

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

MATEUS SANTOS XAVIER

ESTUDO TEMPORAL DE COMUNICADOS DE ACIDENTES DO TRABALHO E ANÁLISE
DA PROBABILIDADE DE ACIDENTES

Belo Horizonte

2017

MATEUS SANTOS XAVIER

ESTUDO TEMPORAL DE COMUNICADOS DE ACIDENTES DO TRABALHO E ANÁLISE
DA PROBABILIDADE DE ACIDENTES

Monografia apresenta ao Curso de
Especialização em Estatística
Aplicada como requisito parcial para
obtenção do diploma de Especialista
em Estatística Aplicada.

Orientador: Prof^o Dr^o Gregorio Saravia
Antunar

Belo Horizonte

2017

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as adversidades.

Agradeço aos professores do curso de Pós-Graduação em Estatística por todo o conhecimento transmitido.

Ao meu orientador, Professor Gregorio, pelo suporte, pelas correções e incentivos.

A Equipe da Previdência Social, em especial ao Renato, pela disponibilidade de material para a realização deste trabalho.

Ao Diogo Campos, pelo apoio no decorrer do trabalho e ajuda com o fornecimento de material.

Aos meus pais e amigos pelo incentivo e apoio incondicional.

E a todos que direta ou indiretamente fazem parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

Nesta monografia pretendeu-se estudar os comunicados de acidentes do trabalho registrados em Minas Gerais e em São Paulo no período de janeiro de 2015 a fevereiro de 2016 identificando, através da caracterização da série e modelagem, o melhor modelo SARIMA que se ajusta aos dados, tendo como critério de seleção a estatística AIC, soma dos quadrados dos resíduos e a análise do comportamento dos resíduos. Utilizou-se também, a probabilidade frequentista dos registros para cada grande grupo da Classificação Brasileira de Ocupações. Ao final do trabalho, se observou que o grupo 7 – profissionais da indústria de processos discretos - apresentou maior probabilidade diária de registrar uma maior quantidade de acidentes e, enquanto o grupo 0 – profissionais das forças armadas – apresentou a menor. Em relação ao modelo de séries temporais, os modelos não se ajustaram aos dados originais, sendo necessários testar outras metodologias para previsão.

Palavras-chave: Acidentes do Trabalho, Comunicados de Acidentes do Trabalho (CAT),
Sarima, análise de probabilidade

ABSTRACT

This work intended to study the work accident notices registered in Minas Gerais and São Paulo from January 2015 to February 2016, to identify, through series description and molding, the best SARIMA model to treat the data, having the AIC selection and statistic criteria, sum of the residue square and residue analysis. The experimental probability of notice for every major group in the Brazilian Occupations Classification was also used. At the end of the study, it was noticed that group 7 – professional from the discreet processes industries – presented the biggest daily frequency probability of accidents occurrence, whilst the group 0 – armed forces professionals – presented the lowest probability. Regarding the times series models, they didn't work for the original data, making it necessary to test other methodologies.

Key words: Work accidents, Work Accidents Notice, SARIMA, Probability analysis

LISTA DE ABREVIações

AIC	Critério de Informação de Akaike
CAT's	Comunicados de Acidentes do Trabalho
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
Fundacentro	Fundação Centro Nacional de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho
NR's	Normas Regulamentadoras
SESMT	Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho
SST	Saúde e Segurança do Trabalho
SUS	Sistema Único de Saúde

LISTA DE TABELAS E QUADROS

		Pág.
Tabela 1	Comportamento teórico da FAC e FACP para alguns modelos.	29
Tabela 2	Ranking da probabilidade diária de ocorrência de acidentes, sendo o primeiro, o grupo com maior probabilidade de registros diários de maior volume de acidentes.	33
Tabela 3	Ranking da probabilidade diária de ocorrência de acidentes, sendo o primeiro, o grupo com maior probabilidade de registros diários de maior volume de acidentes	35
Tabela 4	Estatísticas comparativas dos modelos propostos	48
Tabela 5	Comparativo das três últimas observações e previsões do modelo	49
Quadro 1	Estimativas para o modelo SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_7$	41
Quadro 2	Modelo SARIMA $(1,0,1)(0,1,1)_7$	46

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Exemplos de séries temporais: a) série estacionária e b) série não estacionária.	22
Figura 2	Etapas iterativas para a construção do modelo de previsão segundo a metodologia de Box e Jenkins.	22
Figura 3	Número de passageiros mensais em uma empresa de transporte aéreo de 1949 a 1960.	26
Figura 4	Percentual de acidentes correspondentes a cada grupo analisado	32
Figura 5	Probabilidade diária de registros de acidentes do trabalho nos estados de Minas Gerais e São Paulo	34
Figura 6	Série temporal dos acidentes registrados nos estados de Minas Gerais e São Paulo de janeiro de 2015 a fevereiro de 2016.	36
Figura 7	Box-Plot dos acidentes registrados diariamente nos Estados de Minas Gerais e São Paulo de janeiro de 2015 a fevereiro de 2016: a) Box-Plot por dia da semana e b) Box-Plot mensal.	37
Figura 8	Correlograma dos registros diários de acidentes do trabalho nos estados de Minas Gerais e São Paulo	37
Figura 9	Série Temporal dos dados dos dados transformados.	38
Figura 10	Série Temporal com diferenciação dos dados no passo 1	39
Figura 11	Função de autocorrelação com diferenciação dos dados no passo 1	39
Figura 12	Série Temporal com diferenciação dos dados no passo 1 e diferenciação sazonal $s=7$	40
Figura 13	Função de autocorrelação para a diferenciação no passo 1 e diferenciação sazonal $s=7$	41
Figura 14	Função de autocorrelação parcial para a diferenciação no passo 1 a diferenciação sazonal $s=7$	41
Figura 15	Análise de resíduos do primeiro modelo proposto SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_7$	43
Figura 16	Função de autocorrelação dos resíduos do modelo SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_7$	43
Figura 17	Função de autocorrelação parcial dos resíduos do modelo SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_7$	44
Figura 18	Série Temporal com diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados	44
Figura 19	Autocorrelação da série com diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados	45
Figura 20	Autocorrelação da série com diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados	45
Figura 21	Análise de resíduos do primeiro modelo proposto SARIMA $(1,0,1)(0,1,1)_7$	47
Figura 22	Autocorrelação da série com diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados	47
Figura 23	Autocorrelação da série com diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados	48

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	4
RESUMO	5
ABSTRACT.....	6
LISTA DE ABREVIACÕES.....	7
LISTA DE tabelas	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
1. INTRODUÇÃO	12
2. Objetivos	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. História e Saúde do Trabalhador.....	15
3.2. Legislação Brasileira	15
3.3. Acidentes do Trabalho	16
3.4. Comunicação de Acidente do Trabalho – CAT	17
3.5. Classificação Brasileira de Ocupações.....	18
3.5.1. Grandes Grupos Ocupacionais	18
4. Metodologia: Análise de Séries Temporais.....	20
4.1. Análise no domínio do tempo	20
4.2. Metodologia de Box & Jenkins.....	21
4.3. Modelos Auto Regressivos de ordem p - AR(p)	23
4.4. Modelos Médias Móveis de ordem q – MA(q)	24
4.5. Modelo Auto-Regressivo Médias Móveis – ARMA(p,q).....	24
4.6. Modelo Auto-Regressivo Integrado de Médias Móveis – ARIMA (p,d,q)	24
4.7. Modelo SARIMA	25
4.8. Estacionariedade dos Modelos Box & Jenkins	27
4.9. Invertibilidade dos Modelos Box & Jenkins	27
4.10. Identificação de Modelos.....	28
4.10.1. Escolha do parâmetro d	28
4.10.2. Escolha dos parâmetros p e q	28
4.11. Estimação de parâmetros.....	29
4.11.1. Método dos Momentos	29
4.11.2. Método da máxima verossimilhança	29
4.11.3. Método dos mínimos quadrados	30
4.12. Validação do Modelo	30
4.12.1. Superajustamento	30
4.12.2. Teste de Box-Pierce	30

4.12.3. Critério de Informação de Akaike (AIC).....	31
4.12.4. Análise de resíduos.....	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1. Probabilidade de ocorrência de acidentes diária em cada grupo.....	32
5.2. Análise Temporal dos Registros de Acidentes do Trabalho	35
6. Considerações finais.....	50
Referências Bibliográficas	51
APÊNDICE A – PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTES EM CADA GRANDE GRUPO.....	53

1. INTRODUÇÃO

A humanidade vem se beneficiando com o desenvolvimento industrial, com o avanço das máquinas, dos métodos produtivos e, conseqüentemente, o número de perdas – tanto humanas, quanto potenciais – aumentaram, acarretando em um maior número de acidentes. Com o aumento significativo desses números, a população passou a se preocupar mais com os aspectos de Segurança e Meio Ambiente.

Alguns acidentes ganharam grande destaque na mídia, como em junho de 1974, na cidade de Flixborough, Inglaterra, onde operava uma planta de caprolactama. Ocorreu uma ruptura na tubulação e um grande vazamento de ciclohexano, seguido de uma explosão, matando 28 pessoas. Em julho de 1976, em Seveso, na Itália, uma ruptura no tanque de armazenamento de produto químico contaminou, aproximadamente, 1.800 hectares de terra. Em dezembro de 1984, em Bhopal, Índia, 40 toneladas de gases tóxicos vazaram na fábrica de pesticidas expondo mais de 500 mil pessoas, resultando em 2.500 mortes diretas. Em outubro de 1989, em Pasadena, Texas, uma enorme explosão destruiu parte de uma planta de polietileno, resultando em 23 vidas perdidas e 314 pessoas feridas, além de uma perda financeira estimada em 715 milhões de dólares (CROWL e LOUVAR, 1990; TOCCHETTO e MATOS, 2004).

O Brasil é a quarta nação do mundo em quantidades de registros de acidentes durante as atividades laborais, atrás apenas da China, da Índia e da Indonésia. Foram registrados, 2012 a 2016, 3,5 milhões de casos de acidentes do trabalho, com 13,3 mil mortes. Durante o período, a economia já sofreu um impacto de R\$ 22 bilhões devido aos afastamentos dos trabalhadores de suas funções. Se fossem incluídos os casos de acidentes em ocupações informais, esse número poderia chegar a R\$ 40 bilhões (SOUZA, 2017).

Em 2001, uma plataforma P-36 da Petrobrás, sofreu duas explosões num tanque de óleo e gás. Dos 175 indivíduos a bordo, 11 foram à óbito e, cinco dias depois, a P-36 naufragou, levando consigo cerca de 1500 toneladas de óleo, contaminando boa parte do oceano e da costa brasileira. No ano de 2014, a indústria química esteve entre um dos setores com mais registros de acidentes e óbitos, totalizando 35.487 acidentes e 72 óbitos (EQUIPE CONECT, 2017).

Em novembro de 2015, o Brasil registrou um dos maiores desastres mundiais dos últimos 100 anos envolvendo barragens, o rompimento da Barragem de Fundão, da Mineradora Samarco, provocando o vazamento de 62 milhões de metros cúbicos de lama, totalizando 19 mortos (entre funcionários da empresa e moradores), destruindo centenas de imóveis e deixando milhares de pessoas desabrigadas (BRANCO E PONSO, 2016).

Em função dos números e da gravidade dos acidentes, as perdas humanas não podem mais ser aceitas (PECE, 2012), sendo necessária a adoção de políticas e

metodologias adequadas para a diminuição dos registros. Para que este problema seja resolvido, é necessário conhecer algumas características dos acidentes para, assim, implementar medidas capazes de proteger os trabalhadores, além de atingir o público que merece maior atenção quanto os acidentes. Além de conhecer as características dos acidentes, se faz importante monitorar e prever os acidentes, possibilitando a criação de políticas para a redução dos números de acidentes e mortes nas organizações.

Este trabalho tem por finalidade discutir a ocorrência de acidentes do trabalho ocorridos em Minas Gerais e São Paulo. A discussão sobre o tema acidentes do trabalho faz-se necessária e relevante, visto que o mesmo pode levar a incapacidade laboral e danos que podem permanecer por toda a vida, inclusive pode levar a morte do trabalhador e de pessoas da comunidade.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho tem dois objetivos:

- 1) estabelecer um modelo estatístico para analisar a quantidade de acidentes do trabalho registrados nos estados de Minas Gerais e São Paulo, no período de primeiro de janeiro de 2015 a 28 de fevereiro de 2016, através dos Comunicados de Acidentes do Trabalho (CAT's);
- 2) identificar, a partir da probabilidade de ocorrência de acidentes, os grupos que estão mais vulneráveis aos acidentes e assim direcionar medidas preventivas ao grupo com maiores registros de ocorrência.

Para estabelecer o modelo estatístico será utilizada a metodologia de Box & Jenkins, utilizada para análise de Séries Temporais com abordagem paramétrica e para a análise da probabilidade de ocorrências de acidentes, a metodologia escolhida foi a probabilidade frequentista.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. História e Saúde do Trabalhador

A relação entre o trabalho, o processo saúde-doença e os acidentes do trabalho são referenciados desde os papiros antigos do Império da Babilônia e textos greco-romanos, inclusive, há uma menção no Novo Testamento de Lucas – o desabamento da Torre de Siloé – no qual faleceram 18 prováveis trabalhadores.

As grandes transformações no mundo do trabalho ocorreram no século XVIII e com elas vieram importantes contribuições para o campo de saúde e segurança do trabalho (SST) que começava a se formar. Bernardino Ramazzini, considerado o pai da medicina do trabalho, em sua publicação “De Morbis Artificum Diatriba” (“Doença dos Artífices”) descreveu as doenças relacionadas com 50 profissões da época (DUARTE, 2011).

Com a Revolução Industrial, ocorrida na Inglaterra, no século XVIII, iniciou-se uma preocupação fundamentada na reparação dos danos e saúde física dos trabalhadores devido aos numerosos acidentes graves, mutilantes e fatais, além dos elevados índices de adoecimentos decorrentes da falta de proteção das máquinas; falta de treinamento; ambientes ruidosos; más condições de trabalho ou a jornada de trabalho prolongada, onde nem mesmo crianças (a partir de 6 anos) e mulheres eram poupados. Os altos índices de adoecimento causaram grandes prejuízos econômicos na época. Neste contexto, e aliado as manifestações dos trabalhadores por mudanças, as indústrias começaram a contratar médicos com a responsabilidade de cuidar do trabalhador (DIAS e HOEFEL, 2005; MATTOS e MÁSCULO, 2011).

O Brasil, desde 1919, conta com uma lei de acidentes do trabalho, porém os primeiros passos do prevencionismo são datados nos primeiros anos de 1930, com a criação do Ministério do Trabalho (USP, 2014). Em 1966 foi promulgada a Lei 5.161, responsável por criar a entidade de maior importância e responsabilidade na área de SST, a Fundação Centro Nacional de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho – Fundacentro, atualmente denominada de Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança, Higiene e Medicina do Trabalho (LACERDA, 2000).

3.2. Legislação Brasileira

Com início em 1904, a legislação brasileira sobre acidentes do trabalho teve poucas repercussões para o trabalhador. Apenas na década seguinte foram abordadas as ocorrências no ambiente de trabalho e registro de iniciativas governamentais. Com o decreto

legislativo nº 3.724, de 15 de janeiro de 1919, os acidentes do trabalho foram definidos, tornando um marco na saúde do trabalhador e um marco em termos de conquistas da proteção legal, na ocorrência de traumatismos e doenças do trabalho (SÊCCO et al., 2004).

