



Revista *Engenharia, Meio* *Ambiente e Inovação*

ENGENHARIA CIVIL

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas -FaCET



Editorial

A Revista Engenharia, Meio Ambiente e Inovação é a concretização de um anseio de uma equipe, que se iniciou nos primeiros resultados das pesquisas do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade do curso de Engenharia Civil. Os alunos e professores envolvidos vislumbraram a possibilidade de expor suas ideias de forma a conseguir compartilhá-las melhor com colegas e com o meio acadêmico em geral.

A revista aborda temáticas concernentes a um abrangente enfoque sobre as inter-relações entre Engenharia e sociedade, seja pela interação, seja pelas relações com meio ambiente e soluções inovadoras, seja por sua relação com o processo de desenvolvimento, a partir de resultados de pesquisas e reflexões teóricas e empíricas sobre as áreas temáticas descritas em seu escopo. A Revista visa se tornar um facilitador para os trabalhos científicos das áreas de Engenharia e afins servindo a todos que pretendam aumentar a produção científica com a chancela da UNIG sendo este o papel das Instituições de Ensino, apoiar e colocar à disposição de docentes, discentes e da sociedade as condições para a divulgação das pesquisas e dos trabalhos e ideias.

Neste segundo volume vários grupos de pesquisas contribuem significativamente com pesquisas relevantes e temas importantes. Parabéns aos grupos e autores pelos trabalhos.

Que esta se consolide como uma via de apresentação de trabalhos revolucionários e geradores de: progresso, fomento, desenvolvimento da ciência e direcionamento a sociedade.

Gisele Dornelles Pires
Editora chefe

**ASSOCIAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DE NOVA IGUAÇU UNIVERSIDADE
IGUAÇU –UNIG**

DIRIGENTES- CAMPUS NOVA IGUAÇU

Prof. André Nascimento Monteiro

Reitor

Prof. Marcelo Gomes da Rosa

Vice-Reitor

Jose Carlos de Mello

Pró-Reitor Administrativo

Prof.^a Paula Guidone

Coordenadora de Extensão e Assuntos Comunitários

Prof.^a Adalgiza Mafra Moreno

Coordenadora de Pesquisa

Prof.^a Tarcila Fonseca Hunguennin

Coordenadora de Pós-Graduação

Prof.^a Barbara Helena da Silva de Barros (Interina)

Secretária Geral da UNIG

Universidade Iguaçu

Av. Abílio Augusto Távora, 2134–CEP 26.260-000

Nova Iguaçu–RJ–Brasil–Tel.:26662001

www.unig.br

CORPO EDITORIAL

Editora-Chefe

Gisele Dornelles Pires (UNIG)

Editor Associado

Fabricio Polifke da Silva (UNIG)

Conselho Editorial

Alexandre Luis Belchior dos Santos (FAU/FISS)

Carlos Rogerio Domingos Araújo Silveira (UNIG)

Cinthia Martins Avellar (INEA)

Claudia Daza Andrade (UFRRJ)

Eber Lopes de Moraes (USP)

Ligia Maria Nascimento De Araújo (ANA)

Maria Gertrudes Alvarez Justi da Silva (UENF)

Paula Fernanda Chaves Soares (UFRRJ)

Priscila da Cunha Luz Barcellos (UFF)

Rafael Sampaio (UNIG)

Thábata Teixeira Brito (INCAPER)

REVISTA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO / Universidade Iguaçu, v.01, n.2 (Janeiro 2019). Nova Iguaçu – Rio de Janeiro Semestral
--

FOCO E ESCOPO

A REVISTA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO é o periódico oficial da Universidade Iguazu (UNIG), uma publicação semestral gratuita. A Revista esforça-se para publicar estudos de alto padrão científico e que tenham o objetivo de divulgar as produções nas áreas da *Engenharia* com ênfase *Meio ambiente*, *Recursos Hídricos*, *Geociências*, *Meteorologia*, *Sensoriamento Remoto e Defesa Civil*. A revista aborda temáticas concernentes a um abrangente enfoque sobre as inter-relações entre tecnologia e sociedade, seja pela interação, seja pelas relações de trabalho e de educação, seja por sua relação com o processo de desenvolvimento, a partir de resultados de pesquisas e reflexões teóricas e empíricas sobre as áreas temáticas descritas acima.

