e impedindo a informação de sua real dimensão (ROSENMAN et al., 2006).

A OIT estima que apenas 3,9% dos acidentes do trabalho são notificados no mundo. Em países desenvolvidos, como Estados Unidos, Canadá, Japão e Austrália, a notificação dos acidentes é de 62%, enquanto que na América Latina e do Caribe, essa porcentagem declina acentuadamente para 7,6%; e na Índia e na China, a notificação está abaixo de 1% (HÄMÄLÄINEN; TAKALA; SAARELA, 2006).

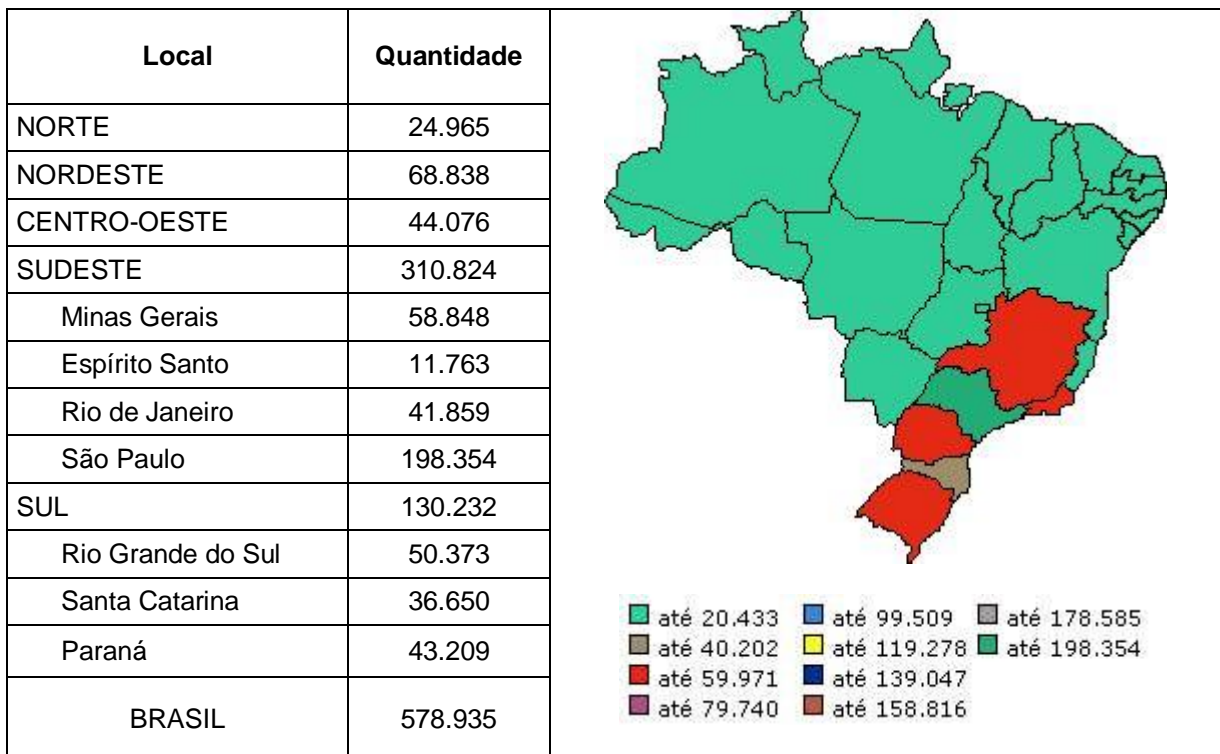
A incidência de acidentes do trabalho, no Brasil, vem sofrendo um acentuado declínio, sendo que a principal justificativa seria a sonegação da notificação por parte das empresas. Entretanto, estudos demonstram que este declínio também está associado a outros fatores distintos, porém complementares, tais como a reestruturação produtiva, modificações setoriais, desregulamentação dos direitos trabalhistas e flexibilização das relações de trabalho (WÜNSCH FILHO, 1999).

Conjuntamente, Santana, Nobre e Waldvogel (2005) afirmam que a incidência de acidentes do trabalho no Brasil tem diminuído de forma significativa nas últimas décadas. No entanto, continua alta em comparação com outros países, expressando a manutenção da precariedade das condições laborais e a baixa efetividade da regulamentação dos ambientes de trabalho.

De acordo com Santana et al. (2007), as diferenças entre os países não se devem apenas aos aspectos individuais dos trabalhadores, mas também estão relacionadas às políticas de proteção do trabalhador, tanto na sua formulação e organização, quanto na efetivação de suas variadas dimensões: técnicas, econômicas, sociais, culturais e políticas.

Na Figura 2, está representado o número de acidentes do trabalho nas regiões e estados brasileiros, no ano de 2016.

Figura 2 - Número de acidentes do trabalho nas regiões e Unidades da Federação do Brasil em 2016



Fonte: elaborada pela autora com base nos dados do AEPS (2016), referentes à acidentes com CAT e sem CAT.

As regiões Sudeste e Sul possuem as maiores quantidades de acidentes do trabalho. São Paulo e Rio Grande do Sul se destacam em suas respectivas regiões, apresentando 198.354 e 50.373 acidentes do trabalho, respectivamente.

Mais informações sobre as estatísticas de acidentes do trabalho podem ser obtidas em pesquisa realizada por Melchior e Zanini (2019), que analisaram estudos publicados entre 2001 e 2018, com dados variando de 1946 a 2016, provenientes de mais de 30 países.

### 3 SÉRIES TEMPORAIS

Esta revisão de literatura está desenvolvida em itens que envolvem o tema modelos de séries temporais.

#### 3.1 MODELOS ARIMA

Segundo Vasconcellos e Alves (2000), a análise de séries temporais, de acordo com o enfoque de Box-Jenkins, tem como objetivo principal a realização de previsão. Esta metodologia permite que valores futuros de uma série sejam previstos tomando por base apenas seus valores presentes e passados. Isto é realizado por meio da exploração temporal que existe geralmente entre os valores da série. A relação temporal considerada pela modelagem de Box-Jenkins é representada formalmente por um conjunto de processos estocásticos denominados modelos ARIMA. Como aborda apenas uma série de tempo, estes modelos são chamados de univariados.

Os autores reiteram que a combinação de três componentes também denominados “filtros”: o componente Autorregressivo (AR), o filtro de Integração (I) e o componente de Médias Móveis (MA) resulta nos modelos ARIMA. Uma série temporal pode conter os três componentes ou apenas um subconjunto deles, resultando disso, várias alternativas de modelos passíveis de análise pela metodologia de Box-Jenkins.

Citam ainda que o modelo autorregressivo (AR)  $Z_t$  é descrito apenas pela soma ponderada de seus  $p$  valores passados, além do ruído branco  $\varepsilon_t$ . O modelo genérico, representado por AR( $p$ ) dado por:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t \quad (1)$$

onde:  $\phi_1 \dots \phi_p$  são os parâmetros.

No modelo de médias móveis (MA), a série  $Z_t$  deriva da combinação linear de termos de erro de ruído branco ocorridos no período atual e nos períodos passados. O modelo genérico envolve  $q$  valores defasados de  $\varepsilon$  e é indicado por MA( $q$ ) que tem como equação:

$$Z_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (2)$$

onde:  $\theta_1, \dots, \theta_q$  são os parâmetros.

O modelo autorregressivo de médias móveis (ARMA) é uma combinação dos modelos citados, onde  $Z_t$  é descrito por seus valores passados e pelos choques aleatórios ocorridos no período corrente e nos períodos passados.

A especificação genérica é dada por ARMA(p,q) e admite um componente autorregressivo de ordem p e um componente de médias móveis de ordem q. A equação é dada por:

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (3)$$

Para Gujarati (2000), muitas séries temporais são não estacionárias, de forma que as características do processo estocástico subjacente mudam ao longo do tempo. Segundo Vasconcellos e Alves (2000), a metodologia de Box-Jenkins é aplicada a um caso específico de séries não estacionárias: séries que se tornaram estacionárias após a aplicação de diferenças, sendo que o número de diferenças necessário para tornar a série estacionária é denominado ordem de integração.

De tal modo, se a série  $Z_t$  é não estacionária, mas  $Z_t = \Delta Z_t = Z_t - Z_{t-1}$  é estacionária, então  $Z_t$  é dita integrada de ordem 1. Caso sejam necessárias duas diferenças para ser estacionarizada, então  $Z_t$  é integrada de ordem 2, sendo esta série denominada “não estacionária homogênea”.

O modelo aplicado a séries não estacionárias homogêneas é formulado da seguinte maneira: caso  $Z_t$  seja estacionária após a aplicação de  $d$  diferenças e a série resultante for representada por um modelo ARMA(p,q), diz-se que  $Z_t$  é descrita por um modelo ARIMA(p,d,q), explanado por:

$$w_t = \phi_1 w_{t-1} + \dots + \phi_p w_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4)$$

onde  $w_t = \Delta^d Z_t$ .