De 1930 a 1945, foi criado pelo estado o sistema de previdência social e assistência médica, estabelecendo a obrigatoriedade da notificação de acidentes do trabalho. Em 1967, a Lei nº 5.316/67 tornou obrigatório o seguro do acidente do trabalho atribuindo seu pagamento à Previdência Social, englobando o benefício a todos os trabalhadores (DUARTE, 2011).

Uma regulamentação governamental instituída pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, alterou o título 2, do capítulo 5, da consolidação das leis trabalhistas exigindo a obrigatoriedade de Serviços Especializados em Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) o que trouxe uma discussão mais acirrada sobre a atuação do profissional no ambiente de trabalho, visando a manutenção de condições seguras e à redução dos riscos existentes, criando assim, as Normas Regulamentadoras (NR's), com o propósito de instituir ações preventivas e dar garantia legal de segurança e saúde do trabalhador (BRASIL, 1977).

A partir da Constituição Federal de 1988, regulamentada pela Lei Orgânica da Saúde, foi incorporado ao Sistema Único de Saúde (SUS), o controle pelos dados referentes aos acidentes de trabalho e as formas de realizar a vigilância do trabalhador (BRASIL, 1976). Segundo Duarte (2011), estas ações são orientadas pela Política Nacional de Saúde do Trabalhador do Ministério do Trabalho que visa a redução dos acidentes e das doenças ocupacionais mediante a execução de ações de promoção, reabilitação e vigilância na área de saúde.

3.3. Acidentes do Trabalho

Segundo a Lei 6.367 de 10/10/1976, o acidente do trabalho é: “aquele que ocorrer pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, ou perda, ou redução, permanente ou temporária, da capacidade do trabalho”.

De acordo com Brasil (1976) e Cienfuegos (2001) as doenças inerentes ao ramo de atividade; aquelas originadas pela contaminação do trabalhador no exercício da profissão; ato de sabotagem ou terrorismo; ato de imprudência, de negligência ou de imperícia de terceiros; acidentes de trabalho mesmo que fora do local da empresa e em viagens a serviço da empresa, são alguns exemplos de situações que são consideradas como acidentes do trabalho.

A segurança do trabalho é uma obrigação no Brasil, sendo regida pelas NR's e visa a prevenção de acidentes através de medidas e ações aplicadas no ambiente e no trabalhador (ZOCCHIO, 1996). Sua obrigatoriedade é explicitada no artigo 1.1 da NR 1, que define:

As Normas Regulamentadoras – NR, relativas à segurança e medicina do trabalho são de observância obrigatória pelas empresas privadas, públicas e órgãos públicos de administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos Poderes Legislativo e Judiciário, que possuem empregados regidos pela Consolidação das Leis Trabalhistas – CLT. (Brasil, 2016).

A segurança do trabalho e as doenças adquiridas devido às condições inadequadas do ambiente afetam o desempenho geral das empresas; assim, estas condições precisam ser identificadas e gerenciadas sob o risco de interferir negativamente em sua competitividade (MEDEIROS apud MELLER, 2008).

3.4. Comunicação de Acidente do Trabalho – CAT

Segundo Duarte (2011), o acompanhamento do número de acidentes de trabalho é realizado, principalmente, através da análise de dados do Ministério da Previdência Social, do Instituto de Seguridade, secretarias municipais de saúde, tendo como base as informações obtidas a partir do preenchimento da Comunicação dos Acidentes do Trabalho (CAT).

A CAT é um documento emitido para reconhecer tanto um acidente de trabalho ou de trajeto bem como uma doença ocupacional, sendo o acidente de trabalho ou trajeto aquele ocorrido no exercício da atividade profissional a serviço da empresa ou no deslocamento, e que provoque lesão corporal ou perturbação funcional que cause a perda ou redução da capacidade do trabalho ou, em último caso, a morte. A doença ocupacional é aquela produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar de determinada atividade e constante na relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social (BRASIL, 2016).

Todo trabalhador inserido no Regime de Previdência Geral tem, por direito, a formalização do acidente por meio da CAT junto ao INSS até o primeiro dia útil após a ocorrência. Como consequência da não formalização, o INSS aplicará uma multa para o empregador (BRASIL, 1976).

A comunicação do acidente do trabalho deverá ser feita pela empresa ou, na falta desta, pelo próprio acidentado, seus dependentes, entidade sindical competente, o médico

assistente ou qualquer autoridade pública, sendo efetuado até o primeiro dia útil seguinte ao da ocorrência e, em caso de morte, imediatamente (USP, 2015).

Cabe ressaltar que pode ocorrer omissões na emissão da CAT pela empresa devido ao trabalhador sentir-se inseguro em avisar a ocorrência e pela falta de comunicação por parte do trabalhador de uma ocorrência de doença ocupacional por falta de exames periódicos que comprovem a existência da doença. Também pode ocorrer a omissão por parte da empresa quando não há o reconhecimento do acidente como uma condição proveniente do ambiente de trabalho ou da atividade exercida pelo trabalhador (TAKEDA et al., 2016).

Grande parcela dos acidentes não é comunicada oficialmente pelas empresas ao INSS, fato que vem dificultando a elaboração de políticas governamentais voltadas para a prevenção de acidentes e ações de vigilância (MATTOS e MÁSCULO; 2011).

3.5. Classificação Brasileira de Ocupações

Instituída em 9 de outubro de 2002 pela portaria ministerial nº 397, a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), tem por objetivo identificar as ocupações no mercado de trabalho brasileiro para fins de agrupamento junto aos registros administrativos e domiciliares (BRASIL, 2010). Constitui-se de um documento que reconhece, nomeia e codifica os títulos e descreve as características de ocupações do mercado de trabalho brasileiro.

A estrutura da CBO é o conjunto de códigos e títulos que é utilizado na função enumerativa, sendo um estrutura hierárquica-piramidal composta de:

- 10 grandes grupos;
- 48 subgrupos principais;
- 192 subgrupos;
- 607 grupos de base ou famílias ocupacionais, onde se agrupam 2.511 ocupações e cerca de 7.419 títulos sinônimos.

3.5.1. Grandes Grupos Ocupacionais

Segundo o livro: Classificação Brasileira de Ocupações: CBO (2010) os grandes grupos ocupacionais são divididos em 10 classificações, sendo elas:

- O primeiro grande grupo – G 0 – formado por profissionais das forças armadas, policiais e bombeiros militares;

- O G 1 composto por membros superiores do poder público, dirigentes de organizações de interesse público e de empresas e gerentes;
- O G 2 agrega os empregos que compõem as profissões científicas e de ensino superior;
- O G 3 agrega os empregos que compõem as profissões técnicas de nível médio;
- O G 4 formado por empregos dos serviços administrativos, exceto técnicos e o pessoal de nível superior. Trata-se de empregos cujos titulares tratam de informações (em papéis ou digitalizadas, numéricas ou em textos);
- O G 5 constituído dos trabalhadores dos serviços, vendedores do comércio em lojas e mercados, sendo empregos que produzem serviços pessoais e à coletividade, bem como aqueles que trabalham na intermediação de vendas de bens e serviços;
- O G 6 agrega os empregos do setor agropecuário, formado por trabalhadores agropecuários, florestais, da caça e da pesca.

Os grandes grupos 7, 8 e 9 são formados por trabalhadores que fabricam bens, operam máquinas, sejam elas estacionárias ou móveis.

- O G 7 constituído de trabalhadores de bens e serviços industriais, sendo agrupados os trabalhadores de sistemas de produção que tendem a ser discretos e que lidam mais com a forma do produto do que com seu conteúdo físico-químico;
- O G 8 agrupa os trabalhadores que atuam em sistemas de produção que tendem ou são contínuos (química, siderurgia, entre outros);
- E por fim, o G 9 constituído dos trabalhadores de manutenção e reparos.

4. METODOLOGIA: ANÁLISE DE SÉRIES TEMPORAIS

Segundo Morettin e Tolo (2006) uma série temporal é qualquer conjunto de observações ordenadas no tempo. As observações podem ser obtidas em tempo discreto, quando a amostragem de uma série temporal contínua é observada em intervalos de tempos iguais, por exemplo os valores diários de poluição na cidade de São Paulo e os valores mensais de Temperatura na cidade de Belo Horizonte – MG; as séries temporais também podem ser contínuas, por exemplo, o registro de marés no porto de Santos, sendo necessário amostrá-la e convertê-la em série discreta com N pontos.

Há, basicamente, dois enfoques usados na análise de séries temporais, sendo no primeiro, a análise realizada no domínio temporal e os modelos propostos são paramétricos. No segundo, a análise é realizada no domínio das frequências e os modelos propostos são não paramétricos (MONTGOMERY, et al., 2011).

A análise de séries temporais tem por objetivos:

- a) Investigar o mecanismo gerador da série temporal;
- b) Fazer previsões de valores futuros;
- c) Descrever comportamentos da série
- d) Procurar periodicidades relevantes nos dados.

Os modelos construídos devem ser simples e parcimoniosos e, sempre que possível, não apresentar dificuldades às pessoas interessadas em utilizá-los.

4.1. Análise no domínio do tempo

Segundo Franco (s.d.), a análise no domínio do tempo mede a magnitude do evento que ocorre em determinado instante do tempo, utilizando as funções de autocovariância e de autocorrelações.

A autocovariância é a covariância entre Z_t e seu valor Z_{t+k} separado em k intervalos de tempo.

$$\gamma_k = Cov[Z_t, Z_{t-k}] = E((Z_t - \mu)(Z_{t-k} - \mu))$$

Sendo uma função par, ou seja, para todo inteiro k, $\gamma_k = \gamma_{-k}$.

A autocorrelação consiste na autocovariância padronizada e tem como finalidade medir o comprimento e a memória de um processo, ou seja, avalia a extensão para qual o valor tomado no tempo t depende daquele tomado no tempo $t-k$.

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{Cov[Z_t, Z_{t-k}]}{\sqrt{Var(Z_t)Var(Z_{t-k})}}$$

4.2. Metodologia de Box & Jenkins

De acordo com Morettin e Toloi (2006), uma metodologia muito utilizada na análise de modelos paramétricos é conhecida como abordagem de Box e Jenkins, que consiste em ajustar modelos auto-regressivos integrados de médias móveis, ARIMA (p,d,q).

A metodologia Box & Jenkins, introduzida por esses autores em 1970, é aplicada aos processos estocásticos que sejam estacionários. Sendo um processo estacionário classificado em:

- a) Estritamente estacionário: quando $Z = \{Z(t), t \in T\}$ possuem distribuições invariantes no tempo.
- b) Um processo estocástico $Z = \{Z(t), t \in T\}$ é dito estacionário de segunda ordem quando a variável aleatória Z se desenvolve no tempo ao redor de uma média (μ) e variância (σ) constantes e as autocovariâncias das variáveis aleatórias Z_t e Z_{t+k} não são dependentes do tempo, e sim, apenas da distância k no tempo que separa as observações.

$$\begin{aligned} E[Z_t] &= E[Z_{t+k}] = \mu \\ Var[Z_t] &= E[(Z_t - \mu)^2] = \sigma^2 \\ Cov[Z_t, Z_{t+k}] &= E[(Z_t - \mu)(Z_{t+k} - \mu)] \end{aligned}$$

Na Figura 1 – a é possível perceber o comportamento estacionário de uma série de dados e a Figura 1-b representa uma série não estacionário, graficamente é possível perceber que as observações não se desenvolvem ao redor de uma média constante.

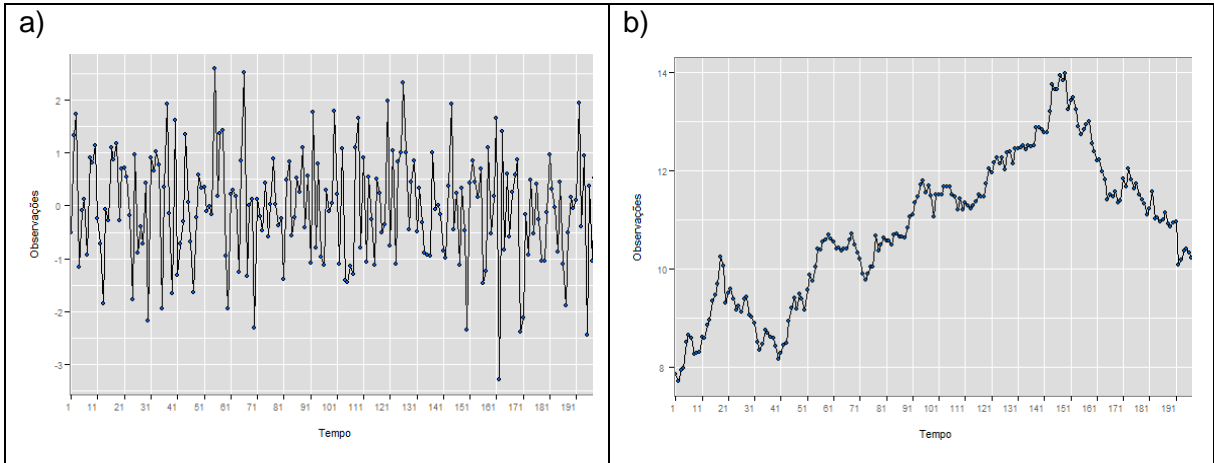


Figura 1 – Exemplos de séries temporais: a) série estacionária e b) série não estacionária.
 Fonte: Portal Action, 2017

Para a construção do modelo de previsão, Box e Jenkins (1976) sugerem uma metodologia composta de quatro etapas iterativas (Figura 2), sendo:

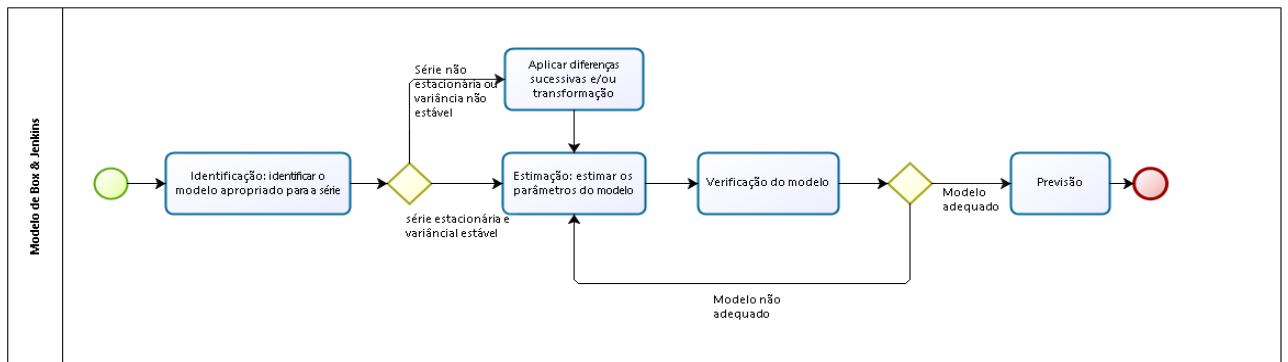


Figura 2: Etapas iterativas para a construção do modelo de previsão segundo a metodologia de Box e Jenkins.
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017.