Sumário

Avaliação de parâmetros meteorológicos gerados pela reanálise ERA 5 para a cidade de Seropédica, região da Baixada Fluminense-RJ Bruno Vinicius de Oliveira Castro ¹ ; Fabricio Polifke da Silva ¹ ; Gisele Dornelles Pires ¹	7
Análise de índices de instabilidade simulados pelo modelo WRF durante um evento de chuva extrema ocorrido na cidade de Nova Iguaçu Daniela Dantas da Silva ¹ ; Fabricio Polifke da Silva ¹ ; Gisele Dornelles Pires ¹	17
Análise hidrometeorológica de eventos extremos de chuvas na Bacia do Rio Iguaçu, Nova Iguaçu - Rio de Janeiro (Brasil) Gleison Rodrigues da Silva ¹ ; Fabricio Polifke da Silva ¹ ; Gisele Dornelles Pires ¹ ; Rafael João Sampaio ¹	30
Avaliação das impugnações periciais de insalubridade e periculosidade nas demandas trabalhistas Hudson Machado Rezende ¹ Luis Felipe Alonso ²	40
Baixo São Francisco: um breve olhar sobre a evaporação, vazão reduzida, salinização da foz e as ações de defesa civil em Piaçabuçu – Alagoas Marcos Antônio Tamandaré Bastos ¹	63
Combate a Incêndio em Navios Brasileiros: Procedimentos e Dificuldades Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira ¹ ; Rafael Fernandes Foly ¹	71
Destino Final de Medicamentos Vencidos ou Não Utilizados: Conhecimento da População de Santo Antônio do Glória – MG Amilton José Maia ¹ ; Isamara Reis Gomes ² ; Juliana Maria Rocha e Silva Crespo ³	78
Impactos dos agrotóxicos na saúde: Estudo transversal com trabalhadores da cafeicultura na Zona da Mata Mineira Isamara Reis Gomes ¹ ; Amilton José Maia ² ; Juliana Maria Rocha e Silva Crespo ³	87
Resíduos de Serviço de Saúde: O Desafio Do Descarte Adequado Pela Enfermagem Izilda Maria Nunes Amaro de Souza ¹ ; Izabella Christynne Ribeiro Pinto Valadão ² ; Saulo Roni Moraes ³ ; Fabiana de Souza Pugliese ⁴ ; Wagner Pereira de Souza ⁵	96
Uso de lodo provenientes de unidades industriais de tratamento de águas (ETA's) na fabricação de materiais de construção – revisão Felipe Machado Freire ¹ ; Daiane Cecchin ² ; Izabella Christynne Ribeiro Pinto Valadão ³	102

Avaliação de parâmetros meteorológicos gerados pela reanálise ERA 5 para a cidade de Seropédica, região da Baixada Fluminense-RJ

Bruno Vinicius de Oliveira Castro¹; Fabricio Polifke da Silva¹; Gisele Dornelles Pires¹

¹ Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

brunovocastro19@gmail.com, brciopolifke@gmail.com, unigengenharia@gmail.com

Resumo - A observação de dados meteorológicos se caracteriza como uma importante fonte de informações para a sociedade em seus diversos setores. Neste sentido, o uso das reanálises tem se apresentado como alternativa de grande utilidade, tanto científicas quanto operacionais, para muitos estudos nas últimas décadas. Este trabalho teve como objetivo avaliar qualitativamente e quantitativamente o comportamento das variáveis temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão ao nível médio do mar e intensidade do vento gerados pela reanálise ERA 5 em relação aos dados da estação Ecologia Agrícola, localizada na cidade de Seropédica, para o período compreendido entre 2008 e 2018. Os resultados mostraram que os quatro parâmetros meteorológicos que os dados da reanálise ERA 5 conseguiram acompanhar adequadamente a distribuição e amplitude dos dados horários coletados in situ pela estação Ecologia Agrícola na escala mensal. Os coeficientes de correlação (Pearson) mostraram os maiores valores para os parâmetros temperatura do ar e pressão atmosférica ao nível médio do mar. O oposto foi observado para os parâmetros temperatura do ponto de orvalho e intensidade do vento, onde foram observados os menores coeficientes de correlação entre os dados coletados pela estação Ecologia Agrícola e assimilados pela reanálise ERA 5.