Quando a periodicidade da série é inferior a um ano, outro tipo de correlação serial passa a ter importância: a correlação entre os instantes de tempo distantes entre si por  $s$  ou múltiplos de  $s$ , onde  $s$  é o número de observações contidas em um ano. Para esse tipo de série, utiliza-se os modelos ARIMA sazonais ou modelos SARIMA.

O modelo sazonal multiplicativo geral é dado por:



$$\begin{aligned}
(1 - \phi_1 B - \dots - \phi_p B^p) (1 - \Phi_1 B^s - \dots - \Phi_p B^{Ps}) (1 - B)^d (1 - B^s)^D Z_t = \\
(1 - \theta_1 B - \dots - \theta_q B^q) (1 - \Theta_1 B^s - \dots - \Theta_Q B^{Qs}) \varepsilon_t = \\
\phi(B) \Phi(B^s) \Delta^d \Delta_s^D Z_t = \theta(B) \Theta(B^s) \varepsilon_t
\end{aligned} \tag{5}$$

Os parâmetros  $\Phi_1 \dots \Phi_p$  são referentes à parte autorregressiva e  $\theta_1 \dots \theta_q$ , são os parâmetros de médias móveis referentes à parte sazonal, respectivamente;  $B$  é operador de defasagem;  $\varepsilon_t$  é o erro que não pode ser estimado do modelo;  $d$  representa número de diferenças da parte ordinal e  $D$  representa o número de diferenças da parte sazonal.

### 3.2 MODELOS ARFIMA

De acordo com Morettin (2006), o processo ARMA, ou ARIMA para processos não-estacionários, são considerados processos de memória curta, pois a função de autocorrelação (FAC) decresce rapidamente para zero. Os modelos ARFIMA(p,d,q) são uma generalização dos modelos ARIMA(p,d,q), ou seja, trata-se de um ARIMA com integração fracionária ( $d \in \mathfrak{R}$ ), modelos estes propostos inicialmente por Granger e Joyeux (1980) e Hosking (1981).

Os modelos ARFIMA são responsáveis por capturar e modelar processos com longa dependência serial nos dados, onde esta é chamada de memória longa. Um processo de memória longa é estacionário quando a função de autocorrelação decresce hiperbolicamente para zero (MORETTIN, 2011).

Nota-se a presença de memória longa quando as funções de autocorrelação amostrais possuem um decaimento lento, mostrando claramente a persistência da série. Além disso, outra característica de séries com memória longa é que a FAC da série original parece ser não estacionária, onde a série diferenciada de ordem 1 pode parecer “super diferenciada”, ou seja, os processos de memória longa situam-se entre processos  $I(0)$  e  $I(1)$ , ocasionando um  $I(d)$  com  $d$  fracionário.

Assim,  $Z_t, t \in \mathbb{Z}$  é denominado um processo autorregressivo fracionário integrado de médias móveis, denominado por ARFIMA(p,d,q), com  $d \in (-0,5; 0,5)$ , se  $Z_t$  for estacionário e satisfazer a equação:

$$\phi(B)(1-B)^d Z_t + C = \theta(B) \varepsilon_t \quad (6)$$

onde  $\varepsilon_t$  é ruído branco,  $C$  é a constante e  $\phi(B)$  e  $\theta(B)$  são os operadores autorregressivos e de médias móveis, respectivamente.

Para Morettin e Tolo (2006), há algumas razões específicas para a escolha desta família de processos, no que se refere à modelagem de séries com comportamento de memória longa. A principal delas é que o efeito do parâmetro  $d$  nas observações decai hiperbolicamente conforme a distância aumenta, enquanto os efeitos dos parâmetros decaem exponencialmente. Por isso, o parâmetro  $d$  deve ser escolhido com o objetivo de tentar explicar a estrutura de correlação de ordens altas da série enquanto os outros parâmetros explicam a estrutura de correlação de ordens baixas.

De acordo com Hosking (1981), o modelo ARFIMA( $p,d,q$ ) é estacionário se o parâmetro  $d < 0,5$  e todas as raízes de  $\phi(B) = 0$  estiverem fora do círculo unitário. E as condições de invertibilidade são  $d > -0,5$  e todas as raízes de  $\theta(B) = 0$  estiverem fora do círculo unitário.

O caso mais simples de um modelo fracionário é o ruído branco fracionário, representado por ARFIMA(0, $d$ ,0), dado por:

$$(1-B)^d Z_t + C = \varepsilon_t \quad (7)$$

### 3.2.1 Testes de diagnósticos

Na modelagem de séries temporais há diversos pressupostos, que devem ser satisfeitos e, portanto, testados. Assim, são apresentados nesta seção os testes utilizados para verificar tais pressupostos.

#### 3.2.1.1 Testes de Raiz Unitária

Kumar e Jain (1999) e Zhang (2003), descrevem que o primeiro passo para encontrar um modelo que descreva a série, é analisando ou testando sua condição de estacionariedade. Esta verificação ocorre por meio de testes de raiz unitária para diagnosticar a ocorrência ou não de raiz unitária na série temporal. Se a série for não estacionária, possuindo, portanto, raiz unitária, utilizam-se diferenciações na série até estacioná-la.

Segundo Bueno (2008), a inspeção visual de uma série dificilmente permite distingui-la como de tendência estocástica ou tendência determinística. Quando isso ocorre, frequentemente há equívocos, logo, foram desenvolvidos testes para verificação da existência de raízes unitárias.

### 3.2.1.1.1 Teste de estacionariedade Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

Segundo Bueno (2008), o teste de estacionariedade Dickey-Fuller considera o erro como um ruído branco. Frequentemente, o erro é um processo estacionário qualquer e isso pode ocasionar distorções no poder do teste. Dado o modelo  $Z_t = \phi Z_{t-1} + \varepsilon_t$ , onde  $\varepsilon_t$  é um ruído branco, tem-se como tendência inicial estimar esse modelo e empregar um teste convencional de t sobre o par  $\phi$ , tendo como hipótese nula  $H_0 : \phi = 1$ . Os pacotes econométricos, geralmente reportam os testes nos coeficientes contra a hipótese nula de serem iguais a zero.

$H_0 : \phi = 1$  é equivalente à  $H_0 : \alpha = 0$  e as hipóteses podem ser escritas como:

$H_0 : \alpha = 0$ , existe raiz unitária, a série é não estacionária;

$H_1 : \alpha < 0$ , a série é estacionária.

### 3.2.1.1.2 Teste de estacionariedade KPSS (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin)

Bueno (2008) cita que um dos problemas do teste de raiz unitária desenvolvido por Dickey e Fuller (1979, 1981) é seu baixo poder. Assim, o teste ADF não consegue rejeitar a hipótese nula para uma infinidade de séries temporais. Por isso, outros testes vêm sendo estudados e o KPSS desenvolvido em 1992, por Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin, é um deles.

As hipóteses desse teste são as seguintes:

$H_0 : \sigma^2 = 0$ , a série é estacionária;

$H_1 : \sigma^2 > 0$ , a série é não estacionária.

O teste ADF e KPSS possuem uma tabela estatística própria para comparação dos valores tabelados e dos valores calculados.

Tabela 1 - Valores críticos do teste de Dickey-Fuller Aumentado e do teste Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin

Nível	Teste Dickey-Fuller Aumentado*	Teste Kwiatkowski, Phillips, Schmidt e Shin**
1%	-3,5256	0,739
5%	-2,903	0,463
10%	-2,5889	0,347

\*MacKinnon (1996) p-valores unilaterais. \*\* Kwiatkowski et al. (1992).

### 3.2.1.2 Teste GPH

O teste GPH, proposto por Geweke e Porter-Hudak (1983), tem como objetivo a estimação do parâmetro  $d$  de memória longa, ou seja, estima um  $d$  fracionário. Tem-se as seguintes hipóteses para este teste:

$H_0$  :  $d = 0$  , o processo não possui memória longa;

$H_1$  :  $d \neq 0$  , o processo possui memória longa.

Se a hipótese nula é rejeitada, a um determinado nível de significância, conclui-se que a série possui memória longa, e então é plausível a utilização de um modelo ARFIMA para a modelagem.

### 3.2.1.3 Critérios de seleção de modelos

A identificação de um modelo é uma das mais difíceis etapas da metodologia de Box-Jenkins, sendo que não são raros os casos em que não se consegue identificar um único modelo e sim vários modelos candidatos a gerador da série em estudo. A utilização do critério de informação é uma forma de encontrar o número ideal de parâmetros de um modelo. Esse procedimento faz uso de critérios de seleção de modelos construídos com base na variância estimada de  $\varepsilon_t$ , no tamanho da amostra e nos valores de  $p$  e  $q$ , sendo que os mais utilizados são o critério AIC e o critério BIC.

O critério AIC (*Akaike Information Criterion*) foi proposto por Akaike e é representado pela seguinte expressão:

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + \frac{2(p+q)}{n} \quad (8)$$

O critério BIC (*Bayesian Information Criterion*) foi proposto por Schwartz e é dado pela expressão a seguir:

$$\text{BIC} = \ln(\hat{\sigma}_\varepsilon^2) + \frac{(p+q)\ln(n)}{n} \quad (9)$$

onde  $\ln$  equivale ao logaritmo neperiano,  $\hat{\sigma}_\varepsilon^2$  consiste na variância estimada dos erros;  $n$  ao tamanho da amostra e  $p$  e  $q$  ao número de parâmetros conhecidos.