1 - Identificação: a primeira etapa consiste em verificar se a série é estacionária em média e variância. Caso a isso não aconteça, diferenças sucessivas na série podem torná-la estacionária em média e transformações podem ser realizadas para estabilizar a variância bem como tornar o efeito sazonal aditivo.

Em seguida, com a série já estacionária, identifica-se um modelo apropriado para a série com base na análise da função de autocorrelação e função de autocorrelação parcial.

Sendo a função de autocorrelação (FAC) a autocovariância padronizada, como descrito no item 4.1 e, segundo Bueno (2011), a função de autocorrelação parcial (FACP) consiste em uma ideia estendida da autocorrelação entre duas observações, Z_t e Z_{t+k} , onde é eliminada a dependência dos termos intermediários, $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$.

Uma forma de apresentar a FAC e FACP graficamente é através de correlograma, sendo um gráfico da autocorrelação ou autocorrelação parcial contra a defasagem k.

2 – **Estimação**: estima-se os parâmetros do modelo identificado;

3 – **Verificação do modelo**: consiste na checagem da adequação do modelo através da análise de resíduos a fim de identificar seu comportamento, ou seja, análise sobre os resíduos se assemelham a um ruído branco, com média próxima de zero, variância constante e sem correlação temporal.

4 – **Previsão**: o modelo final é utilizado para prever futuros valores da série.

O processo é repetido diversas vezes até que o modelo satisfatório seja encontrado.

4.3. Modelos Auto Regressivos de ordem p - AR(p)

Nos modelos auto-regressivos a série de dados Z_t é descrita por seus valores passados $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-p}$ e pelo ruído branco (a_t), sendo este último, resíduos independentes, assim o nome se deve ao fato de que Z_t no instante t é função dos Z's nos instantes anteriores a t (MORETTIN e TOLOI, 2006).

Através da definição, tem-se, como estrutura do modelo:

$$Z_t = \delta_z + \left(\sum_{i=1}^p \phi_i Z_{t-i} \right) + a_t$$

onde:

δ_z uma constante que depende de μ_z ;

ϕ_i são parâmetros do modelo, $i=1, \dots, p$ (ordem da estrutura);

a_t é uma série ruído branco, ou seja, tal que $E[a_t] = 0$, $\sigma_t^2 = \sigma_a^2$ para todo t e a_t são independentes.

4.4. Modelos Médias Móveis de ordem q – MA(q)

Os modelos de médias móveis são formados pela combinação linear do ruído branco (a_t) ocorridos no período corrente e nos períodos passados, ou seja, Z_t é uma função soma algébrica ponderada dos a_t que se movem no tempo (MORETTIN e TOLOI, 2006).

A estrutura do modelo de médias móveis é expressa por:

$$Z_t = \mu_t + \left(\sum_{i=1}^q \theta_i a_{t-i} \right) + a_t$$

sendo:

μ_t a média da série Z;

θ_i os parâmetros do modelo da estrutura, $i=1, \dots, q$;

a_t é uma série ruído branco.

4.5. Modelo Auto-Regressivo Médias Móveis – ARMA(p,q)

O modelo consiste na combinação dos modelos Auto Regressivos (AR) e de Médias Móveis (MA), sendo descrito pela combinação dos valores passados e pelos ruídos branco corrente e passados (MORETTIN e TOLOI, 2006).

A estrutura geral ARMA (p,q) é expressa por:

$$Z_t = \delta_z + \left(\sum_{i=1}^p \phi_i Z_{t-i} \right) - \left(\sum_{i=1}^q \theta_i a_{t-i} \right) + a_t$$

onde:

ϕ_i os parâmetros do modelo auto-regressiva, $i=1, \dots, p$;

θ_i são os parâmetros da estrutura médias móveis, $i = 1, \dots, q$;

a_t é a série ruído branco.

4.6. Modelo Auto-Regressivo Integrado de Médias Móveis – ARIMA (p,d,q)

Segundo Morettin e Toloi (2006), o modelo ARIMA (p,d,q) é uma generalização do modelo ARMA (p,q) para os casos em que a série não é estacionária em relação à média e que, portanto, pode ser transformada em estacionária através de diferenciações. O número necessário de diferenciações é denominado ordem de integração (d).

A estrutura geral do modelo ARIMA (p,d,q) é expressa por:

$$\phi(B)\nabla^d Z_t = \theta(B)a_t$$

onde:

B representa o operador de retardo ou de translação para o passado, representando uma defasagem de k períodos de tempo para trás, denotado por $B^k Z_t = Z_{t-k}$.

$\phi(B)$ representa o operador auto-regressivo de ordem p ;

$\theta(B)$ representa o operador médias móveis de ordem q ;

a_t série ruído branco;

d representa o número de diferenças;

$\nabla^d = 1 - B$ representa o operador diferença.

4.7. Modelo SARIMA

Um dos modelos mais utilizados, que consideram a sazonalidade da série temporal, é o modelo chamado ARIMA sazonal ou SARIMA (MORETTIN e TOLOI, 2006). Este modelo é importante pois leva em consideração a sazonalidade estocástica – padrões repetitivos que aparecem regularmente em determinados períodos de tempo - dos dados. Como, por exemplo, as indústrias em que vendas e produção seguem uma sazonalidade forte em determinados períodos do ano (WALTER et al., 2013).

Outro exemplo de série temporal que apresenta sazonalidade é a quantidade mensal de passageiros de uma empresa de transporte aéreo no período de 1949 a 1960. Analisando os dados graficamente (Figura 3) é possível perceber uma sazonalidade anual na quantidade de passageiros.

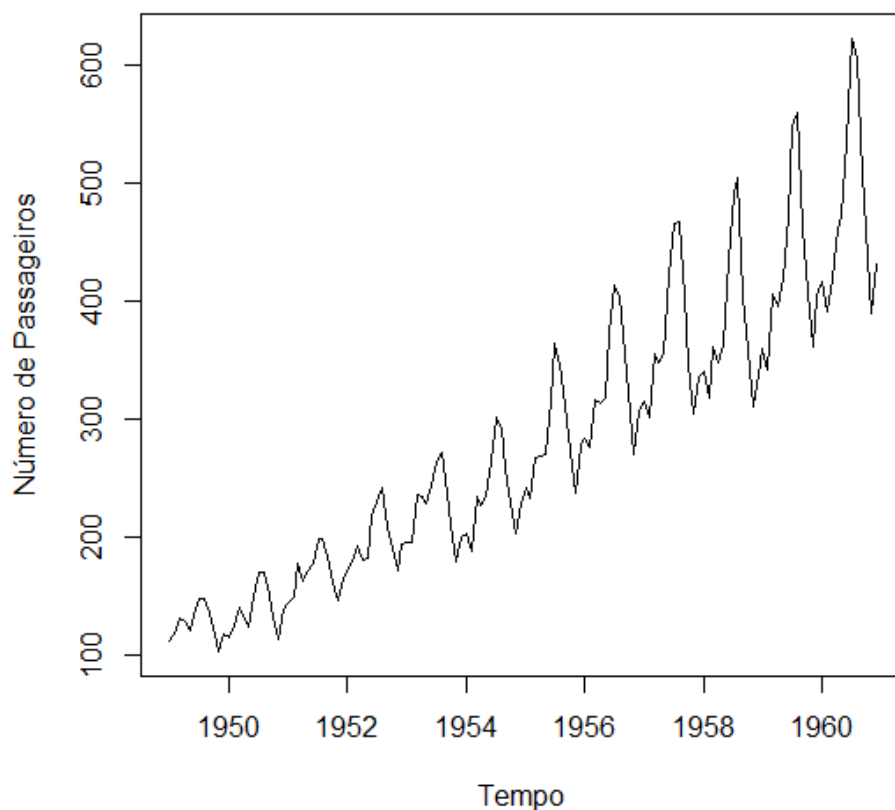


Figura 1 – Número de passageiros mensais em uma empresa de transporte aéreo de 1949 a 1960.

Fonte: Portal Action, 2017

De acordo com Morettin e Toloí (2006), o modelo denominado SARIMA de ordem $(p,q,d) \times (P,Q,D)_s$, é dado por:

$$\phi(B)\Phi(B^s)\Delta^d\Delta_s^D Z_t = \theta(B)\Theta(B^s)a_t$$

Onde:

B representa o operador de retardo ou de translação para o passado, representando uma defasagem de k períodos de tempo para trás, denotado por $B^k Z_t = Z_{t-k}$;

s representa a sazonalidade aplicada;

d o número de diferenças não sazonais;

D o número de diferenças sazonais;

$\phi(B)$ é o operador Auto-regressivo (AR) de ordem p ;

$\theta(B)$ é o operador de médias móveis (MA) de ordem q ;

$\Phi(B)$ é o AR-sazonal de ordem P ;

$\Theta(B)$ é o operador MA-sazonal de ordem Q ;

Δ^d é o operador de diferença;

Δ_s^D é o operador de diferença sazonal;

a_t é um ruído branco.

4.8. Estacionariedade dos Modelos Box & Jenkins

Definindo:

$$\psi(B) = \frac{\theta(B)}{\phi(B)}$$

onde:

B representa o operador retardo;

$\phi(B)$ é o operador Auto-regressivo (AR) de ordem p ;

$\theta(B)$ é o operador de médias móveis (MA) de ordem q ;

Um processo estocástico $Z_t = \psi(B)a_t$ será estacionário se a série

$$\psi(B) = \sum_{k=0}^{\infty} \psi_k B^k$$

converge para $|B| < 1$.

De acordo com Bueno (2011), para o modelo MA(q) não há restrições sobre os parâmetros do modelo para que o processo seja estacionário para o modelo ARMA (p, q) o processo será estacionário se as raízes características $\Phi(B) = 0$ excede a unidade em valor absoluto, ou seja, fora do círculo unitário.

4.9. Invertibilidade dos Modelos Box & Jenkins

Considerando o modelo ARMA na forma inversa:

$$a_t = \phi(B)\theta^{-1}(B)Z_t = \pi(B)Z_t$$

O processo estocástico será invertível se a série:

$$\pi(B) = \sum_{j=0}^{\infty} \pi_j B^j$$

converge para $|B| < 1$.

Para modelos AR(p) não há restrições nos parâmetros do modelo para assegurar a invertibilidade. Para o modelo ARMA (p,q) o processo será invertível se as raízes características $\theta(B) = 0$ excede a unidade em valor absoluto, ou seja, fora do círculo unitário (BUENO, 2011),

4.10. Identificação de Modelos

Segundo Morettin e Tolo (2006), a identificação dos modelos é realizada principalmente com base nas autocorrelações e autocorrelações parciais.

4.10.1. Escolha do parâmetro d

Para séries não estacionárias, as autocorrelações apresentam valores absolutos altos para todos os passos. Assim, diferenciações sucessivas à série são aplicadas e os cálculos de autocorrelação indicam quando a série com característica estacionária for obtida.

4.10.2. Escolha dos parâmetros p e q

Uma vez identificado o número de diferenciações necessárias, a identificação dos parâmetros auto regressivos (p) e de médias móveis (q) é realizado através da comparação dos estimadores das autocorrelações (FAC) e das autocorrelações parciais (FACP) com as correspondentes funções teóricas (Tabela 1) (FRANCO, s.d.).

Tabela 1: Comportamento teórico da FAC e FACP para alguns modelos.

Modelo	FAC	FACP
MA(1)	1 pico no Lags 1	Decrescimento exponencial
AR(1)	Decrescimento exponencial	1 pico no lag 1
MA(2)	1 pico no lag 1 e um pico no lag 2	Mistura de exponenciais ou ondas senoidais amortecidas.
AR(2)	Mistura de exponenciais ou ondas senoidais amortecidas.	1 pico no lag 1 e um pico no lag 2
ARMA(1,1)	Decrescimento exponencial	Decrescimento exponencial

Fonte: FRANCO, s.d.

4.11. Estimação de parâmetros

4.11.1. Método dos Momentos

O método consiste em substituir nas equações que relacionam as autocorrelações (ou autocovariâncias) e os parâmetros do modelo, os momentos teóricos pelos correspondentes momentos amostrais e resolver as equações resultantes, obtendo estimativas dos parâmetros desconhecidos. O método dos momentos não é satisfatório para os modelos com termos médias móveis (BEZERRA, 2006; MORETTIN e TOLLOI, 2006).

Os estimadores obtidos são muito utilizados como estimadores iniciais em procedimentos iterativos de estimação não linear.

4.11.2. Método da máxima verossimilhança

Dado um conjunto de observações Z_1, Z_2, \dots, Z_n , a função de verossimilhança L é definida como a função densidade de probabilidade (f.d.p.) conjunta dos dados observados, em função dos parâmetros do modelo. Os estimadores de máxima verossimilhança são definidos como aqueles valores dos parâmetros, com relação aos dados observados, que são os mais prováveis e maximizam a função de verossimilhança (BEZERRA, 2006).

4.11.3. Método dos mínimos quadrados

O método de estimação por mínimos quadrados consiste em minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre os valores observados de uma amostra e seus respectivos valores esperados (BEZERRA, 2006).

4.12. Validação do Modelo

Após identificar a ordem e estimar os parâmetros do modelo, é necessário verificar se ele representa, ou não, adequadamente, o comportamento da série.

4.12.1. Superajustamento

A técnica que pode ser utilizada quando existem suspeitas que um modelo mais elaborado é necessário. Um modelo com parâmetros extras é estimado sendo analisada a significância dos novos parâmetros e se a inclusão dos novos parâmetros diminui a variância residual. É um método muito útil quando se sabe, a priori, em qual direção pode estar ocorrendo a inadequação do modelo (MORETTIN e TOLOI, 2006).

4.12.2. Teste de Box-Pierce

Segundo Morettin e Toloí (2016), Box e Pierce sugeriram um teste para autocorrelações dos resíduos estimados e que assume que o modelo fixado é correto. Embora não detecte quebras específicas no comportamento de ruído branco, pode indicar se esses valores são altos. Uma variação do teste foi sugerida por Ljung-Box.

Se o modelo for apropriado, a estatística

$$Q(K) = n(n+2) \sum_{j=1}^K \frac{\hat{r}_j^2}{(n-j)}$$

tem, aproximadamente, uma distribuição Qui-Quadrado com $K-p-q$ graus de liberdade e $K=K(n) \rightarrow \infty$, quando $n \rightarrow \infty$.

A hipótese de ruído branco é rejeitada para valores grandes de Q .

4.12.3. Critério de Informação de Akaike (AIC)

Consiste em um procedimento que implica em selecionar o modelo que minimize certo valor de um critério de informação, que combinará tanto o ajustamento obtido quanto o número de parâmetros (BUENO, 2011).

O critério de informação de Akaike é uma função de informação muito conhecida e utilizada para verificar a adequação de um modelo. A estatística é dada por:

$$AIC = T \ln \sigma_a^2 + 2p$$

onde:

p número de parâmetros do modelo;

T número de observações da série;

σ_a^2 variância dos resíduos

Como AIC tende a superestimar o número de parâmetros do modelo, pode se calcular o AIC corrigido.

$$AIC_{\text{corrigido}} = T \ln \sigma_a^2 + T \frac{1 + p/T}{1 - (p + 2)/T}$$

Como critério de seleção, o melhor modelo é aquele que apresenta menor valor de AIC.