Palavras-chave: Meteorologia, reanálise, Seropédica

Abstract - Observations of meteorological data are characterized as an important source of information for various sectors of the societies. In this sense, the use of reanalysis has been presented as a very useful alternative, both scientific and operational, for many studies in the last decades. The purpose of this work was qualitatively and quantitatively evaluating the behavior of air temperature, dew point temperature, sea level pressure and wind intensity parameters generated by the ERA 5 reanalysis in relation to the Agricultural Ecology data station located in the city of Seropédica between 2008 and 2018. The results showed that the four meteorological parameters generated by the ERA 5 reanalysis data were able to adequately follow the distribution and amplitude of the hourly data collected by the Agricultural Ecology station on the monthly scale. The correlation coefficients (Pearson) showed the highest values for the air temperature and atmospheric pressure at mean sea level parameters. An opposite behavior was observed for the dewpoint temperature and wind intensity parameters, which showed the lowest correlation coefficients between the data collected by the Agricultural Ecology station and ERA 5 assimilated reanalysis data.

Keywords: Meteorology, reanalysis, Seropédica

1 Introdução

A observação de dados meteorológicos se caracteriza como uma importante fonte de informações para a sociedade em seus diversos setores. As estações meteorológicas são as principais ferramentas para o monitoramento das condições ambientais consistindo principalmente da medição de parâmetros que caracterizam o estado instantâneo, ou médio, da atmosfera. Para tais coletas faz-se necessário seguir algumas normas pré-estabelecidas para que os dados coletados possam ser representativos com precisão em uma determinada região, como, por exemplo, a localização da estação meteorológica, o tipo e instalação dos equipamentos, a padronização dos horários de observação e, principalmente, os procedimentos de manutenções preventivas, como os procedimentos de

calibração e aferição dos instrumentos de medição. Além destes, os custos para a manutenção de uma estação meteorológica acabam sendo acima do esperado por muitas instituições, favorecendo assim um número reduzido de estações sobre o Brasil. Neste sentido, o uso das reanálises se apresenta como alternativa de grande utilidade, tanto científicos quanto operacionais, para muitos estudos nas últimas décadas.

As reanálises estão entre os conjuntos de dados mais usados em estudo ambientais em diferentes escalas e com diferentes finalidades. Através das reanálises é possível obter um conjunto de informações espaciais em curtos (geralmente horas) e longos períodos de tempo (geralmente anos ou décadas). Os dados das reanálises são produzidos através de um processo matemática e física chamada assimilação de dados, baseado principalmente em dados observados por estações *in situ* e modelos numéricos de previsão visando estimar as condições meteorológicas com maior acurácia e confiabilidade. Apesar de sua origem “híbrida”, muitos profissionais frequentemente se referem aos dados gerados pelas reanálises como “observações” e as usam para diversos fins como se realmente fossem observações tradicionais, isto é, como se estivessem sido coletadas localmente. Acredita-se que pesquisadores, assim como outros profissionais, se familiarizam como as reanálises por fornecer estimativas abrangentes e graduais de atmosfera condições em intervalos regulares durante longos períodos de tempo; sendo este principalmente um formato muito conveniente para avaliar o clima em modelos numéricos, assim como a detecção e atribuição de estudos de alterações climáticas e para muitos outros fins (Parker 2016).