A presença de  $p$  e  $q$  nas fórmulas dos critérios AIC e BIC tem por objetivo “penalizar” os modelos com muitos parâmetros, tendo em vista que modelos mais parcimoniosos devem ser privilegiados por apresentarem menor número de parâmetros a serem estimados (VASCONCELLOS; ALVES, 2000).

Segundo Bueno (2008), o critério de informação é uma maneira de encontrar o número ideal de parâmetros de um modelo. O melhor modelo será o mais parcimonioso, satisfeito que os resíduos sejam os menores possíveis, portanto com o menor número de parâmetros, deverá gerar menor imprecisão de estimativas. Quanto mais parâmetros são estimados no mesmo período da amostra, menor será o erro estimado, mas isso será penalizado na segunda parcela da estatística. Por esta razão, deseja-se o menor valor de AIC ou BIC possível.

#### 3.2.1.4 Medidas de desempenho de previsão

Após a seleção do modelo mais adequado, dentre os modelos estimados, a etapa final da metodologia de Box-Jenkins é a realização de previsões para a série  $Z_t$  em instantes de tempo posteriores a  $n$ . Em seguida, são realizadas análises que medem o desempenho das previsões. Pode-se citar três medidas: raiz do erro quadrático médio (RMSE) - *Root Mean Square Error* e o erro absoluto percentual médio (MAPE) - *Mean Absolute Percentual Error* e estatística U-Theil.

Makridakis, Wheelwright e Hyndman (1998) citam que o MAPE é um indicador utilizado para descrever a performance média do erro do modelo utilizado ou desenvolvido. No entanto, o resultado obtido de seu cálculo é uma medida percentual, passível, dessa forma, de ser comparada com os resultados obtidos com a modelagem das outras séries temporais. A RMSE é comumente usada para expressar a acurácia dos resultados numéricos com a vantagem de que apresenta valores do erro nas mesmas dimensões da variável analisada.

O modelo matemático do RMSE é dado por:

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (e_t^2)}{N}} \quad (10)$$

O modelo matemático do MAPE é dado por:

$$\text{MAPE} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \left| \frac{e_t}{Z_t} \right| \cdot 100 \quad (11)$$

onde N representa o número de elementos considerados para o cálculo destes critérios,  $e_t$  é o resíduo do período t, obtido através do modelo e  $Z_t$  é o valor da série temporal no período t.

A estatística U-Theil é um índice que mede o quanto os resultados estão melhores que uma previsão ingênua ou trivial, ou seja, quando a melhor estimativa do próximo valor é o próprio valor atual. De acordo com Amorim Júnior et al. (2004), a previsão ingênua afirma que a melhor estimativa de um valor para amanhã é o valor de hoje. Por meio deste coeficiente pode-se analisar a qualidade de uma previsão da seguinte maneira:

- $U > 1$ , o erro do modelo é maior que o erro ingênuo, ou seja, as previsões do modelo não são melhores que uma previsão ingênua;
- $U < 1$ , o erro do modelo é menor que o erro ingênuo, ou seja, o modelo é aceitável, pois as previsões do modelo são melhores que uma previsão ingênua.

Logo, o valor da estatística U-Theil menor do que 1 indica uma previsão melhor que a previsão trivial; quanto mais próximo o mesmo for de zero, melhor será o resultado da previsão.

O modelo matemático desta estatística é dado por:

$$U = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Z_i - \hat{Z}_i)^2}}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (Z_i - Z_{i-1})^2}} \quad (12)$$

onde: N é o número de observações amostrais;  $Z_i$  é o valor da variável em estudo no instante i;  $Z_{i-1}$  é o valor da variável em estudo no instante i-1;  $\hat{Z}_i$  é o valor estimado pelo modelo para o instante i.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo é classificado como quantitativo, pois houve a explanação em números das informações obtidas, e com isso a análise e classificação dos dados coletados por meio de técnicas estatísticas apropriadas, como as séries temporais.

Além disso, condiz com uma pesquisa documental, pois baseia-se na consulta de fontes teóricas de pesquisa, possibilitando um maior suporte na mensuração dos dados, permitindo um acréscimo de conhecimento, elucidação e facilidade na análise e interpretação dos resultados obtidos, além do que favorece a observação do processo de maturação ou de evolução de indivíduos, grupos, conceitos, conhecimentos e comportamentos (CELLARD, 2008).

Foram considerados as seguintes definições para os acidentes, de acordo com o Ministério da Previdência Social: Acidentes típicos - decorrentes da característica da atividade profissional desempenhada pelo acidentado; Acidentes de trajeto - ocorridos no trajeto entre a residência e o local de trabalho do segurado e vice-versa; Acidentes devidos à doença do trabalho - ocasionados por qualquer tipo de doença profissional peculiar a determinado ramo de atividade constante na tabela da Previdência Social.

A Empresa de Tecnologia e Informações da Previdência Social (DATAPREV) disponibiliza os dados, e estes são registrados na Base de Dados Históricos do Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho, disponível no *site* <http://www3.dataprev.gov.br/aeat/>.

Assim, este estudo abrangeu o número mensal de trabalhadores contribuintes como pessoa física com a Previdência Social que foram amparados pelos benefícios no caso de acidentes do trabalho, nos anos de 2008 a 2016, nos três estados da região Sul: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

Em estudo realizado previamente com estes dados (PERIPOLLI, 2016), obteve-se modelos com base na metodologia Box-Jenkins.

Ao constatar-se que a estacionariedade foi inconclusiva pelos testes ADF e KPSS para alguns dos modelos obtidos anteriormente, ou seja, não for satisfeita ao mesmo tempo pelos dois testes, optou-se pela utilização de modelos autorregressivos fracionários integrados de médias móveis (ARFIMA).

Para esta nova modelagem, seguiu-se os seguintes procedimentos metodológicos:

- Análise da estacionariedade da série por meio da função de autocorrelação (FAC) e da função de autocorrelação parcial (FACP), além da análise de raiz unitária, com os testes ADF e KPSS;
- Estimação e teste do parâmetro  $d$  de integração de cada série;
- Estimação de modelos ARFIMA concorrentes e escolha do melhor modelo mediante a avaliação do critério de AIC e BIC;
- Ajuste dos modelos, com análise dos resíduos, para verificar a condição de ruído branco;
- Elaboração de gráficos de previsão das séries pelo melhor modelo ARFIMA encontrado;
- Avaliação da qualidade das previsões por meio dos critérios da raiz do erro quadrático médio, o erro absoluto percentual médio e a estatística U-Theil.

Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o *software EVIEWS 9 Student Version*, considerando-se a significância de 5%.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são discutidas as aplicações e resultados referentes ao número de acidentes do trabalho, relativos aos motivos de ocorrência, registrados nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Este capítulo é estruturado em duas seções: análise descritiva das variáveis referentes aos acidentados e apresentação dos modelos de séries temporais ajustados.

### 5.1 ANÁLISE DESCRITIVA

Uma análise descritiva dos dados foi realizada inicialmente e na Tabela 2, são apresentados os casos de acidentes por motivos de ocorrência, na região Sul, de 2008 a 2016.

Tabela 2 - Análise descritiva do número de acidentes por motivos de ocorrência, na região Sul, de 2008 a 2016

Estado/Motivo	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Coefficiente de variação (%)	Total
<b>Rio Grande do Sul</b>						
Típico	2.817,15	242,61	2.351	3.421	8,61	304.252
Trajeto	545,09	60,59	395	720	11,12	58.870
Doença	118,48	28,28	58	194	23,87	12.796
<b>Santa Catarina</b>						
Típico	1.805,63	194,99	1.305	2.285	10,80	195.008
Trajeto	458,70	51,80	334	570	11,29	49.540
Doença	61,61	23,95	28	206	38,87	6.654
<b>Paraná</b>						
Típico	2.719,94	258,79	2.040	3.216	9,51	293.753
Trajeto	586,09	81,56	413	776	13,92	63.298
Doença	69,40	23,34	22	163	33,62	7.495

Fonte: Elaborado pela autora com base no Anuário Estatístico da Previdência Social (2016).

Pode-se identificar que o Rio Grande do Sul possui a maior média de acidentes do trabalho, dentre os três estados da região Sul. Esta média é superior em acidentes típicos, ou seja, referem-se a eventos ocorridos durante o exercício da atividade profissional dentro do ambiente de trabalho. A quantidade restante é

dividida entre acidentes de trajeto, ocorridos durante o deslocamento do trabalhador de sua residência para seu local de trabalho, e doenças do trabalho, decorrentes da atividade exercida. Nota-se também que as séries referentes à doença do trabalho apresentam a maior variação para os três estados, enquanto que a referente ao acidente típico é mais homogênea.