4.12.4. Análise de resíduos

Segundo EHLERS (2009), se o modelo estimado possuir um bom ajuste, espera-se que os resíduos satisfaçam a condição de independência dos dados e as condições $a_t \sim N(0, \sigma_a^2)$, ou seja, se distribuam aleatoriamente em torno de zero com variância aproximadamente constante.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Probabilidade de ocorrência de acidentes diária em cada grupo

Uma medida importante para a priorização de atuação é através da identificação dos grupos que apresentam maiores probabilidades de acidentes com o objetivo de promover medidas direcionadas para aqueles mais críticos.

Os registros de acidentes diários foram estratificados em 10 grandes grupos de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações. No período analisado, foram registrados 18540 acidentes, sendo que deste total, 40,22% são acidentes ocorridos no G7 (Figura 4), 21,84% no G5, 9,95% no G4. Os demais grupos representam 27,99% dos acidentes ocorridos no período.

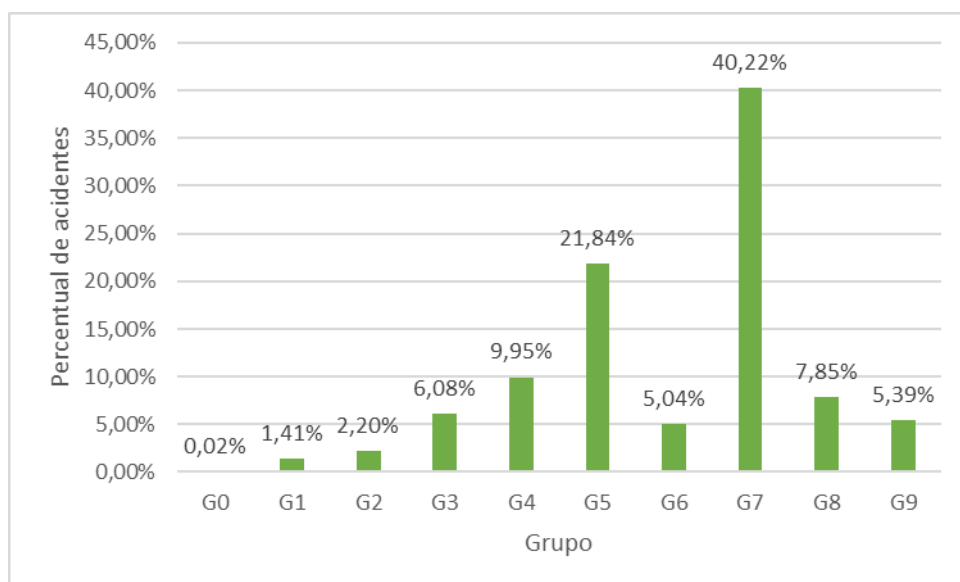


Figura 4 – Percentual de acidentes correspondentes a cada grupo analisado.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Todos os grupos apresentaram dias sem registros de acidentes (Tabela 2). O G0 apresentou menor média, 0,00939 acidente e desvio padrão de 0,09656 acidente e, durante todo o período analisado, o maior registro diário de acidentes para o grupo foi de 1 acidente. O G7 apresentou maior média diária de acidentes, 17,453 acidentes e desvio padrão de 13,965 acidentes; sendo o grupo que registrou a maior quantidade diária de acidentes, 71 acidentes.

O grupo G7 apresentou maior moda, 4 acidentes registrados em um dia; seguido do grupo G5 com moda igual a 5 acidentes. O G6 e o G8 apresentaram uma moda de 1 acidente e os demais grupos apresentam moda igual a 0 acidentes diários.

Tabela 2 – Ranking da probabilidade diária de ocorrência de acidentes, sendo o primeiro, o grupo com maior probabilidade de registros diários de maior volume de acidentes.

Grupo	Média	DesvPad	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo	Moda	Total
G0	0,00939	0,09656	0	0	0	0	1	0	4
G1	0,6127	0,9294	0	0	0	1	5	0	261
G2	0,9507	1,1960	0	0	1	1	6	0	407
G3	2,641	2,504	0	1	2	4	12	0	1128
G4	4,322	3,888	0	1	3	7	22	0	1845
G5	9,474	6,801	0	4	8	14	36	3	4049
G6	2,1878	1,8705	0	1	2	3	9	1	934
G7	17,453	13,965	0	5	16	25	71	4	7457
G8	3,413	2,930	0	1	3	5	17	1	1456
G9	2,331	2,259	0	1	2	4	15	0	999

Inicialmente, tentou-se modelar os dados das CAT's a distribuição de Poisson por serem dados de contagem em intervalos iguais de tempo, entretanto os dados não foram aderentes ao modelo teórico.

Para probabilidade de ocorrência de acidentes registrados em cada grupo optou-se pelo cálculo da probabilidade frequentista, sendo:

$P_{n,1}$: probabilidade de ocorrência de n acidentes no grupo 1;

...

$P_{n,9}$: probabilidade de ocorrência de n acidentes no grupo 9;

Definindo a probabilidade como:

$$P_{i,j} = \frac{\text{quantidade de } i \text{ acidentes no grupo } j}{\text{número total de acidentes no grupo } j}$$

Para exemplificar, temos o cálculo de $P_{1,1}$, tem-se:

$$P_{1,1} = \frac{\text{quantidade de registros de 1 acidentes no grupo 1}}{\text{total de acidentes no grupo 1}}$$

A probabilidade diária de acidentes dos 10 grupos foi calculada (Anexo 1) e, conforme indicado na Figura 10, o G 7 apresentou uma maior quantidade de registros diários de acidentes e o grupo G0 apresentou uma menor ocorrência na quantidade de registros diários.

O gráfico da probabilidade de cada grupo foi plotado (Figura 5), sendo o *eixo x* representando a quantidade de acidentes e o *eixo y*, a probabilidade de ocorrência. Os grupos com maior probabilidade diária de registro de acidentes apresentam um maior deslocamento à direita.

Através da análise, os grupos foram ordenados da maior probabilidade de registrar um grande número de acidentes diários para aquele com probabilidade maior de registrar um pequeno número de acidentes (Tabela 3).

O grupo G7 – formado pelos profissionais que atuam nas indústrias de processos discretos apresentou uma maior probabilidade diária de registrar um maior número de acidentes. O grupo apresenta uma probabilidade de 0,0868 de registrar 37 ou mais acidentes em um dia, enquanto para os demais grupos a probabilidade é 0,0.

O grupo G0 – formado pelos profissionais das forças armadas, policiais e bombeiros militares, apresentou uma probabilidade de registro de 0 acidentes igual a 0,9906 e, para 1 registro, igual a 0,0094.

Fixando a quantidade de registros de acidentes diária de 10 ou mais acidentes, os grupos G0, G1, G2 e G6 apresentaram uma probabilidade de registro de 0; o G3, 0,0211; G4 e G10, 0,56; G5, 0,4436; G7, 0,64; G8, 0,0375; e, por fim, o grupo G9, com uma probabilidade de 0,93.

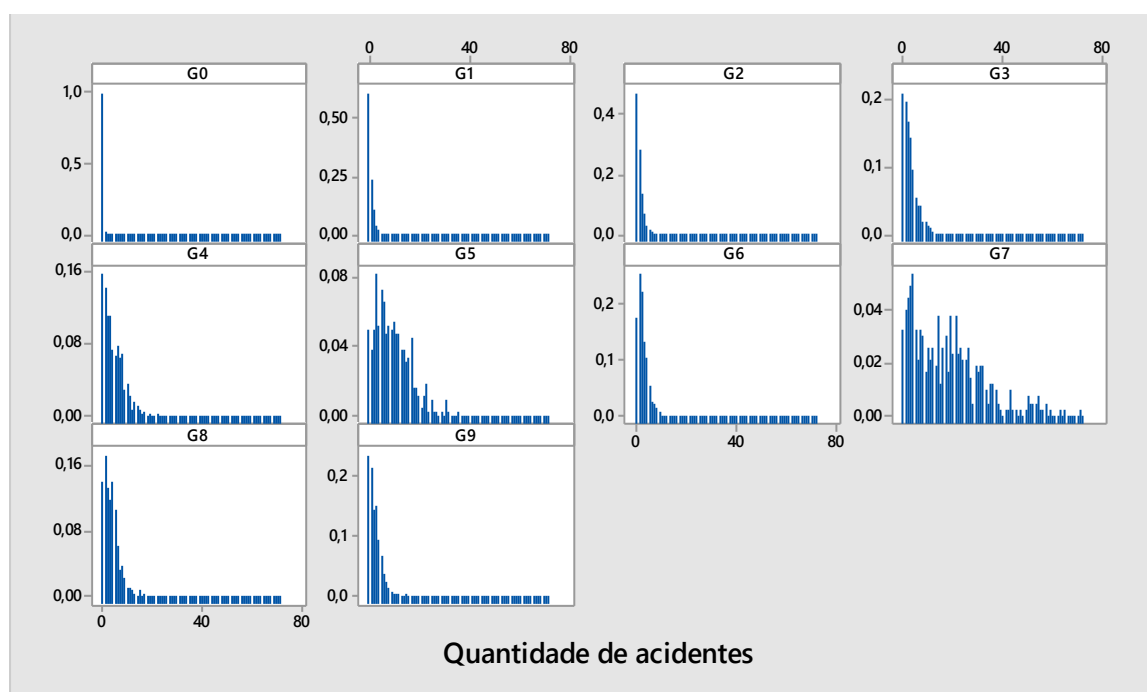


Figura 4 – Probabilidade diária de registros de acidentes do trabalho nos estados de Minas Gerais e São Paulo
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Tabela 3 – Ranking da probabilidade diária de ocorrência de acidentes, sendo o primeiro, o grupo com maior probabilidade de registros diários de maior volume de acidentes

Grupo	Descrição	Ordem
G0	Profissionais das forças armadas, policiais e bombeiros	10 ^o
G1	Membros superiores do poder público, dirigentes e gerentes	9 ^o
G2	Profissionais científicas e de ensino superior	8 ^o
G3	Profissionais técnicas de nível médio	6 ^o
G4	Profissionais de serviços administrativos	3 ^o
G5	Profissionais de serviços, vendedores de comércio	2 ^o
G6	Profissionais do setor agropecuário, florestal, caça e pesca	7 ^o
G7	Profissionais de indústrias de bens discretos	1 ^o
G8	Profissionais de indústria de bens contínuos	4 ^o
G9	Profissionais de manutenção e reparos	5 ^o

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

5.2. Análise Temporal dos Registros de Acidentes do Trabalho

O estudo foi desenvolvido com base nas informações obtidas das CAT's registradas na Previdência Social, no período de janeiro de 2015 a fevereiro de 2016 nos estados de São Paulo e Minas Gerais, sendo utilizados todos os registros realizados no período, totalizando 18.540 acidentes registrados. Os registros foram agrupados de acordo com o dia de ocorrência, totalizando 455 dias.

Todo o tratamento estatístico dos dados será realizado no *software* Minitab. Para a análise da série foi utilizada a metodologia de Box & Jenkins, devido à presença autocorrelação dos dados. Para a estimação dos modelos, o método dos mínimos quadrados foi o escolhido.

Para a análise de séries temporais, optou-se por analisar os grupos mais representativos (G7, G5 e G4), conseguindo direcionar maiores esforços em campanhas e, assim, buscando maior efetividade na redução dos acidentes. Para a observação diária dos acidentes dos grupos, calculou-se a média diária de acidentes dos três grupos e o valor encontrado foi utilizado para as análises.

Os gráficos temporais dos acidentes serão apresentados a seguir com o intuito de identificar os períodos de maior número de registros e tentar relacionar o período do acidente com a prevalência.

. Em seguida, foram dispostos, graficamente, de forma temporal (Figura 6), onde é possível perceber uma redução nos registros de acidentes durante o ano, supostamente pelas estratégias nacionais de redução de acidentes lançadas em março de 2015 que previa uma intensificação das ações fiscais, um pacto nacional para a Redução dos Acidentes e

Doenças do Trabalho no Brasil e pela ampliação das análises de acidentes do trabalho realizadas pelos auditores fiscais, melhorando a qualidade das informações e da divulgação.

No mês de dezembro, em especial, nas últimas semanas, não foram registrados acidentes, período no qual muitas empresas entram em recesso devido as festas de final de ano.

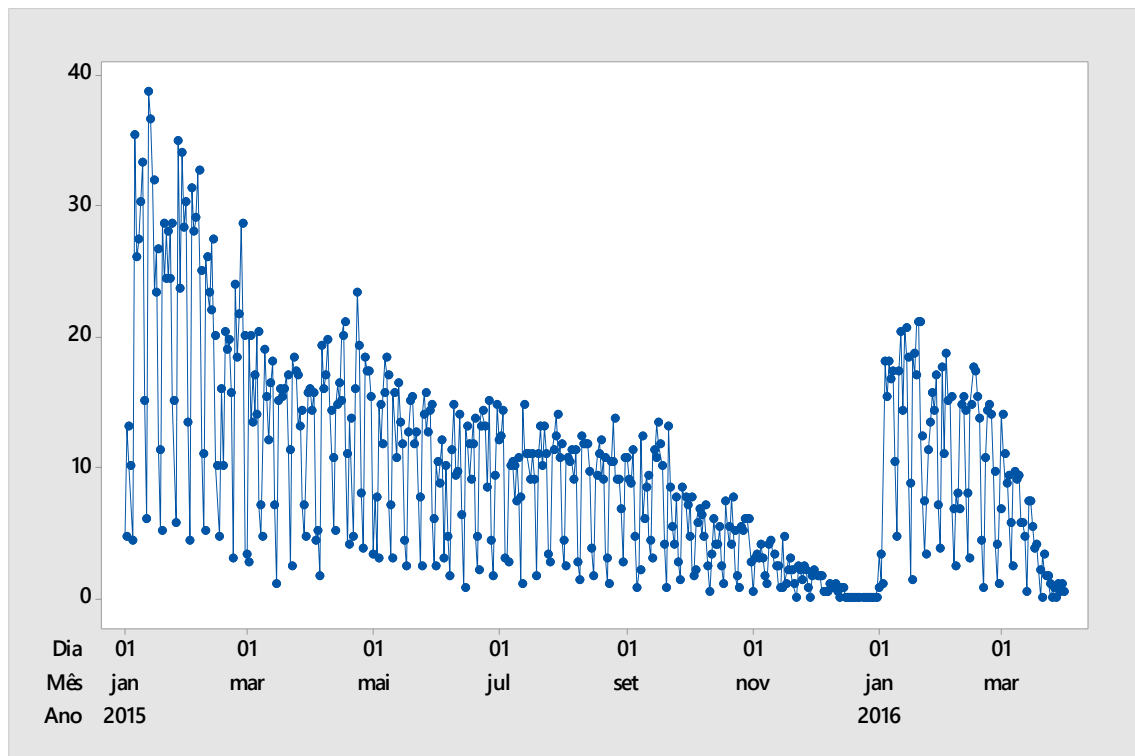


Figura 6 – Série temporal dos acidentes registrados nos estados de Minas Gerais e São Paulo de janeiro de 2015 a fevereiro de 2016.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017.