Os resultados das assimilações geradas pelas reanálises dependem fundamentalmente das observações (dados coletados localmente) da atmosfera, do oceano, da criosfera e da superfície da terra. Em primeiro lugar, os dados observacionais são capazes de fornecer inicialmente informações instantâneas sobre o estado da atmosfera e do oceano, assim podem ser posteriormente assimilados em um modelo numérico, isto é, equações físicas e matemáticas associadas, de previsão meteorológica para produzir a reanálise. Entretanto, as observações não são somente utilizadas para fornecer condições iniciais ao modelo utilizadas, mas também de contorno, isto é, usadas em várias outras etapas ao longo do processamento de assimilação. Em outras palavras, os dados observacionais são também utilizados para restringir o limite das condições das previsões numéricas nos modelos, para calibrar as relações estatísticas utilizadas no processamento (por exemplo, a estimativa de parâmetros geofísicos obtidos através dos dados de satélite), para determinar e corrigir o erro das observações, como por exemplo, erros de medição, e avaliar a produto final de reanálise. Assim, acredita-se que os dados das reanálises são, portanto, tão bons quanto os dados observacionais subjacentes através do resgate, compilação e gerenciamento dos dados durante a sua assimilação (Brönnimann et al. 2018).

Guedes et al. (2005) apontam que atualmente, inúmeras pesquisas científicas vêm sendo realizadas utilizando os dados das reanálises. Segundo os autores, em função de sua ampla utilização, torna-se conveniente o incentivo de estudos que busquem avaliar se os dados assimilados e disponibilizados por estas reanálises reproduzem as características espaço-temporais, isto é, a variabilidade diária e anual, presente nos dados coletados pelas estações localmente (*in situ*), assim como detectar as variabilidades de baixa frequência observadas para as regiões de interesse. Ressalta-se também a validação dos dados de reanálise em comparação aos dados observacionais se faz necessária, pois os dados assimilados podem conter erros sistemáticos para a América do Sul em função da baixa

quantidade de dados observados na região que são enviados para contribuir na assimilação de dados realizada pelos centros americano e europeu (Guedes et al. 2005).

O primeiro grande projeto de reanálise atmosférica foi a Reanálise de 40 anos gerada em conjunto por dois grandes centros americanos, o *National Centers for Environmental Prediction* e o *National Center for Atmospheric Research* (NCEP-NCAR) que forneceram análises globais, isto é, em grades espaciais regulares e em intervalos sub-diários (a cada seis horas) para o período compreendido entre 1957 e 1996 (Kalnay et al. 1996). Entretanto, após anos de pesquisas contínuas e uma grande preparação técnica, o *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) iniciou a produção de uma nova reanálise climática, chamado ERA5. Os dados do ERA5 possuem uma resolução muito maior do que a reanálise anterior (ERA-INTERIM) disponibilizada pelo ECMWF, podendo-se citar disponibilidade das variáveis com resolução temporal a cada hora, resolução horizontal de 31 km e vertical em 137 níveis, da superfície até 0,01 hPa (cerca de 80 km na vertical). Assim, optou-se por utilizar os dados da reanálise ERA 5 para a aplicação da metodologia proposta neste trabalho.

Inserido neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar qualitativamente e quantitativamente o comportamento das variáveis temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão ao nível médio do mar e intensidade do vento gerados pela reanálise ERA 5 em relação aos dados da estação Ecologia Agrícola, localizada na cidade de Seropédica, para o período compreendido entre 2008 e 2018. A avaliação qualitativa corresponderá a análise da evolução mensal entre estas duas fontes de dados. A avaliação quantitativa corresponderá ao grau de correlação entre as mesmas fontes de dados.

2 Materiais e Métodos

O município de Seropédica é uma cidade localizada na região administrativa da Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro, possui população estimada 86.743 habitantes (estimada em 2018) segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (<http://www.ibge.gov.br/home/>) e ocupa uma área de 283,8 km² (Figura 1). Para avaliação das assimilações da reanálise ERA 5 serão utilizados os dados coletados entre 2008 e 2018 pela estação Ecologia Agrícola pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br/portal/>) localizada na cidade de Seropédica