Corroborando com o presente estudo, Josende, Zanini e Silva (2014), ao analisarem a evolução temporal das taxas de acidente de trabalho, por regiões do Brasil, de 2001 a 2010, também verificaram que os maiores registros são os de acidentes típicos. Além de as maiores médias destes acidentes ocorrerem na região Sul, enquanto que, acidentes de trajeto e de doenças do trabalho, ocorreram na região Sudeste. Estes autores observaram uma tendência crescente e significativa para as taxas de acidentes de trajeto para as regiões Norte e Sul, enquanto que, nas regiões Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, esta tendência foi observada nas taxas de acidentes típicos e de trajeto.

Almeida, Morrone e Ribeiro (2014), constataram uma elevação dos acidentes do trabalho, em estudo realizado com dados de todo o Brasil, entre 1998 e 2008. Informação que indica que não deve ter ocorrido efetiva redução de riscos nas empresas decorrente da melhora das condições de trabalho.

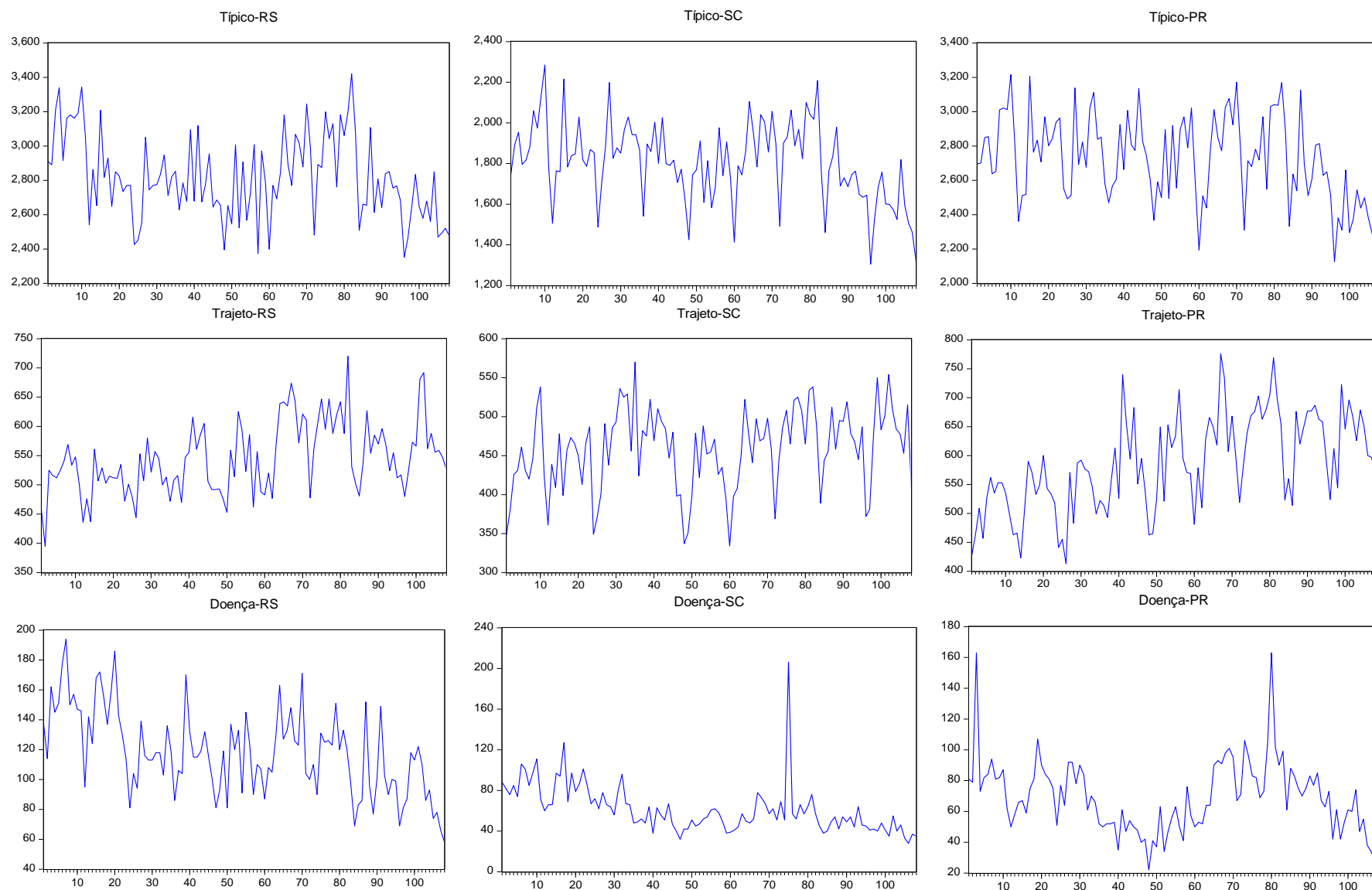
Para Binder, Wludarski e Almeida (2001), no período de 1995 a 1999, para o Município de Botucatu - São Paulo, o número de casos de acidentes do trabalho típicos aumentou, mostrando que ainda é relevante para o adoecimento dos trabalhadores. O mesmo aumento foi observado nos acidentes do trabalho de trajeto, entre os anos de 1997 e 1998. Embora tenha voltado a diminuir em 1999, esse resultado indica que a violência e o crescimento urbano passaram a atingir os trabalhadores, principalmente nos grandes centros.

Em Campinas, São Paulo, a violência urbana ganha relevância como fator desencadeante para os acidentes do trabalho, principalmente no que se refere aos acidentes de trajeto, com a percepção de que tal quadro seja encontrado em todas as grandes cidades brasileiras (HENNINGTON; CORDEIRO; MOREIRA FILHO, 2004).

## 5.2 ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS

Inicialmente, pode-se observar na Figura 3 as séries originais do número de registro de acidentes para os três estados, assim, é possível verificar o comportamento dos dados, buscando identificar suas componentes, como tendência e/ou sazonalidade.

Figura 3 - Comportamento do número de acidentes do trabalho, por motivo de ocorrência, na região Sul, de 01/2008 a 12/2016



Na Figura 3 estão apresentadas as 108 observações de cada conjunto de dados de acordo com o motivo da ocorrência do acidente, para cada estado da região Sul. Nota-se que algumas das séries não apresentam evidências de estacionariedade, principalmente àquelas relacionadas aos acidentes do trabalho típico e de trajeto no estado do Paraná, onde observa-se características de tendência decrescente e crescente, respectivamente. Além disso, pode-se observar que algumas das séries apresentam uma componente sazonal de multiplicidade 12.

Após análise dos gráficos da série original, avaliou-se as funções de autocorrelação (FAC) e de autocorrelação parcial (FACP), além dos testes ADF e KPSS. Verificou-se a condição de estacionariedade e foram identificados os possíveis modelos para a série temporal.

Os resultados dos testes de raiz unitária ADF e KPSS, para os três estados, nos três motivos considerados, são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Principais resultados dos testes de raiz unitária ADF e KPSS para as séries em nível e com uma diferença

Tipo de acidente	Estado	Série em nível			Série diferenciada		
		ADF	p-valor	KPSS	ADF	p-valor	KPSS
Típico	RS	-4,1658	0,0012	0,2657	-	-	-
	SC	-0,5440	0,8766	0,5652	-3,7972	0,0041	0,3001
	PR	2,5292	1,0000	0,6314	-5,4277	<0,001	0,2997
Trajeto	RS	-4,3043	0,0007	0,8754	-	-	0,4357
	SC	-6,5292	<0,001	0,3334	-	-	-
	PR	-1,3413	0,6076	1,1400	-8,9658	<0,001	0,2411
Doença	RS	-5,4292	<0,001	0,8699	-	-	0,0924
	SC	-3,8916	0,0029	0,8143	-	-	0,2970
	PR	-4,9200	0,0001	0,1472	-	-	-

Verifica-se que as séries de acidentes típicos em SC e no PR, e trajeto no PR não é estacionária em nível, pois o valor crítico do ADF é maior que o valor calculado para os níveis de confiança, o que leva a crer que essa série apresenta pelo menos uma raiz unitária. No entanto, quando aplicada uma diferenciação na série, ela se torna estacionária. Enquanto as séries de acidentes típico no RS, trajeto em SC e doença do trabalho no PR são estacionárias em nível conforme o teste aplicado.

Com o objetivo de confirmar estas informações obtidas pelo teste ADF, empregou-se o teste Kwaiatkowski, Philips, Schmidt e Shin (KPSS) e os resultados também são apresentados na Tabela 3. No entanto, para as séries de acidentes de trajeto no RS e doença do trabalho no RS e em SC que são estacionárias pelo teste ADF entram em contradição com o resultado obtido pelo teste KPSS.

Este resultado, da utilização conjunta dos testes, indica uma indeterminação, nada indicando a respeito do processo gerador da série.

Para auxiliar na análise da estacionariedade das séries de acidentes de trajeto no RS e doença do trabalho no RS e em SC verificou-se o comportamento dos correlogramas dos dados.