A série dos acidentes apresenta uma tendência de decaimento e uma sazonalidade semanal que pode ser observada através da análise sequencial ao longo de todo o período analisado (Figura 6) e conforme apresentado no box-plot (Figura 7). É possível perceber, também, uma redução na variação dos registros de acidentes, além da redução da média no período analisado.

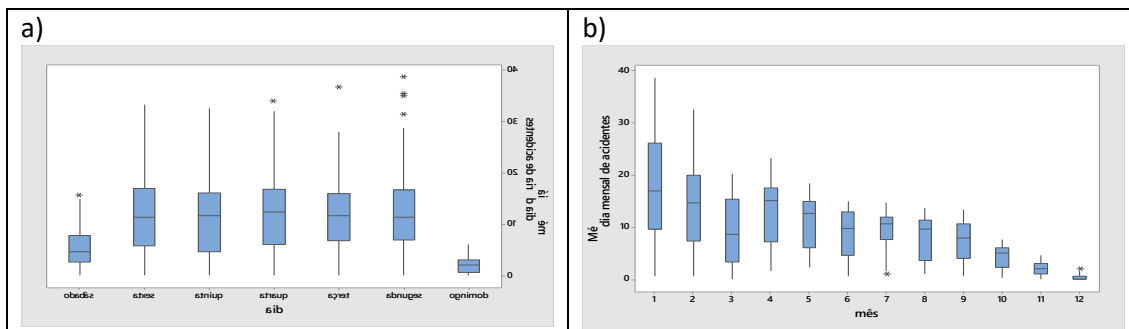


Figura 7 - Box-Plot dos acidentes registrados diariamente nos Estados de Minas Gerais e São Paulo de janeiro de 2015 a fevereiro de 2016: a) Box-Plot por dia da semana e b) Box-Plot mensal, Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Os dias correspondentes aos sábados e domingos apresentam um menor registro de acidentes, como esperado, devido ao menor número de profissionais atuando nos dias. Os registros de segunda-feira a sexta-feira apresentam variação e médias similares entre si.

Analisando o correlograma da série (Figura 8), é possível perceber uma autocorrelação temporal dos dados e uma não estacionariedade em variância e em média.

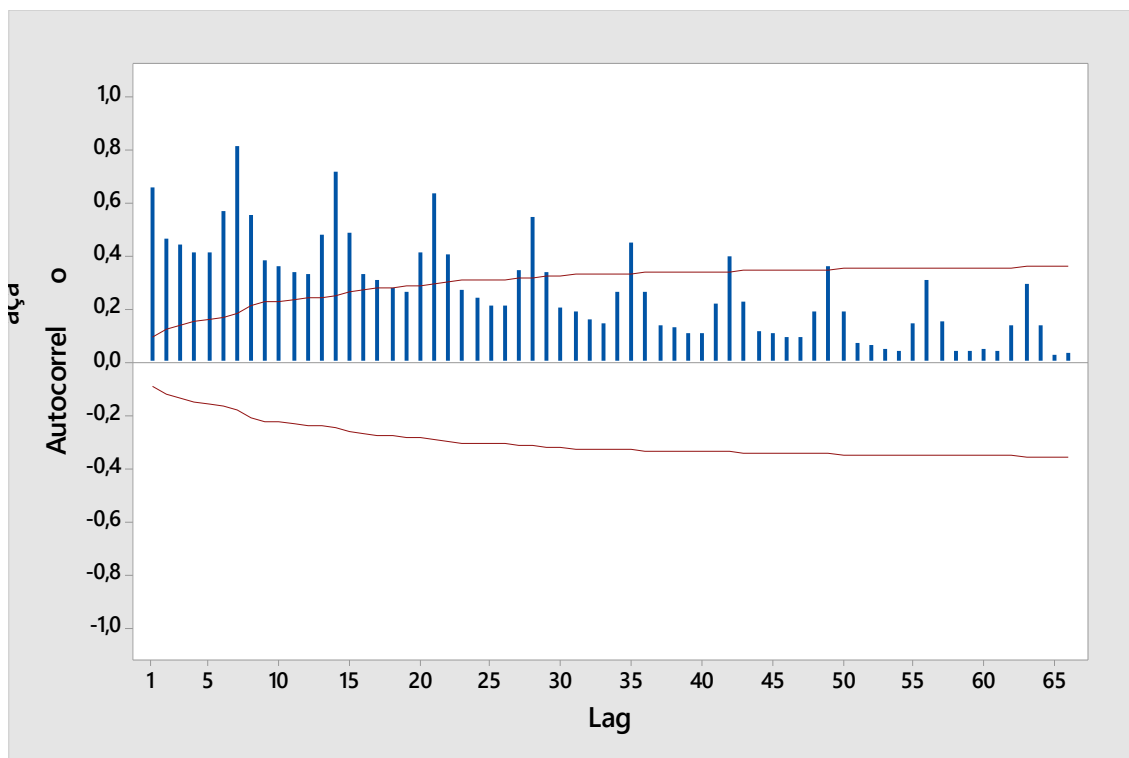


Figura 8 – Correlograma dos registros diários de acidentes do trabalho nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Buscando melhorar estabilidade da variância, foi necessário a utilização da transformação de Box-Cox. Inicialmente foi adicionada uma constante igual a 1 à base de dados, devido aos dias com média de 0 registros de acidentes e, aplicando a transformação com lambda igual 0,2, os dados transformados obtiveram uma melhor estabilidade da variância (Figura 9).

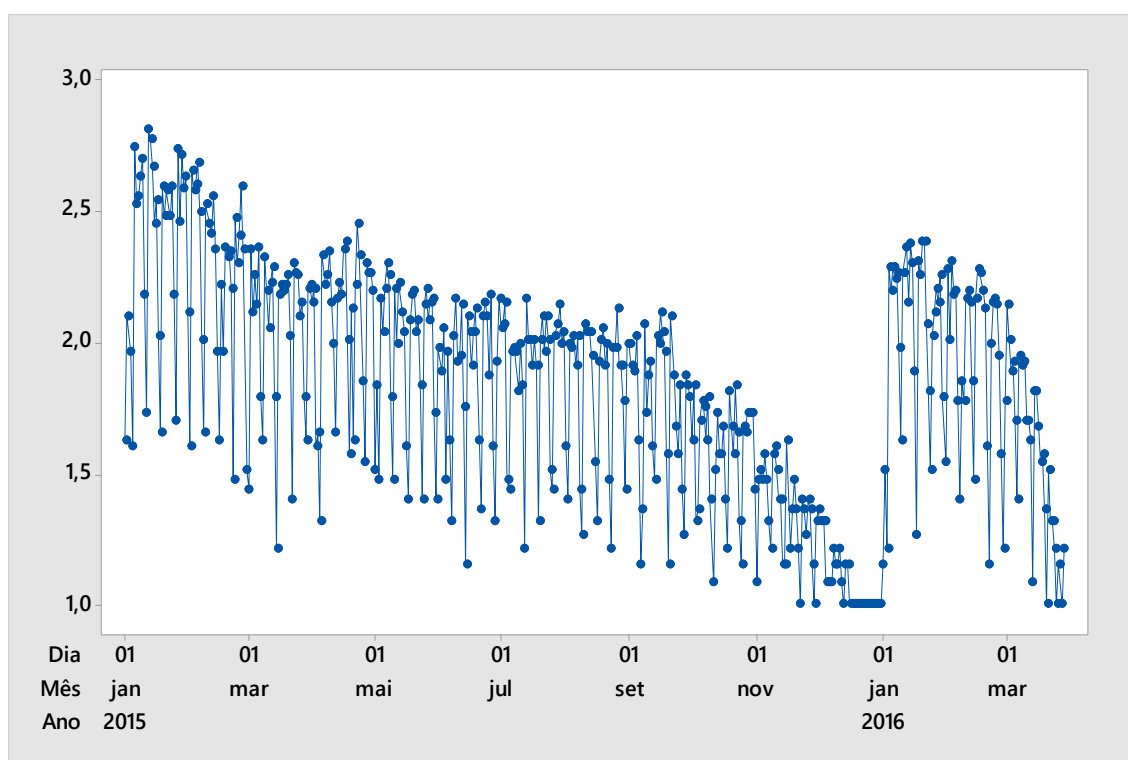


Figura 8 – Série Temporal dos dados dos dados transformados.
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Conforme o gráfico anterior, os dados não apresentam estacionariedade em média, sendo necessário aplicar diferenciações a fim de tornar a série estacionária. Foi aplicada uma diferenciação no passo 1. Analisando o gráfico temporal dos dados diferenciados (Figura 10), percebe-se com altos valores se repetindo constantemente. Analisando o correlograma da série diferenciada (Figura 11), é possível perceber picos com valores altos a cada sete passos, causados pela sazonalidade semanal dos dados.

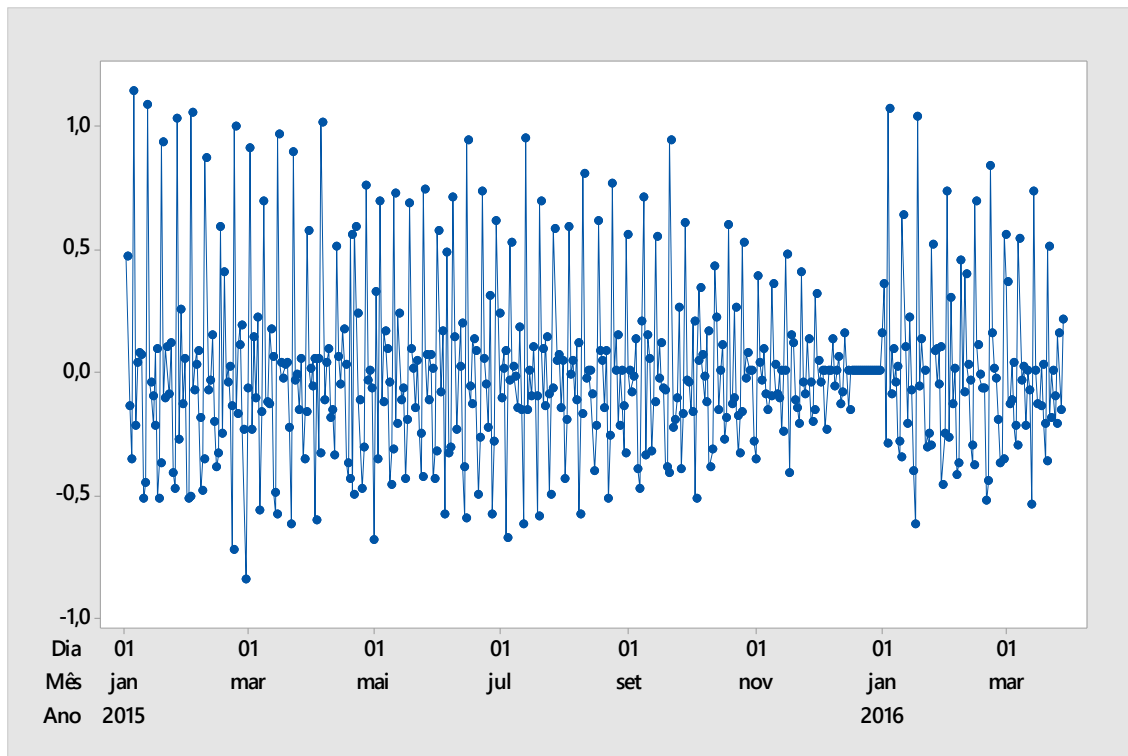


Figura 10 – Série Temporal com diferenciação dos dados no passo 1.
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

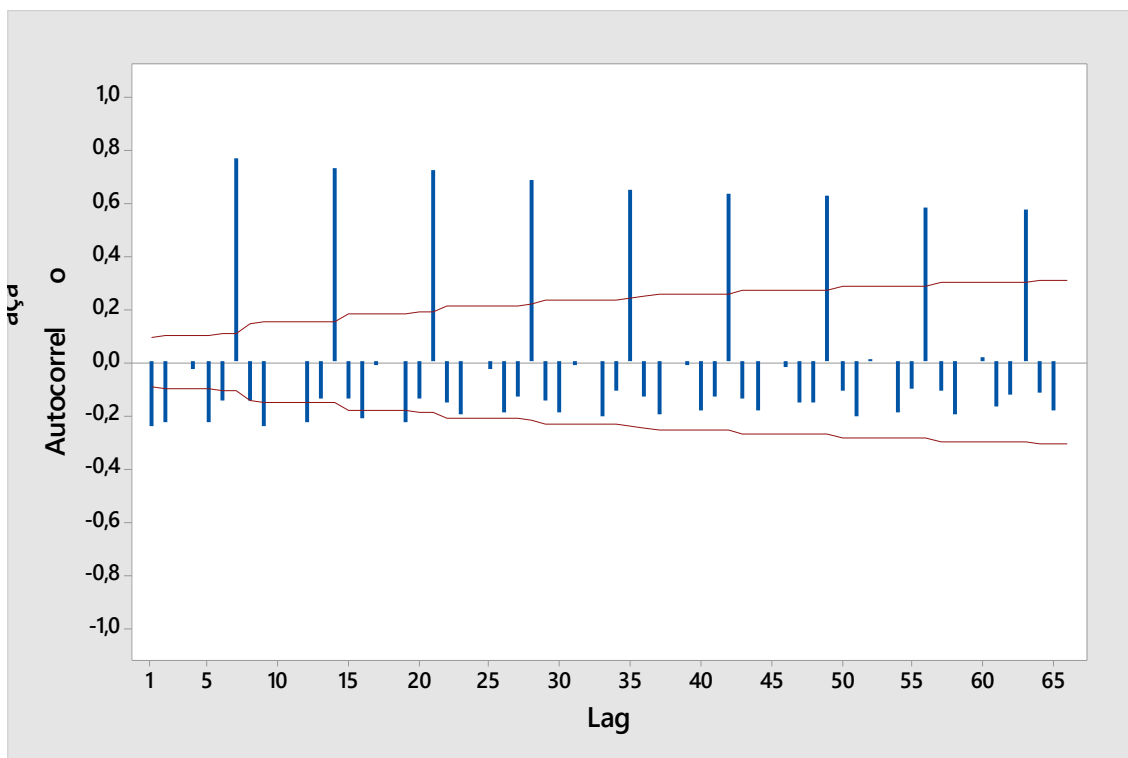


Figura 11 – Função de autocorrelação com diferenciação dos dados no passo 1.
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Realizando uma diferenciação sazonal na série já diferenciada no passo 1 é possível perceber, graficamente (Figura 12), que os dados apresentam estacionariedade em média, ou seja, se desenvolvem aleatoriamente ao longo do tempo ao redor de uma média constante; alguns picos referentes valores extremos, sendo observações referentes à mudança de mês de dezembro para janeiro.