Figura 4 - Autocorrelação e autocorrelação parcial das séries de acidentes do trabalho de trajeto no RS; devidos à doença do trabalho no RS e devidos à doença do trabalho em SC, de 2008 a 2016

$\bar{AC}$	ACP	AC	ACP	Q-Stat	p	$\bar{AC}$	ACP	AC	ACP	Q-Stat	p	$\bar{AC}$	ACP	AC	ACP	Q-Stat	p			
		1	0.524	0.524	30.526	0.000			1	0.519	0.519	29.856	0.000			1	0.434	0.434	20.878	0.000
		2	0.434	0.220	51.666	0.000			2	0.395	0.172	47.317	0.000			2	0.431	0.299	41.685	0.000
		3	0.258	-0.051	59.186	0.000			3	0.304	0.064	57.792	0.000			3	0.340	0.107	54.734	0.000
		4	0.072	-0.165	59.787	0.000			4	0.264	0.066	65.777	0.000			4	0.317	0.086	66.193	0.000
		5	0.093	0.104	60.785	0.000			5	0.153	-0.065	68.489	0.000			5	0.335	0.132	79.126	0.000
		6	-0.089	-0.167	61.713	0.000			6	0.136	0.028	70.659	0.000			6	0.371	0.163	95.125	0.000
		7	0.095	0.257	62.766	0.000			7	0.095	-0.008	71.727	0.000			7	0.327	0.055	107.68	0.000
		8	0.045	-0.027	63.005	0.000			8	0.126	0.074	73.616	0.000			8	0.278	-0.013	116.83	0.000
		9	0.181	0.198	66.957	0.000			9	0.192	0.142	78.062	0.000			9	0.207	-0.063	121.95	0.000
		10	0.345	0.209	81.366	0.000			10	0.258	0.136	86.141	0.000			10	0.217	0.017	127.64	0.000
		11	0.370	0.180	98.151	0.000			11	0.290	0.106	96.416	0.000			11	0.232	0.054	134.21	0.000
		12	0.544	0.220	134.75	0.000			12	0.432	0.262	119.54	0.000			12	0.266	0.076	142.96	0.000
		13	0.309	-0.147	146.65	0.000			13	0.206	-0.254	124.85	0.000			13	0.176	-0.078	146.84	0.000
		14	0.270	-0.053	155.87	0.000			14	0.191	-0.012	129.47	0.000			14	0.149	-0.056	149.65	0.000
		15	0.106	-0.088	157.32	0.000			15	0.059	-0.177	129.92	0.000			15	0.117	-0.016	151.41	0.000
		16	-0.043	-0.071	157.56	0.000			16	-0.043	-0.188	130.15	0.000			16	0.092	-0.028	152.52	0.000
		17	-0.058	-0.080	157.99	0.000			17	-0.040	0.090	130.36	0.000			17	0.055	-0.083	152.91	0.000
		18	-0.210	-0.112	163.82	0.000			18	-0.061	-0.057	130.85	0.000			18	0.090	-0.002	153.98	0.000
		19	-0.043	0.042	164.07	0.000			19	-0.038	0.102	131.05	0.000			19	0.020	-0.066	154.03	0.000
		20	-0.020	0.066	164.12	0.000			20	-0.068	-0.079	131.67	0.000			20	-0.003	-0.049	154.04	0.000
		21	0.094	-0.003	165.31	0.000			21	-0.011	-0.050	131.69	0.000			21	-0.020	-0.015	154.09	0.000
		22	0.233	0.034	172.83	0.000			22	0.033	-0.003	131.84	0.000			22	0.016	0.051	154.13	0.000
		23	0.235	0.005	180.56	0.000			23	0.066	-0.050	132.44	0.000			23	-0.031	-0.042	154.26	0.000
		24	0.376	0.110	200.55	0.000			24	0.198	0.190	137.97	0.000			24	-0.015	-0.008	154.29	0.000

Como na análise conjunta dos testes de raiz unitária observou-se uma indeterminação e a análise da FAC sugere a presença de memória longa, optou-se por utilizar o procedimento GPH para estimar e testar o parâmetro de integração fracionária para as séries. Os resultados do teste encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 - Teste de memória longa pelo procedimento GPH

Tipo de acidente	Estado	d estimado	Estatística t	p-valor
Trajetos	RS	0,4986	62,3616	<0,001
Doença	RS	0,4933	27,9800	<0,001
	SC	0,4730	23,7358	<0,001

É possível verificar que as três séries apresentam memória longa, uma vez que a hipótese nula ( $d=0$ ) é rejeitada. Com este resultado, pôde-se utilizar os modelos ARFIMA nestes dados.

Sendo assim e com o intuito de encontrar o melhor modelo, que represente corretamente o processo gerador de cada uma das séries de acidentes, estimaram-se diversos modelos concorrentes e escolheu-se àquele que obteve menores valores para o AIC e BIC.

Desta forma, tem-se na Tabela 5 os modelos ARFIMA concorrentes para a série de acidentes de trajeto no RS.

Tabela 5 - Modelos ARFIMA(p,d,q) concorrentes para a série de acidentes de trajeto no RS de 2008 a 2016

Modelos	Parâmetros	p-valor	AIC	BIC
ARFIMA(0,d,0)	d = 0,4986	<0,001	10,7873	10,8369
<b>ARFIMA(0,d,0)<sub>c</sub></b>	<b>C = 539,8625</b> <b>d = 0,3892</b>	<b>&lt;0,001</b> <b>&lt;0,001</b>	<b>10,7489</b>	<b>10,8234</b>

Utilizando-se os critérios citados anteriormente, o melhor modelo ajustado para a série de acidentes de trajeto no RS de 2008 a 2016 é denotado por:

$$(1-B)^{0,3892} Z_t + 539,8625 = \varepsilon_t \quad (13)$$

que pode ser visto como o caso mais simples de um modelo fracionário.

Os modelos ARFIMA concorrentes para a série de acidentes devidos à doença do trabalho no RS encontram-se na Tabela 6.



Tabela 6 - Modelos ARFIMA(p,d,q) concorrentes para a série de acidentes devidos à doença do trabalho no RS de 2008 a 2016

Modelos	Parâmetros	p-valor	AIC	BIC
ARFIMA(0,d,0)	d = 0,4933	<0,001	9,2182	9,2679
<b>ARFIMA(0,d,0)<sub>c</sub></b>	<b>C = 117,1709</b> <b>d = 0,3903</b>	<b>&lt;0,001</b> <b>&lt;0,001</b>	<b>9,1929</b>	<b>9,2675</b>
ARFIMA(2,d,2) <sub>c</sub>	C = 116,4772 d = 0,3679 $\phi_2 = 0,9768$ $\theta_2 = -0,9396$	0,0385 <0,001 <0,001 <0,001	9,2058	9,3299
ARFIMA(2,d,2)	d = 0,4926 $\phi_2 = -1,0000$ $\theta_2 = 0,9999$	<0,001 <0,001 <0,001	9,2256	9,3248

O melhor modelo ajustado para esta é denotado por meio de (14).

$$(1-B)^{0,3903} Z_t + 117,1709 = \varepsilon_t \quad (14)$$

que também pode ser visto como o caso mais simples de um modelo fracionário.

Na Tabela 7 são apresentados os modelos ARFIMA concorrentes para a série de acidentes devidos à doença do trabalho em SC.

Tabela 7 - Modelos ARFIMA(p,d,q) concorrentes para a série de acidentes devidos à doença do trabalho em SC de 2008 a 2016

Modelos	Parâmetros	p-valor	AIC	BIC
ARFIMA(0,d,0)	d = 0,4730	<0,001	8,9558	9,0055
ARFIMA(0,d,0) <sub>c</sub>	C = 61,9179 d = 0,3272	<0,001 <0,001	8,9078	8,9823
<b>ARFIMA(1,d,0)<sub>c</sub></b>	<b>C = 61,9434</b> <b>d = 0,4162</b> $\phi_1 = -0,1913$	<b>0,0088</b> <b>&lt;0,001</b> <b>0,0406</b>	<b>8,9063</b>	<b>9,0056</b>
ARFIMA(0,d,1)	d = 0,4921 $\theta_1 = -0,2581$	<0,001 0,0008	8,9143	8,9888

Para esta série, o melhor modelo ajustado é dado por (15).

$$(1-B)^{0,4162}(1+0,1913B)Z_t + 61,9434 = \varepsilon_t \quad (15)$$

que pode ser visto como um modelo autorregressivo de primeira ordem com uma diferenciação fracionária  $d=0,4162$ . Nota-se que  $Z_t$  é estacionário e invertível, pois  $|d| < 0,5$  e  $|\phi| = 0,1913 < 1$ .

Os modelos de previsão para o número de acidentes do trabalho, por trajeto e doença para o Rio Grande do Sul são similares, pois apresentaram apenas o

componente fracionário e a constante (ARFIMA(0,d,0)<sub>C</sub>). O modelo encontrado para os acidentes resultantes de doenças do trabalho em Santa Catarina se distingue dos demais, por apresentar um componente autorregressivo (ARFIMA(1,d,0)<sub>C</sub>).

Subsequentemente a análise dos resíduos dos modelos selecionados foi realizada por meio de correlogramas apresentados a seguir.