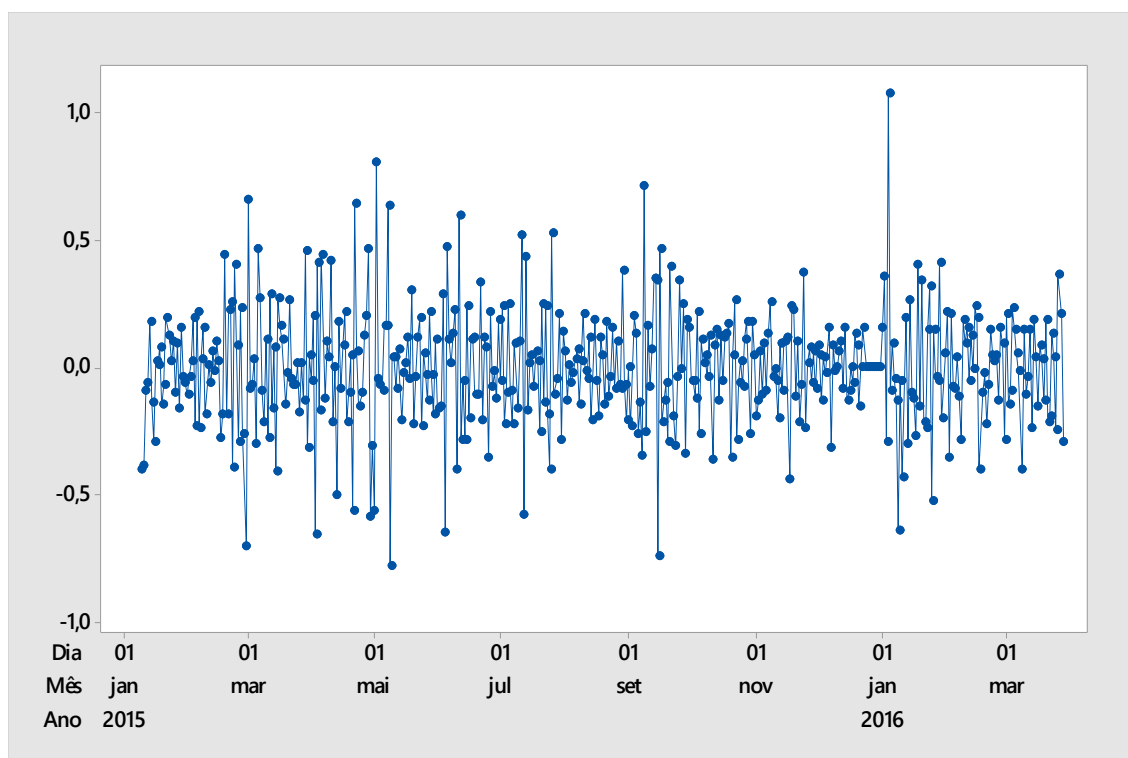


Figura 12 – Série Temporal com diferenciação dos dados no passo 1 e diferenciação sazonal $s=7$.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

O FAC (Figura 13) apresentou um decaimento brusco no primeiro passo e no passo sete e o FACP (Figura 14) apresentou um decaimento exponencial nas duas primeiras observações e nas três observações após o sétimo passo. Os correlogramas apresentam indícios de Médias Móveis com ordem 1 para a parte não sazonal e para a parte sazonal, modelo SARIMA $(0,1,1)(0,1,1)_7$.

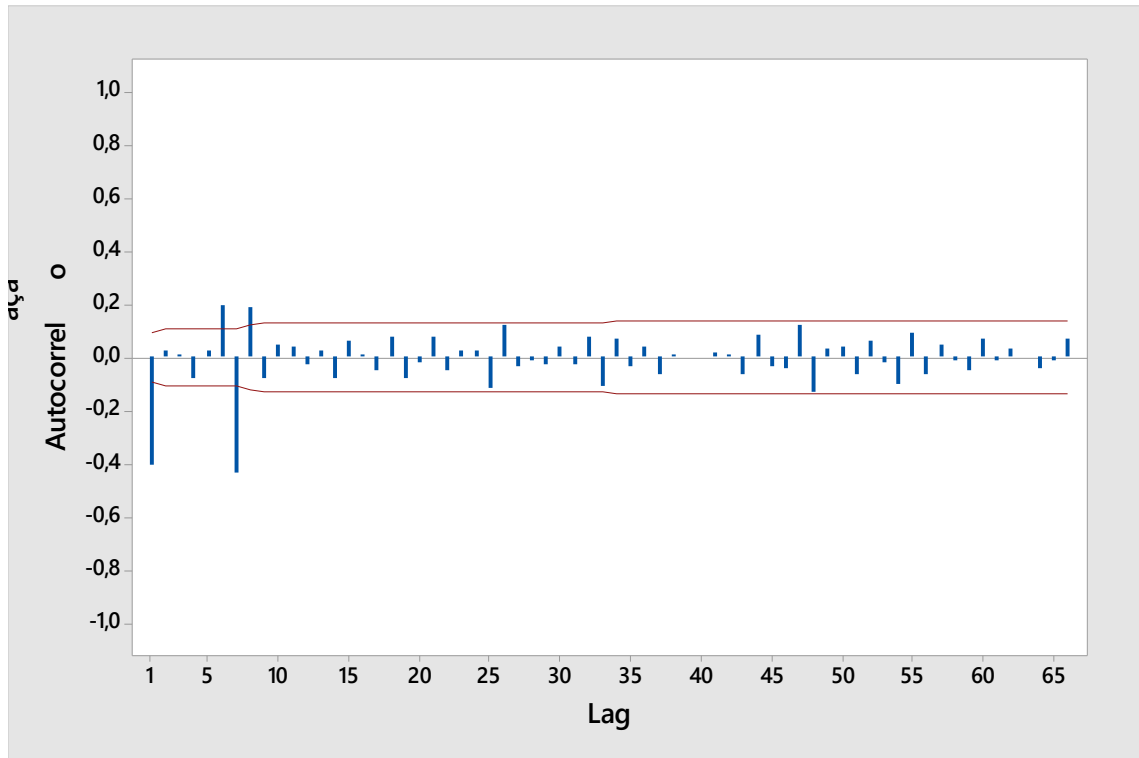


Figura 13 – Função de autocorrelação para a diferenciação no passo 1 e diferenciação sazonal $s=7$.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

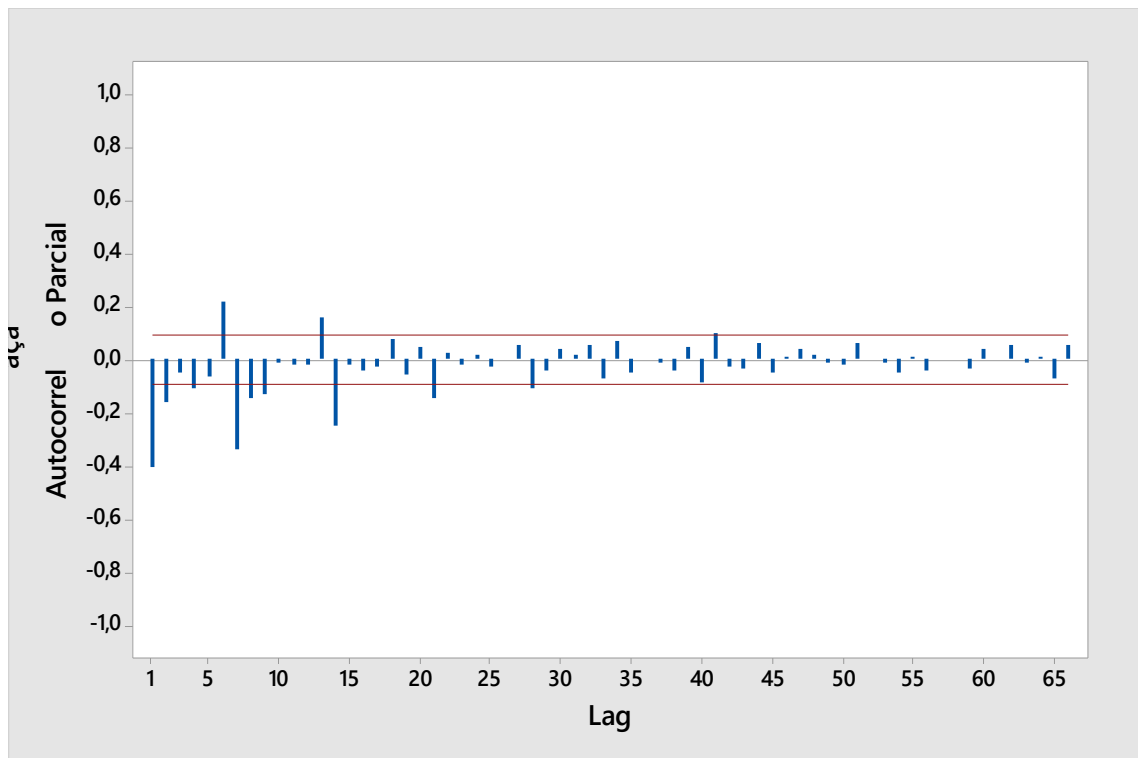


Figura 14 – Função de autocorrelação parcial para a diferenciação no passo 1 a diferenciação sazonal $s=7$

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Os coeficientes do modelo foram estimados (Quadro 1).

Quadro 1 – Estimativas para o modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1)₇

Estimativas Finais de Parâmetros					
Tipo	Coef.	EP de Coef	Valor-T	Valor-P	
MM 1	0,5196	0,0410	12,68	0,000	
SMA 7	0,8480	0,0250	33,86	0,000	
Somas Residuais dos Quadrados					
GL	SQ	QM			
443	12,3631	0,0279076			
<i>Previsões retroativas excluídas</i>					
Estatística Qui-Quadrado de Box-Pierce (Ljung-Box) Modificada					
Lag		12	24	36	48
Qui-Quadrado	20,65	29,92	37,31	44,69	
GL		10	22	34	46
Valor-P	0,054	0,120	0,319	0,527	

Os valores dos coeficientes do modelo foram significativos ao nível de 5% (p-valores), com valores dentro do intervalo [-1,1]. Os resíduos apresentaram homocedasticidade (Figura 15) e os Lags (Ljung-Box) apresentaram p-valores acima do nível de significância, indicando a não correlação dos dados, o que pode ser comprovado pela análise gráfica do FAC (Figura 16) e FACP (Figura 17). Podemos concluir que a série de resíduos é um processo ruído branco.

O teste de Anderson- Darling para a normalidade dos resíduos apresentou um p-valor menor que 0,005, não apresentando indícios de normalidade. Fato possivelmente causado pela presença de valores extremos e pela quantidade de dias onde não ocorreram registros de acidentes.

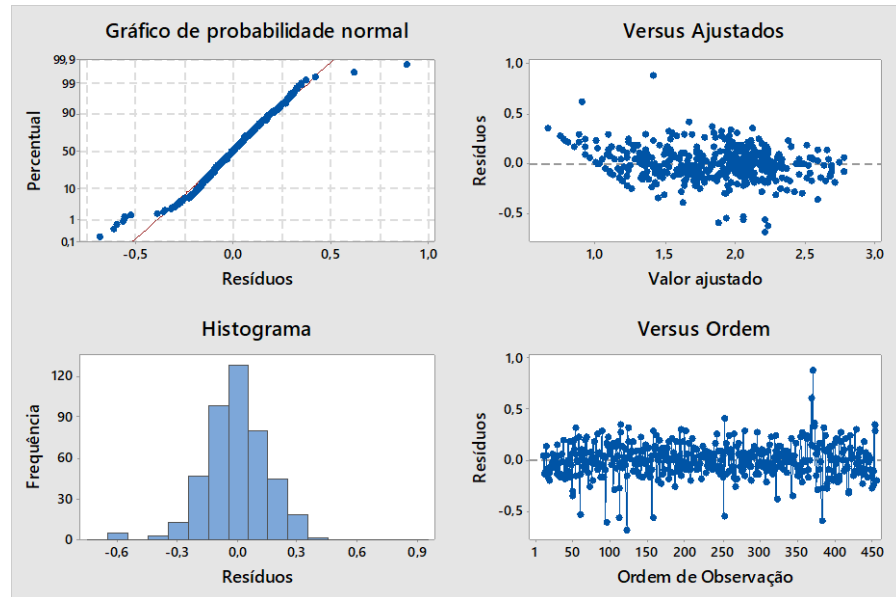


Figura 15 – Análise de resíduos do primeiro modelo proposto SARIMA (0,1,1)(0,1,1)₇
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

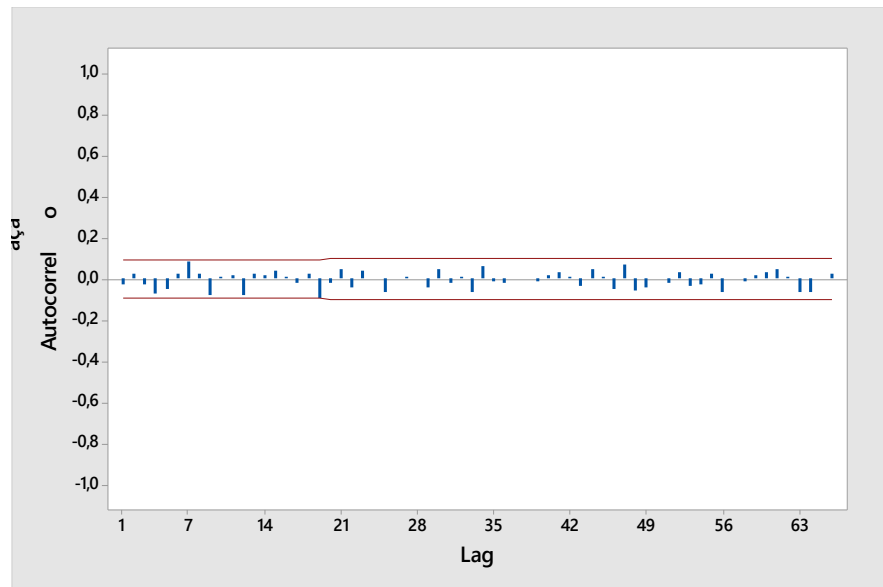


Figura 16 – Função de autocorrelação dos resíduos do modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1)₇
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

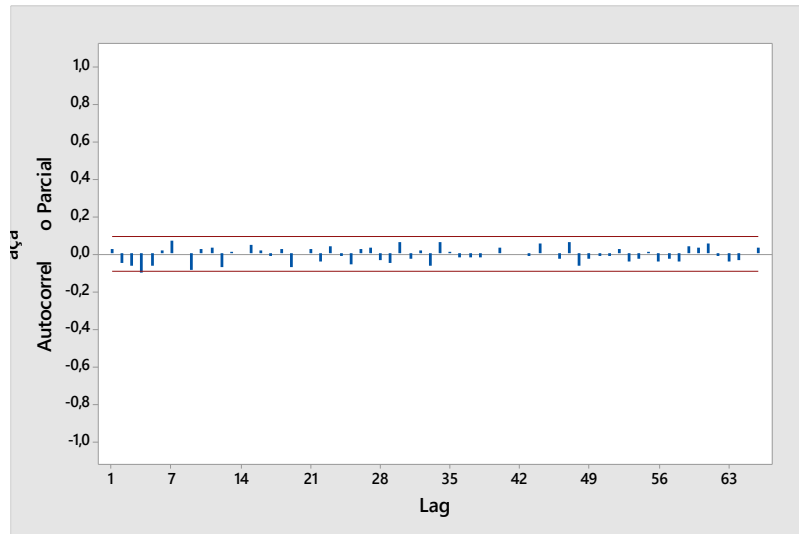


Figura 17 – Função de autocorrelação parcial dos resíduos do modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1)7
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Com o intuito de buscar outro modelo para atender a normalidade dos resíduos, foi realizada uma diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados (Figura 18). Os dados apresentaram estacionariedade em média, com pontos discrepantes nos valores iniciais de janeiro de 2015 e 2016. A sazonalidade 7 foi escolhida baseado no correlograma (Figura 8), onde percebe-se picos com sazonalidade semanal.