Figura 5 - Correlogramas dos resíduos das séries de acidentes do trabalho de trajeto no RS; devidos à doença do trabalho no RS e devidos à doença do trabalho em SC, de 2008 a 2016

$\bar{AC}$	ACP	AC	ACP	Q-Stat	p	$\bar{AC}$	ACP	AC	ACP	Q-Stat	p	$\bar{AC}$	ACP	AC	ACP	Q-Stat	p			
		1	0.147	0.147	2.3843	0.123			1	-0.079	-0.079	0.6864	0.407			1	0.041	0.041	0.1853	0.667
		2	0.090	0.070	3.2850	0.193			2	-0.190	-0.197	4.7170	0.095			2	0.041	0.039	0.3721	0.830
		3	-0.020	-0.044	3.3313	0.343			3	0.098	0.068	5.8139	0.121			3	-0.024	-0.027	0.4381	0.932
		4	-0.084	-0.084	4.1451	0.387			4	0.087	0.068	6.6846	0.154			4	-0.024	-0.024	0.5062	0.973
		5	-0.015	0.014	4.1712	0.525			5	-0.056	-0.012	7.0445	0.217			5	-0.024	-0.020	0.5710	0.989
		6	-0.120	-0.110	5.8529	0.440			6	-0.141	-0.132	9.3505	0.155			6	-0.021	-0.018	0.6235	0.996
		7	-0.065	-0.040	6.3467	0.500			7	-0.069	-0.126	9.9160	0.193			7	-0.012	-0.010	0.6414	0.999
		8	0.056	0.087	6.7205	0.567			8	-0.011	-0.082	9.9305	0.270			8	0.021	0.022	0.6939	1.000
		9	-0.131	-0.156	8.7855	0.457			9	0.040	0.030	10.118	0.341			9	-0.005	-0.007	0.6966	1.000
		10	0.140	0.159	11.168	0.345			10	-0.140	-0.123	12.506	0.253			10	-0.017	-0.020	0.7321	1.000
		11	0.009	-0.016	11.179	0.428			11	-0.193	-0.222	17.077	0.106			11	-0.027	-0.025	0.8202	1.000
		12	0.084	0.057	12.056	0.441			12	0.156	0.039	20.100	0.065			12	-0.027	-0.024	0.9131	1.000
		13	-0.014	-0.064	12.079	0.521			13	-0.031	-0.109	20.217	0.090			13	-0.022	-0.019	0.9724	1.000
		14	0.037	0.086	12.248	0.586			14	-0.063	-0.020	20.718	0.109			14	-0.027	-0.025	1.0645	1.000
		15	0.120	0.091	14.093	0.518			15	0.061	0.018	21.188	0.131			15	-0.020	-0.019	1.1143	1.000
		16	-0.009	-0.038	14.104	0.591			16	0.066	-0.003	21.754	0.151			16	-0.012	-0.013	1.1319	1.000
		17	-0.003	0.028	14.106	0.660			17	0.102	0.076	23.106	0.146			17	-0.017	-0.020	1.1704	1.000
		18	0.200	0.207	19.375	0.369			18	-0.046	-0.057	23.389	0.176			18	-0.022	-0.024	1.2323	1.000
		19	0.306	0.349	31.887	0.032			19	-0.040	-0.058	23.601	0.212			19	-0.024	-0.025	1.3103	1.000
		20	0.019	-0.172	31.938	0.044			20	0.022	-0.040	23.667	0.257			20	-0.023	-0.023	1.3809	1.000
		21	-0.079	-0.047	32.798	0.049			21	0.108	0.048	25.254	0.236			21	-0.024	-0.025	1.4564	1.000
		22	-0.125	-0.101	34.972	0.039			22	-0.201	-0.201	30.832	0.100			22	-0.027	-0.029	1.5597	1.000
		23	-0.111	-0.006	36.700	0.035			23	-0.012	0.038	30.851	0.126			23	-0.023	-0.026	1.6347	1.000
		24	-0.022	0.058	36.771	0.046			24	0.127	0.011	33.131	0.101			24	-0.028	-0.033	1.7477	1.000

De acordo com os correlogramas pode-se considerar que os resíduos dos modelos apresentam características de ruído branco, pois as correlações residuais estão dentro dos limites de controle. Desta forma, os resíduos são não correlacionados, indicando que os três modelos estimados conseguiram captar todas as informações contidas em cada série. Logo, os modelos selecionados estão aptos a realizar previsões, pois apresentam todas as condições necessárias para serem modelos adequados.

Assim, procedeu-se a realização da previsão, suprimindo as seis últimas observações de cada série, com o intuito de utilizá-las para a análise do ajuste dos modelos. Então, as previsões foram efetuadas para seis instantes de tempo posteriores à observação 102, relativa ao mês junho de 2016.

Na sequência, as Figuras 6, 7 e 8 representam os gráficos com a série original, a série ajustada por meio do modelo selecionado e os resíduos para cada série representativa dos acidentes.

Figura 6 - Série original de acidentes por trajeto no RS, modelo ajustado  $ARFIMA(0,d,0)_c$  e resíduos

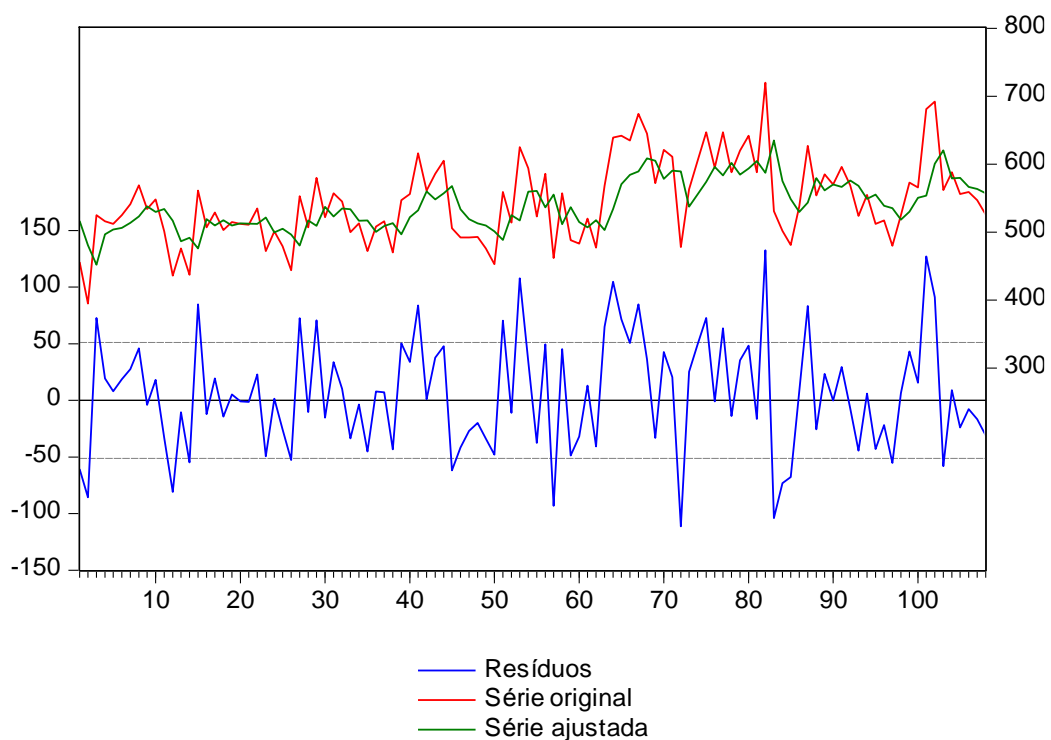


Figura 7 - Série original de acidentes devidos à doença do trabalho no RS, modelo ajustado ARFIMA(0,d,0)<sub>C</sub> e resíduos

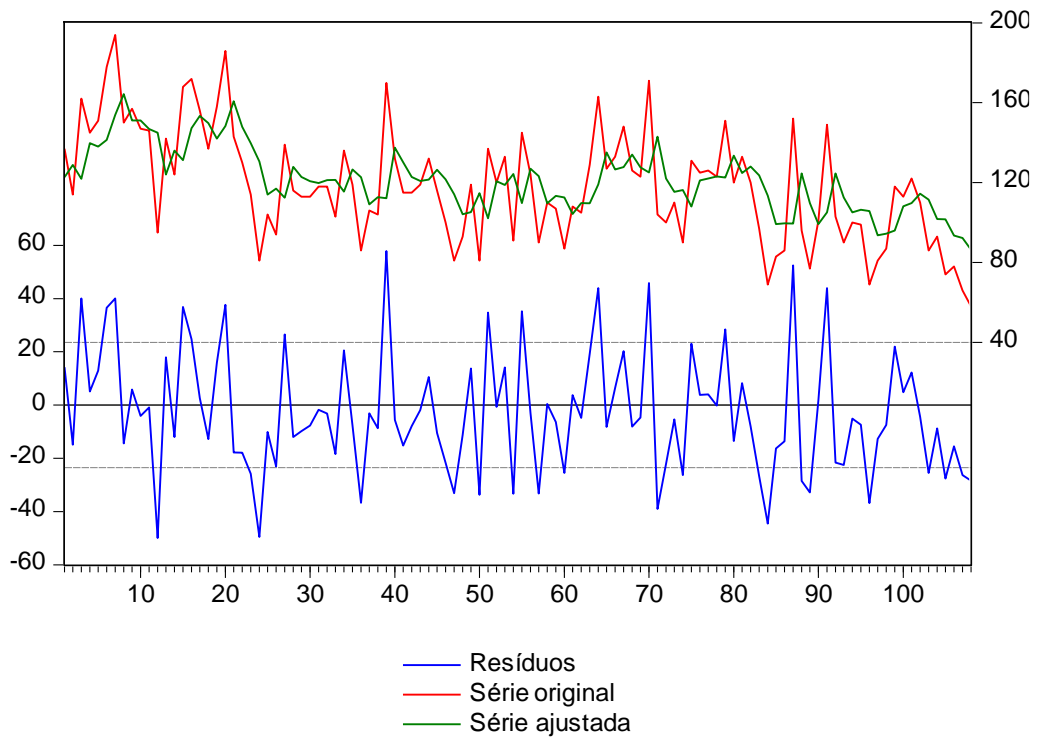
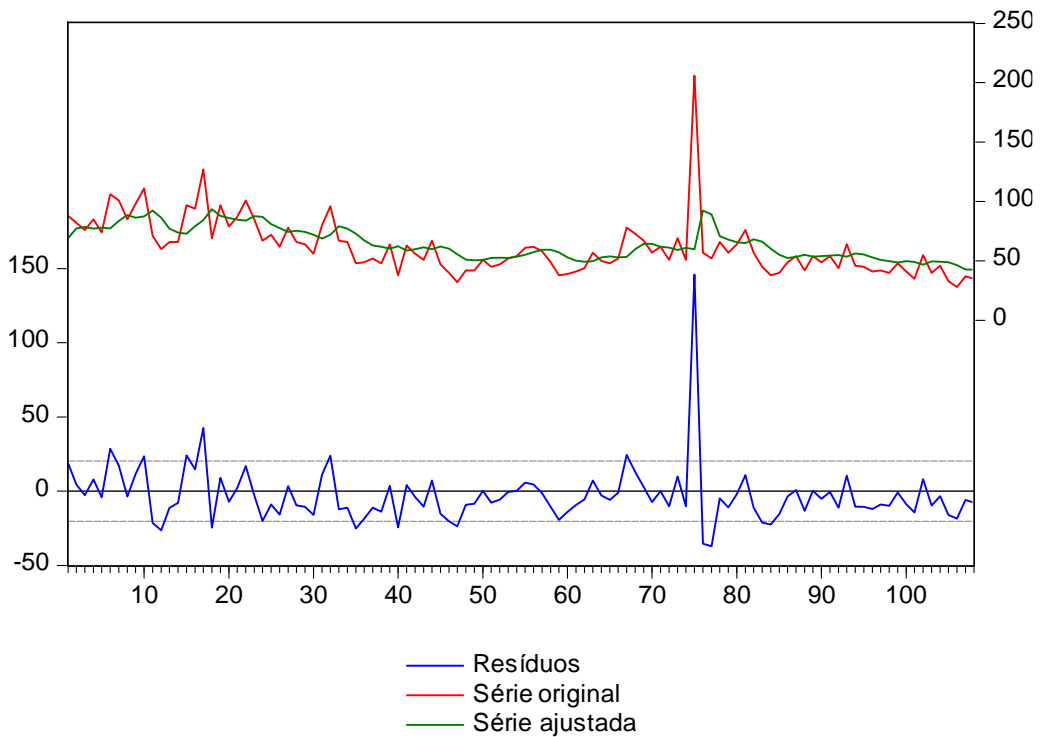


Figura 8 - Série original de acidentes devidos à doença do trabalho em SC, modelo ajustado ARFIMA(1,d,0)<sub>C</sub> e resíduos



Pela análise gráfica dos modelos ajustados, pôde-se perceber o bom ajuste do modelo, mostrando-se potencial para realizar previsões.

Assim, foram calculadas as medidas de desempenho para cada modelo, que podem ser observados na Tabela 8, juntamente com os valores previstos e o erro padrão.

Tabela 8 - Resultados das previsões do número de acidentes do trabalho com base nos dados fora da amostra para os meses de julho a dezembro de 2016

Período	Trajeto - RS			Doença - RS			Doença - SC		
	Real	Previsto	Erro padrão	Real	Previsto	Erro padrão	Real	Previsto	Erro padrão
Julho/16	562	620	-58	86	112	-26	40	50	-10
Agosto/16	588	579	9	93	102	-9	46	49	-3
Setembro/16	556	580	-24	74	102	-28	33	49	-16
Outubro/16	559	567	-8	78	93	-15	28	46	-18
Novembro/16	547	564	-17	66	92	-26	37	43	-6
Dezembro/16	526	557	-31	58	86	-28	35	43	-8
<b>RMSE</b>	50,9813			23,3050			19,9394		
<b>MAPE</b>	7,4606			17,0344			21,0949		
<b>U-Theil</b>	0,0468			0,0955			0,1514		

Nota-se uma tendência decrescente nos acidentes do trabalho para os seis meses previstos. É esperado que os valores da estatística U-Theil variem entre 0 e 1 como indicação de modelos de previsão adequados, e que os melhores modelos são os que se aproximam de 0. Assim, observa-se que os modelos são aceitáveis, visto que a estatística U é menor que um e próxima de zero, indicando ser capaz de traçar previsões.

## 6 CONCLUSÃO

Por meio da utilização da metodologia selecionada, teve-se a pretensão de atender aos objetivos propostos, ou seja, elucidar características importantes relativas aos tipos de acidentes e encontrar um modelo de previsão apropriado aos dados.

A utilização de modelos ARFIMA justifica-se pelo fato de três das séries em estudo terem apresentado memória longa, ou seja, longa dependência serial nas variáveis em nível, tornando-se necessária a utilização de modelos que levem em consideração este fato, e assim captando o verdadeiro processo gerador da série.

Os modelos estimados permitiram uma previsão de dados para os seis meses suprimidos das séries originais. No entanto, na prática, a comparação entre os valores estimados e os ocorridos fica prejudicada devido às dificuldades em se trabalhar com dados de vigilância epidemiológica, como a alimentação tardia dos bancos de dados. Mesmo assim, a aplicação dos modelos ARFIMA mostrou-se bastante útil para descrever as séries, pois permitem a análise da tendência e previsão de número de casos futuros, a partir de dados passados, possibilitando a avaliação de impacto de intervenções populacionais. A utilização da metodologia de séries temporais pode constituir um importante suporte de orientação e apoio para o monitoramento de dados referentes aos acidentes do trabalho. Embora os bancos possam apresentar deficiências de preenchimento, como anteriormente mencionado, é importante que haja a divulgação permanente dessas informações, a fim de sensibilizar as instituições envolvidas para alcançar a qualificação contínua dessa fonte de conhecimento sobre o perfil de acidentes do trabalho.

Destaca-se a necessidade da implementação de políticas públicas direcionadas à saúde do trabalhador pois, apesar do número de acidentes do trabalho estar em declínio, este número de casos ainda é elevado. É preciso, também, reafirmar a importância do aperfeiçoamento do registro de acidentes de trabalho, independentemente da forma do vínculo empregatício. Neste sentido, devem ser promovidas ações para a redução do número de casos, como investimentos em segurança e saúde dos trabalhadores.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. S. S.; MORRONE, L. C.; RIBEIRO, K. B. Tendências na incidência e mortalidade por acidentes de trabalho no Brasil, 1998 a 2008. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 9, p. 1957-1964, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2014000901957&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2014000901957&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 9 abr. 2018. DOI: 10.1590/0102-311X00009213.
- ALMEIDA, I. M.; JACKSON FILHO, J. M. Acidentes e sua prevenção. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 32, n. 115, p. 7-18, 2007.
- ALMEIDA, P. C. A.; BARBOSA-BRANCO, A. Acidentes de trabalho no Brasil: prevalência, duração e despesa previdenciária dos auxílios-doença. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. v. 36, n.124, p. 195-207, 2011.
- ALVES, S.; LUCHESI, G. Acidentes do trabalho e doenças profissionais no Brasil: a precariedade das informações. **Informe Epidemiológico do SUS 1992**. v. 1, n.3, p. 5-20, 1992.
- AMORIM JÚNIOR, H. P. et al. Previsão da demanda de passageiros no Sistema de Transporte Coletivo utilizando as Redes Neurais Artificiais e os Algoritmos Genéticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO - CBCOMP,4., 2004, Itajaí-SC. **Anais...** Itajaí-SC: Universidade do Vale do Itajaí (Univali), 2004. p.306-312.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Base de Dados Históricos da Previdência Social**. 2016. Disponível em: <<http://www3.dataprev.gov.br/temp/DACT01consulta33076407.htm>> Acesso em: 03 jul. 2018.
- BARBOSA, L.; RAMOS, W. Importância da prevenção de acidentes no setor de construção civil: um estudo de caso em Uberlândia. **A Barriguda: Revista Científica**, 2014. Disponível em: <<http://abarriguda.org.br/ojs/index.php/revistaabarrigudaarepb/article/view/31>>. Acesso em: 04 abr. 2018.
- BINDER, M. C. P.; WLUDARSKI, S. L.; ALMEIDA, I. M. Estudo da evolução dos acidentes do trabalho registrados pela Previdência Social no período de 1995 a 1999, em Botucatu, São Paulo. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 4, p. 915-924, 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2001000400025&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2001000400025&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 15 maio 2018. DOI: 10.1590/S0102-311X2001000400025.
- BOX, G. E. P.; JENKINS, G. M. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. San Francisco: Holden-Day, 1970.
- BUENO, R. L. S. **Econometria de séries temporais** São Paulo: Cengage Learning,



299 p., 2008.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, Vozes, 2008.