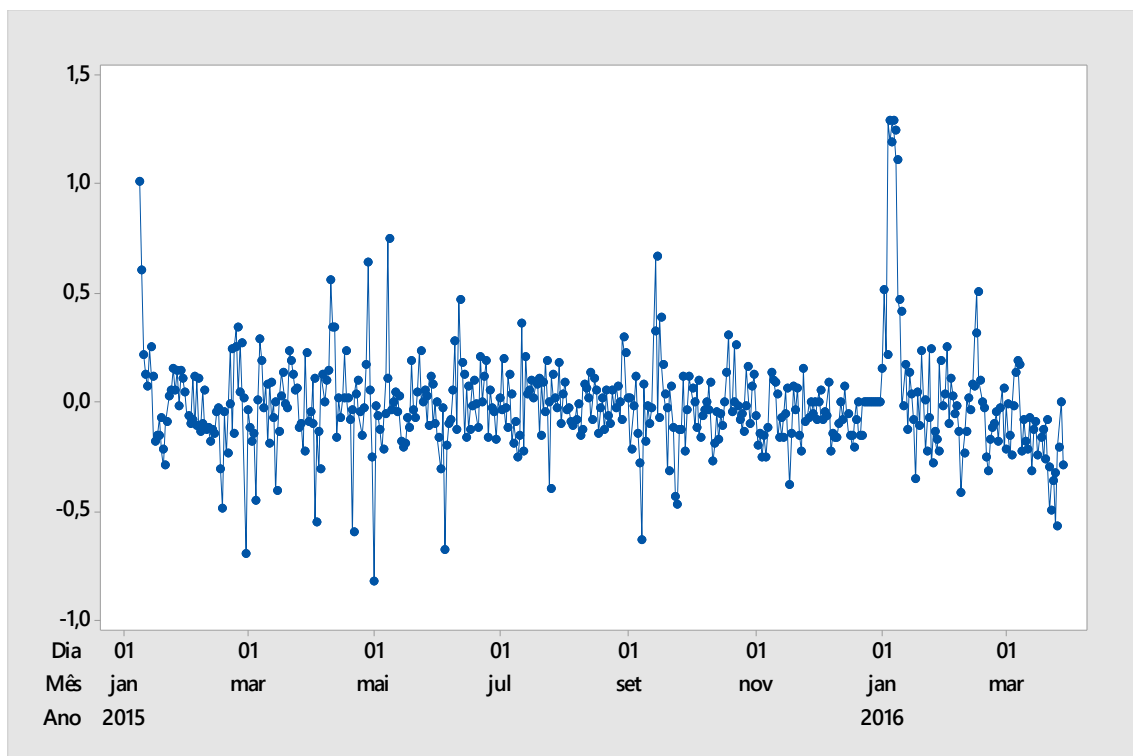


Figura 18 – Série Temporal com diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

O FAC apresenta um decaimento rápido na parte não sazonal e um pico na parte sazonal (Figura 19) e o FACP apresenta decaimento exponencial na parte não sazonal e decaimento alternado na parte sazonal (Figura 20).

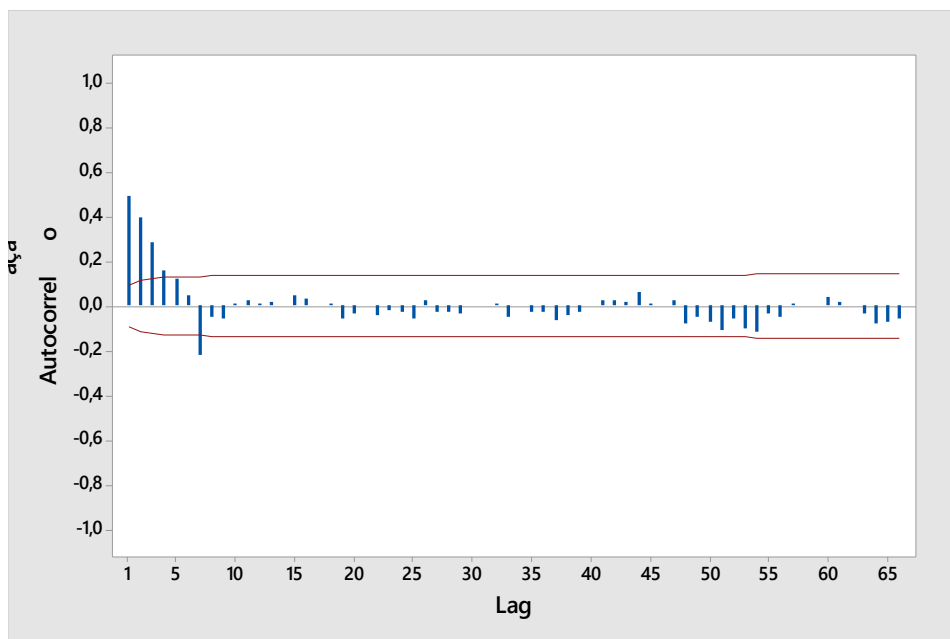


Figura 19 – Autocorrelação da série com diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

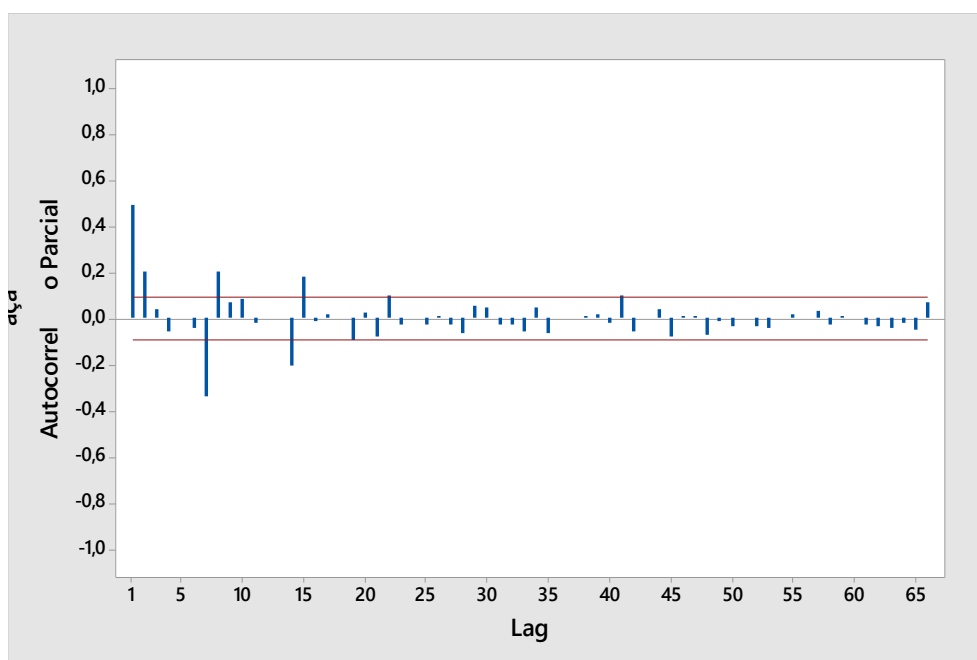


Figura 20 – Autocorrelação da série com diferenciação sazonal ($s=7$) nos dados transformados
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

O modelo SARIMA $(1,0,1)(0,1,1)_7$ foi estimado (Quadro 2).

Quadro 2 – Modelo SARIMA (1,0,1)(0,1,1)₇

Estimativas Finais de Parâmetros				
Tipo	Coef.	EP de Coef	Valor-T	Valor-P
AR 1	0,9421	0,0202	46,56	0,000
MM 1	0,4572	0,0510	8,96	0,000
SMA 7	0,8274	0,0277	29,83	0,000

Somas Residuais dos Quadrados		
GL	SQ	QM
443	12,1085	0,0273330

Previsões retroativas excluídas

Estatística Qui-Quadrado de Box-Pierce (Ljung-Box) Modificada				
Lag	12	24	36	48
Qui-Quadrado	15,50	25,17	32,92	40,61
GL	9	21	33	45
Valor-P	0,078	0,240	0,471	0,658

Os valores dos coeficientes do modelo foram significativos ao nível de 5% (p-valores), com valores dentro do intervalo [-1,1]. Os resíduos apresentam homocedasticidade (Figura 21), com média próxima de zero e, analisando o FAC (Figura 22) e FACP (Figura 23) é possível perceber que os dados não apresentam correlação, além disso, o teste de Ljung-Box apresentou p-valores altos, confirmando a não autocorrelação dos dados. Através das análises, podemos concluir que a série de resíduos é um processo ruído branco.

O teste de normalidade de Anderson-Darling para os resíduos apresentou p-valor menor que 0,005, não apresentando indícios de normalidade, fato possivelmente causado pela presença de valores extremos e pela grande quantidade de dias onde não foram registrados acidentes.

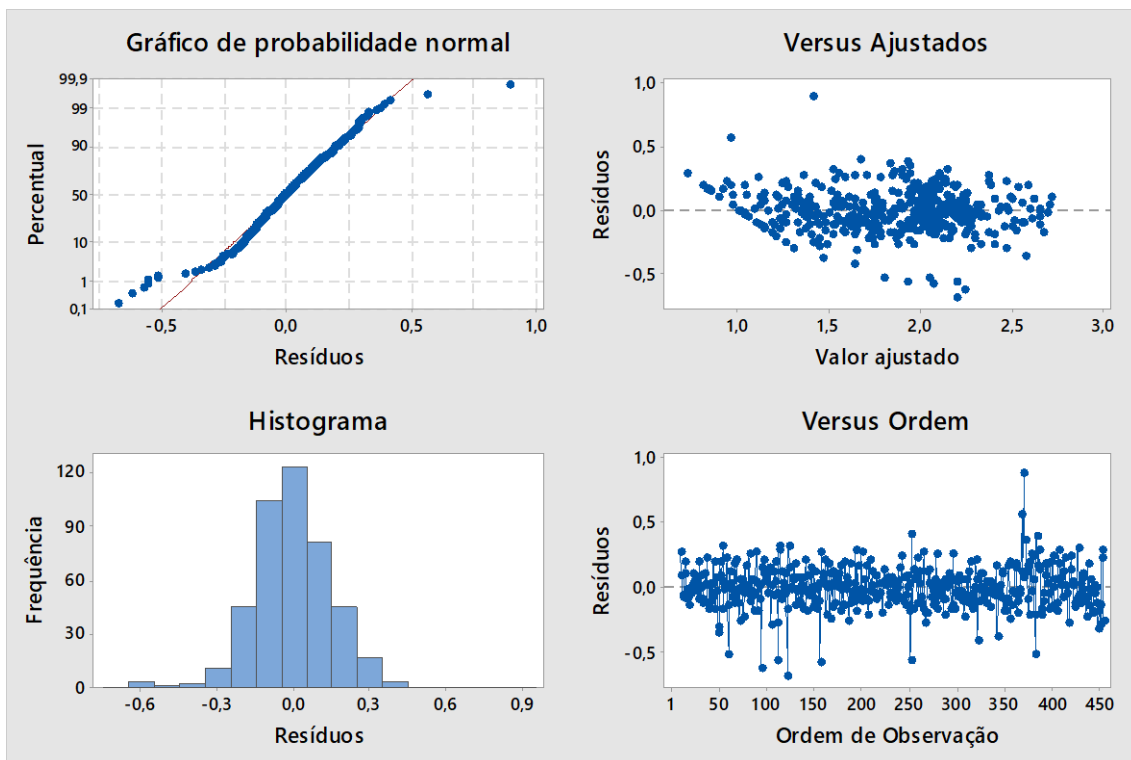


Figura 21 – Análise de resíduos do primeiro modelo proposto SARIMA (1,0,1)(0,1,1)₇
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

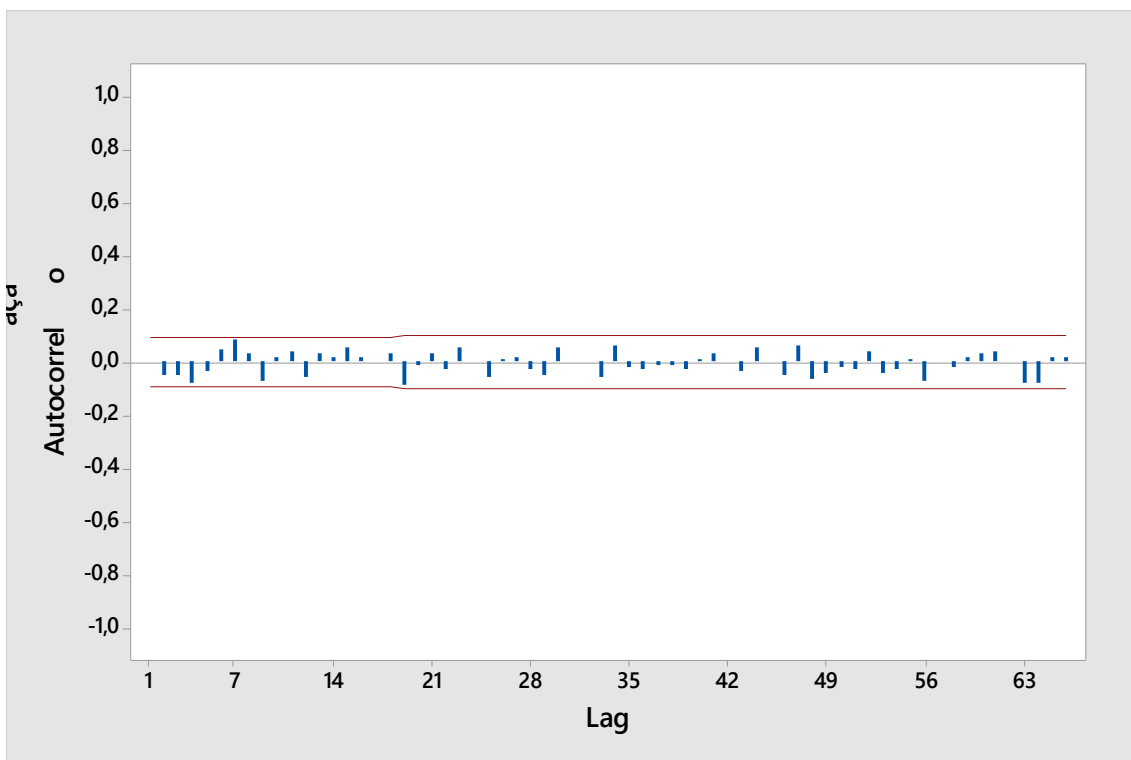


Figura 22 – Autocorrelação da série com diferenciação sazonal (s=7) nos dados transformados
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