CORDEIRO, R. et al. Incidência de acidentes do trabalho não-fatais em localidade do Sudeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 2, p. 387-393, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2006000200016&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2006000200016&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 17 jun. 2018.

GRANGER, C.; JOYEUX, R. An introduction to long memory time series models and fractional differencing. **Journal of Time Series Analysis**, v.1, 1980.

GEWEKE, J.; PORTER-HUDAK, S. The estimation and application of long memory time series models. **Journal of Time Series Analysis**, v. 4, p. 221-238, 1983.

GUJARATI, D. M. **Econometria básica**. 3ª Ed. São Paulo/SP: Ed. Makron books, 846 p., 2000.

JOSENDE, A. C. C.; ZANINI, R. R.; SILVA, V. R. Estudo da evolução de acidentes de trabalho nas regiões do Brasil. **Espacios**, v. 36, p. 2, 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n02/15360202.html>>. Acesso em: 20 maio 2018.

KUMAR, K.; JAIN, V. K. Autoregressive integrated moving averages (ARIMA) modelling of a traffic noise time series. **Applied Acoustics**, v. 58, n.3, p. 283-294, 1999. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003682X98000784>>. Acesso em: 11 maio 2018. DOI: 10.1016/S0003-682X(98)00078-4.

HÄMÄLÄINEN, P.; TAKALA, J.; SAARELA, K. L. Global estimates of occupational accidents. **Safety Science**, v. 44, p. 137-156, 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753505000871>>. Acesso em: 10 jun. 2018. DOI: 10.1016/j.ssci.2005.08.017.

HENNINGTON, E. A.; CORDEIRO, R.; MOREIRA FILHO, D. C. Trabalho, violência e morte em Campinas, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 610-617, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2004000200031&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2004000200031&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 23 maio 2018. DOI: 10.1590/S0102-311X2004000200031.

HOSKING. J. Fractional differencing. **Biometrika**, v. 68, n.1, p. 165-176, 1981.

KWIATKOWSKI, D. et al. Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root. **Journal of Econometrics**, v.54, p. 159-178, 1992.

MACKINNON, J. G. Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. **Journal of Applied Econometrics**, v. 11, p. 601-618, 1996. Disponível em:

<[www.jstor.org/stable/2285154](http://www.jstor.org/stable/2285154)>. Acesso em: 15 set. 2017. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1255(199611)11:6<601::AID-JAE417>3.0.CO;2-T.

MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting: Methods and Applications**. 3 ed. Wiley & Sons, 642 p., 1998.

MELCHIOR, C.; ZANINI, R. R. Mortality per work accident: A literature mapping. **Safety Science**, v. 114, p. 72-78, 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753518312177?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 abr. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.01.001>.

MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **AÇÕES REGRESSIVAS: Reunião entre Brasil e Alemanha discute impacto dos acidentes para a Previdência**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/2014/03/acoes-regressivas-reuniao-entre-brasil-e-alemanha-discute-impacto-dos-acidentes-para-a-previdencia/>>. Acesso em: 13 maio 2018.

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **AEPS 2012 – SEÇÃO IV – ACIDENTES DO TRABALHO**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/estatisticas/aeps-2012-anuario-estatistico-da-previdencia-social-2012/aeps-2012-secao-iv-acidentes-do-trabalho/>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

\_\_\_\_\_. MINISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL. **Comunicação de Acidente de Trabalho – CAT**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/servicos-ao-cidadao/todos-os-servicos/comunicacao-de-acidente-de-trabalho/>>. Acesso em: 22 abr. 2018.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **MTE anuncia estratégia para reduzir acidentes do trabalho**. Brasília, 2015. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/imprensa/mte-anuncia-estrategia-nacional-para-reducao-de-acidentes-do-trabalho.htm>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

MINISTÉRIO PÚBLICO DO TRABALHO. **Procuradoria-Geral do Trabalho**. 2018. Disponível em: <[http://portal.mpt.mp.br/wps/portal/portal\\_mpt/mpt/sala-imprensa/mpt+noticias/a13d338b-5b1a-431b-83ca-78e7e85069ea](http://portal.mpt.mp.br/wps/portal/portal_mpt/mpt/sala-imprensa/mpt+noticias/a13d338b-5b1a-431b-83ca-78e7e85069ea)>. Acesso em: 03 jul. 2018.

MORETTIN, P. A. **Econometria Financeira: Um curso em séries temporais financeiras**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 400 p., 2011.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Edgard Blucher, 564 p., 2006.

MURPHY D. The development of a risk management program in response to the spread of bloodborne pathogen illnesses. **Journal of Intravenous Nursing**, v. 18, Supl 6, p. S43-S7, 1995.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **La prevención de las enfermedades profesionales**. 1ª ed. Genebra: OIT; 2013.

PERIPOLLI, A. **Evolução do número de acidentes do trabalho na região Sul do Brasil de 2008 a 2013**. 2016. 95 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

PIZZATTO, E; GARBIN, C.A.S; AMADEI, M. Perfil dos acidentes do trabalho ocorridos no município de Araçatuba-SP nos anos de 2000 e 2001. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional** v. 29, n.11, p. 57-62, 2004.

ROSENMAN, K. D. et al. How much work-related injury and illness is missed by the current National Surveillance System? **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, London, v. 48, n. 4, p. 357-365, 2006. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16607189>>. Acesso em: 11 maio 2018. DOI: 10.1097/01.jom.0000205864.81970.63.

SANTANA, V. S. et al. Occupational accidents: social insurance costs and work days lost. **Rev. Saúde Pública**, v. 40, n.6, p. 1004-1012, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89102006000700007&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102006000700007&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 7 set. 2018. DOI: 10.1590/S0034-89102006000700007.

SANTANA, V. S. et al. Mortalidade, anos potenciais de vida perdidos e incidência de acidentes de trabalho na Bahia, Brasil. **Cad. Saúde Pública**. v.23, n.11, p. 2643-2652, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2007001100012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2007001100012&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 2 ago. 2018. DOI: 10.1590/S0102-311X2007001100012.

SANTANA, V. S.; NOBRE, L.; WALDVOGEL, B. C. Acidentes de trabalho no Brasil entre 1994 e 2004: uma revisão. **Ciênc. Saúde Coletiva**. v. 10, p. 841-55, 2005. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232005000400009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232005000400009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 10 ago. 2018. DOI: 10.1590/S1413-81232005000400009.

SARKUS, D. J. Safety and psychology: where do we go from here? **Professional Safety**, v. 46, n.1, p. 18-25, 2001.

SILVA, S. C. **Roteiro de Emissão e registro de CAT**. 2010. Disponível em: < <http://www.drsergio.com.br/cat/cat6.html> >. Acesso em 20 mar. 2018.

SILVEIRA, A. M. **Saúde do trabalhador**. Núcleo de Educação em Saúde Coletiva da Faculdade de Medicina – NESCON/UFMG. Belo Horizonte: Coopmed, 2009.

TAVARES, M. L. **Direito Previdenciário**. 12. ed. São Paulo: Ed. Impetus, 2010.

VASCONCELLOS, M. A. S.; ALVES, D. (Orgs.). **Manual de Econometria**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VILLAR, V. L. C. **Acidentes do Trabalho: uma análise no cenário fronteira do estado do Rio Grande do Sul com a Argentina e o Uruguai**. 2010. 148 f.

Dissertação (Mestrado em Serviço Social)-Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2010.

WÜNSCH FILHO, V. Reestruturação produtiva e acidentes de trabalho no Brasil: estrutura e tendências. **Caderno de Saúde Pública**, v. 15, n. 1, p. 41-51, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X1999000100005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1999000100005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 11 dez. 2017. DOI: 10.1590/S0102-311X1999000100005.

ZHANG, G. P. Time series forecasting using a hybrid ARIMA and neural network model. **Neurocomputing**, v. 50, p. 159-175, 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925231201007020>>. Acesso em: 7 nov. 2017. DOI: 10.1016/S0925-2312(01)00702-0.

ZÓCCHIO, A. **Política de segurança e saúde no trabalho**: Elaboração, implementação e administração. São Paulo: Ed. LTR. 2000.