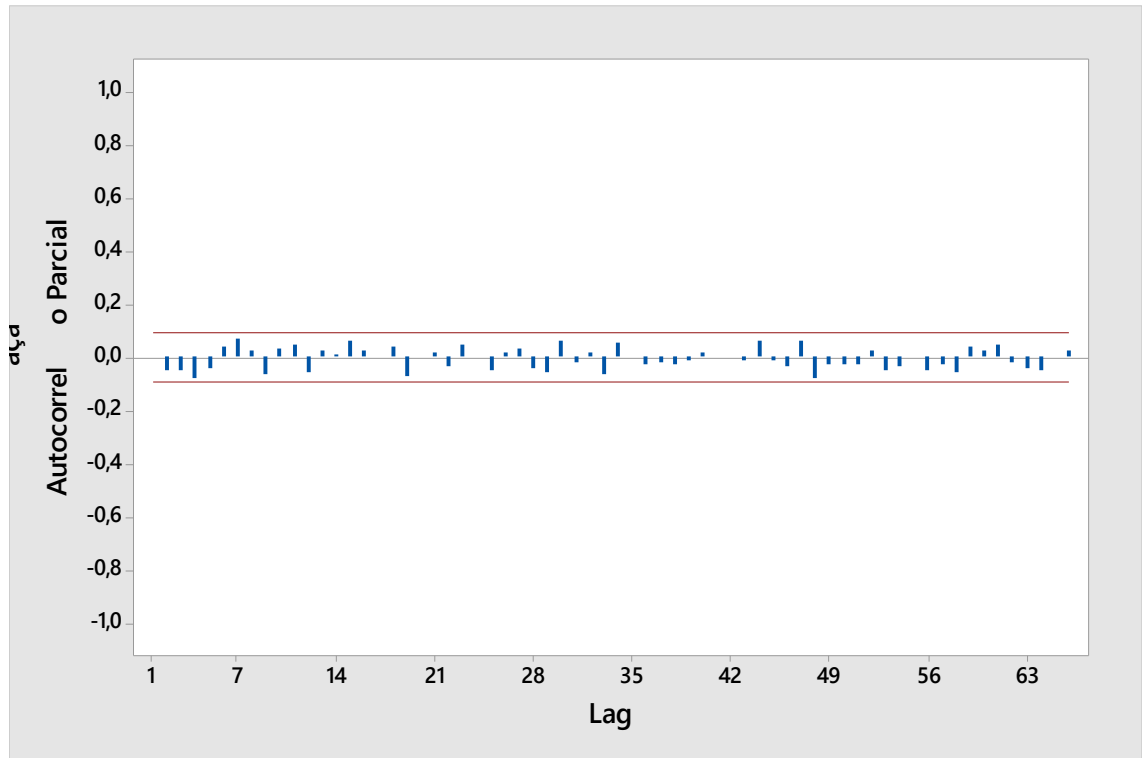


Figura 23 – Autocorrelação da série com diferenciação sazonal (s=7) nos dados transformados
 Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

As equações obtidas para os modelos são:

modelo 1:

$$Z_t = (1 - Z_t)(1 - 0,5196Z_t)(1 - Z_t^7)(1 - 0,848Z_t^7)a_t$$

modelo 2:

$$(1 - 0,9421)Z_t = (1 - 0,4572Z_t)(1 - Z_t^7)(1 - 0,8274Z_t^7)a_t$$

Para a seleção do melhor modelo foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) que, segundo MORETTIN e TOLOI (2006), entre vários modelos candidatos, deve ser escolhido aquele que apresenta o menor valor de AIC, os valores da estatística de Schwarz, MAPE (erro percentual absoluto médio), e a soma dos quadrados dos resíduos (Tabela 4).

Tabela 4 – Estatísticas comparativas dos modelos propostos

	Modelo SARIMA (1,0,1)(0,1,1)₇	Modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1)₇
AIC	5,03593	5,07960
MAPE	6,89331	44,7478
MPE	0,0314199	-4,27917
SQR	439,654	451,553

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

O modelo SARIMA (1,0,1)(0,1,1)₇ apresentou menores valores das estatísticas, sendo melhor quando comparado ao modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1)₇.

As três últimas observações foram retiradas do modelo, sendo utilizadas para validação (Tabela 5). O modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1)₇ apresentou valores mais próximos dos valores reais.

Tabela 5 – Comparativo das três últimas observações e previsões do modelo

Quantidade de acidentes registradas	Modelo (0,1,1),(0,1,1)₇	Modelo (1,0,1),(0,1,1)₇
0,3333	2,1974	2,3234
1,0000	2,2175	2,0404
0,3333	2,0422	2,2627

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2017

Com base nos valores previstos e nos valores dos testes, os modelos não foram adequados para a realização de previsões, sendo necessário a utilização de outros métodos que melhor se adequem aos dados originais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo estabelecer um modelo estatístico para analisar os comunicados de acidentes do trabalho nos estados de Minas Gerais e São Paulo, no período de 01 de janeiro de 2015 a 28 de fevereiro de 2016.

Para a análise, foram utilizados os comunicados de acidentes do trabalho registrados na Previdência Social, para a análise temporal foi utilizada a metodologia Box & Jenkins e para a análise de probabilidades foi utilizada a probabilidade frequentista.

Os dados foram agrupados de duas formas, sendo a primeira através da classificação brasileira de ocupações e a segunda, de forma temporal, por data de ocorrência de acidentes.

Analisando a probabilidade de registros diária de acidentes do trabalho, o Grupo 7 apresentou uma maior probabilidade de registrar uma maior quantidade de acidentes diariamente, merecendo mais atenção nas campanhas de prevenção que os demais grupos. O Grupo 0 apresentou uma menor probabilidade diária de registro de acidentes, sendo uma probabilidade de 0,9906 de não registrar nenhum acidente e uma probabilidade de 0,0094 de registrar apenas 1 acidente.

Na análise temporal utilizando a média diária de acidentes dos três grandes grupos ocupacionais com maiores registros de acidentes, percebeu-se uma queda na quantidade de registros de acidentes, fato que pode ser explicado pelas políticas governamentais realizadas em 2015 e pelo aumento da fiscalização, além disso, é importante ressaltar que muitos casos de acidentes não são notificados (subnotificação dos acidentes), pois conforme o número de registros aumenta, as taxas que as empresas pagam devido aos acidentes também aumenta.

Devido a violação da normalidade dos resíduos, possivelmente causado devido à presença de dias com zero registro de acidentes, os modelos não se mostraram confiáveis para previsões, sendo necessário testar outras metodologias de previsão para dados discretos. A série original apresentou pontos discrepantes e um grande número de registros diários de zero acidentes, sendo necessário buscar alternativas que modelem melhor os dados.

Assim, conclui-se que o objetivo da pesquisa foi alcançado e que os resultados gerados pela probabilidade frequentista poderão contribuir para um melhor direcionamento das campanhas sobre acidentes do trabalho, conseguindo, assim, atingir os grupos com maior probabilidade de registrar um maior número de acidentes diariamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, M. I. S. Apostila de Análise de Séries Temporais. Curso de Estatística DMEC/FCT/UNESP. 2006
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. Classificação Brasileira de Ocupações. Brasília, 2010. Disponível em: < <http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/saibaMais.jsf>>. Acesso em: 08 de dezembro de 2016.
- BRASIL, Lei nº 6.367, de 19 de outubro de 1976. Dispõe sobre o seguro de acidentes do trabalho a cargo do INPS e dá outras providências. Brasília, 1976. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6367.htm>. Acesso em 10 out. 2016.
- BRASIL, Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V, do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho. Diário Oficial da União 1977; 20 nov.
- BRASIL, 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: 08 de dezembro de 2016.
- BRANCO, Marina; PONSO, Fabio. Maior desastre ambiental do Brasil, Tragédia de Mariana deixou 19 mortos. O Globo, Minas Gerais, 07 de nov. de 2015. Minas Gerais.
- BUENO, R. de L. da S. Econometria de Séries Temporais. 2ª edição – São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- BOX, G.E.P.; JENKINS, G. M. Time Series Analysis: Forecasting and Control. San Francisco: Holden-Day. 1976.
- CIENFUEGOS, F. Segurança em Laboratório. Rio de Janeiro: Interciência, 2001. 265 p.
- CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE OCUPAÇÕES:CBO – 2010. 3ª edição. Brasília: MTE, SPPE, 2010. v.1, 828 p.
- CROWL, D. A.; LOUVAR, J. F. Chemical Process Safety: Fundamentals with Applications. New Jersey: Prentice-Hall PTR, 1990. 656 p.
- DIAS, E. C.; HOEFEL, M. G. O desafio de implementar as ações de saúde do trabalhador no SUS: a estratégia da RENAST. Ciênc. Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, v.10, n.4, p. 817-827, 2005.
- DUARTE, M. E. D. Análise dos acidentes de trabalho causados por meio de transporte motocicleta em uma capital brasileira. 2011. 93 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem e Saúde) – Escola de Enfermagem, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011.
- EHLERS, R, S. Análise de Séries Temporais. 5ª edição. 2009.
- EQUIPE CONECT. Acidentes do trabalho no Brasil: quais são as áreas com maiores riscos? Conect, 18 de mai. 2017. Rio de Janeiro.
- FRANCO, G. C. Apostila sobre Modelagem Box and Jenkins. Departamento de Estatística – UFMG. Belo Horizonte. [s.d.]

LACERDA, E. Segurança do trabalho agroflorestal. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2000, 25 f. Apostila.

MATTOS, U.A. de O.; MÁSCULO, F.S. (Org.). Higiene e Segurança do Trabalho. In: MATTOS, U.A. de O. O Acidente de Trabalho e seu impacto socioeconômico-ambiental. Rio de Janeiro: Elsevier/Abepro, 2011. P.1-34.

MELLER, G. S. Elaboração da Matriz de Riscos e Perigos em uma Empresa de Beneficiamento de Carvão Mineral. 2011. 60 f. Monografia (Especialização em Segurança do Trabalho), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2011.

MONTGOMERY, D. C., JENNINGS, C. L., KULAHCI, M. Introduction to Time Series Analysis and Forecasting. WILEY, 2011.

MORETTIN, P. A., TOLOI, C. M. C. Análise de Séries Temporais – 2ª edição. São Paulo: Blucher, 2006.

PORTAL ACTION. Equipe Estatcamp (2014) – Consultoria em estatística e qualidade. São Carlos- SP.

SÊCCO, I. A. O. et al. As notificações de acidentes de trabalho com material biológico entre trabalhadores da equipe de enfermagem de hospital-escola público. UNOPAR. Cient. Ciênc. Biol. Saúde, Londrina, v. 5/6, n. 1, p. 89-95, out. 2004.

SOUZA, Renato. No Brasil, 700 mil pessoas sofrem acidente de trabalho a cada ano. Correio Brasiliense, Brasília, 05 de jun. de 2016. Economia.

TAKEDA, F.; MERINO, E. A. D.; MERINO, G. S. A. D.; MORO, A. P. R.; DIAS, N. F. Avaliação dos Indicadores de Acidentes de Trabalho como Proposta de Intervenções Ergonômicas em um Abatedouro de Frangos. Revista Produção Online, Florianópolis, SC, v.16, n. 1, p. 108-209, jan./mar. 2016.

TOCCHETTO, L. F.; MATTOS, P. P. de. Segurança em Laboratórios de Análises Químicas: Estudo de Caso na Embrapa Florestas. Colombo – PR: Embrapa Florestas, 2004. 53 p. Disponível em: Acesso em: 08 de janeiro de 2016

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Programa de Educação Continuada. Apostila: Higiene do Trabalho – Parte A: Capítulo 1. São Paulo: Epusp-EAD/PECE, 2014. Apostila do curso de Especialização de Segurança do Trabalho. Página: 1 – 15

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Programa de Educação Continuada. Apostila: Gerência de Riscos. São Paulo: Epusp-EAD/PECE, 2015. Apostila do curso de Especialização de Segurança do Trabalho. 269 p.

WALTER, O. M. F. C.; HENNING, E.; MORO, G.; SAMOBYL, R. W. Aplicação de um modelo SARIMA na previsão de vendas de motocicletas. Exacta – EP, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 77-88, 2013.

ZOCCHIO, A. Prática da prevenção de acidentes: abc da segurança do trabalho. 6ª ed., rev. ampl. São Paulo: Atlas, 1996. 222 p

APÊNDICE A – PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTES EM CADA GRANDE GRUPO

Quantidade de acidentes	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
0	0,99061	0,610329	0,471831	0,20892	0,157277	0,049296	0,176056	0,032864	0,140845	0,237089
1	0,00939	0,234742	0,28169	0,197183	0,140845	0,037559	0,255869	0,039906	0,173709	0,215962
2	0	0,105634	0,13615	0,166667	0,110329	0,049296	0,220657	0,044601	0,133803	0,14554
3	0	0,032864	0,065728	0,143192	0,110329	0,08216	0,131455	0,049296	0,117371	0,150235
4	0	0,014085	0,028169	0,093897	0,07277	0,051643	0,103286	0,053991	0,140845	0,093897
5	0	0,002347	0,011737	0,053991	0,065728	0,07277	0,051643	0,032864	0,105634	0,068075
6	0	0	0,004695	0,042254	0,077465	0,065728	0,023474	0,021127	0,061033	0,037559
7	0	0	0	0,039906	0,06338	0,046948	0,021127	0,032864	0,030516	0,023474
8	0	0	0	0,016432	0,068075	0,051643	0,011737	0,030516	0,037559	0,014085
9	0	0	0	0,016432	0,028169	0,049296	0,004695	0,016432	0,021127	0,004695
10	0	0	0	0,011737	0,035211	0,053991	0	0,025822	0,00939	0,002347
11	0	0	0	0,007042	0,021127	0,046948	0	0,021127	0,00939	0,002347
12	0	0	0	0,002347	0,007042	0,046948	0	0,025822	0,007042	0,002347
13	0	0	0	0	0,014085	0,037559	0	0,018779	0,002347	0
14	0	0	0	0	0,00939	0,037559	0	0,037559	0	0
15	0	0	0	0	0,007042	0,030516	0	0,011737	0,007042	0,002347
16	0	0	0	0	0,002347	0,032864	0	0,025822	0	0
17	0	0	0	0	0,004695	0,044601	0	0,030516	0,002347	0
18	0	0	0	0	0	0,016432	0	0,016432	0	0
19	0	0	0	0	0,002347	0,016432	0	0,037559	0	0
20	0	0	0	0	0	0,011737	0	0,023474	0	0
21	0	0	0	0	0	0,004695	0	0,037559	0	0
22	0	0	0	0	0,002347	0,011737	0	0,023474	0	0
23	0	0	0	0	0	0,018779	0	0,025822	0	0
24	0	0	0	0	0	0,002347	0	0,021127	0	0

Quantidade de acidentes	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
25	0	0	0	0	0	0,00939	0	0,021127	0	0
26	0	0	0	0	0	0,002347	0	0,025822	0	0
27	0	0	0	0	0	0,002347	0	0,014085	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0,004695	0	0
29	0	0	0	0	0	0,002347	0	0,018779	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0,016432	0	0
31	0	0	0	0	0	0,00939	0	0,018779	0	0
32	0	0	0	0	0	0,002347	0	0,018779	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0,00939	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0,004695	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0,011737	0	0
36	0	0	0	0	0	0,002347	0	0,011737	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0,00939	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0,004695	0	0
39	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0,00939	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
45	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0,007042	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0,004695	0	0

Quantidade de acidentes	G0	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9
52	0	0	0	0	0	0	0	0,004695	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0,004695	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0,007042	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0,004695	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0,002347	0	0
72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