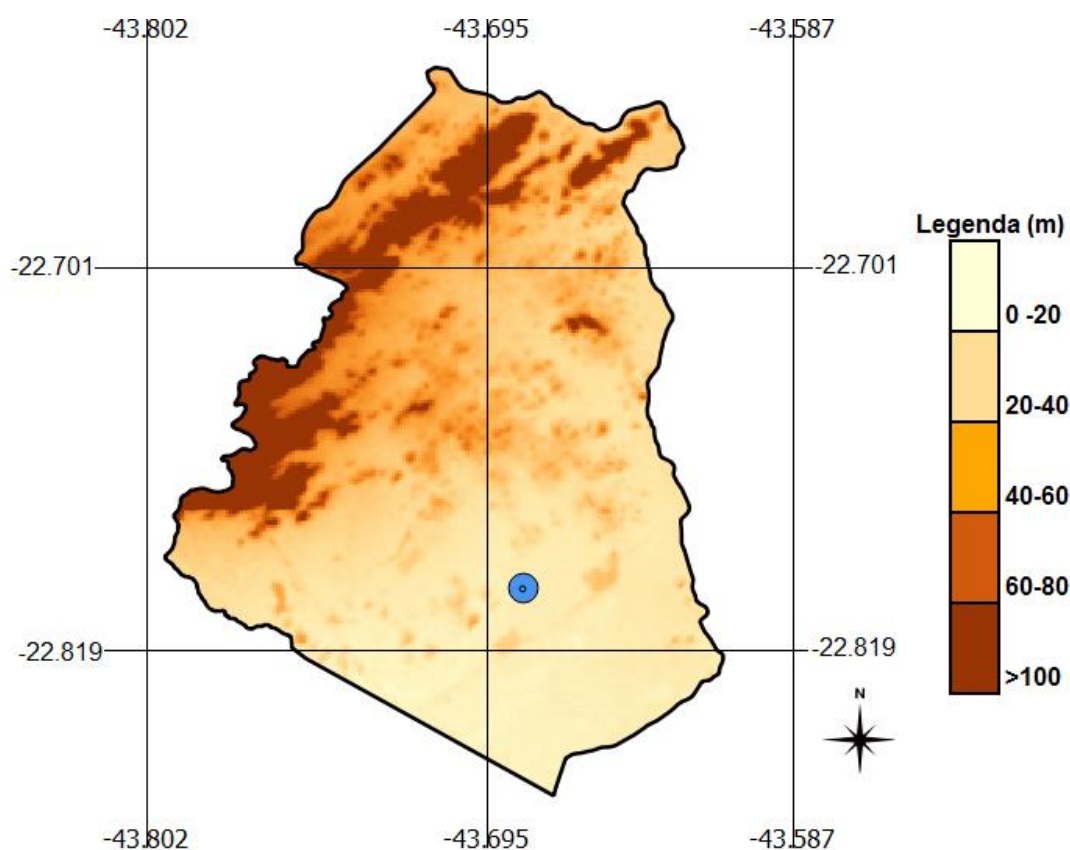


Figura 1- Perfil de elevação da cidade de Seropédica, localizada na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro. A posição geográfica da estação Ecologia Agrícola encontra-se em azul.

Além da análise qualitativa da distribuição dos dados será verificado o grau de similaridade entre as medições realizada pela estação Ecologia Agrícola e gerados pela reanálise ERA 5. Esta similaridade será avaliada através do grau de correlação entre os dados da estação e da reanálise. Para isto, será utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, definido como:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

Este coeficiente, usualmente representado por ρ , assume somente valores entre -1 e 1. $\rho = 1$ significa uma correlação positiva perfeita entre as duas variáveis. $\rho = -1$ significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, ou seja, se uma aumenta, a outra sempre diminui. $\rho = 0$ significa que as duas variáveis não dependem linearmente umas das outras. No entanto, pode haver uma dependência não linear.

3 Análise mensal dos parâmetros meteorológicos

As Figuras 2 a 4 mostram os *boxplots* para a distribuição mensal dos dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica ao nível médio do mar e intensidade do vento, respectivamente, coletados pela estação Ecologia Agrícola (azul) e gerados pela reanálise ERA 5 (bege) para a cidade de Seropédica entre janeiro de 2008 e agosto de 2018. Através destas figuras, é possível verificar para os

quatro parâmetros meteorológicos que os dados da reanálise ERA 5 conseguiram acompanhar adequadamente a distribuição e amplitude dos dados horários coletados *in situ* pela estação Ecologia Agrícola na escala mensal, até mesmo para os valores considerados como *outliers*, isto é, que estiveram acima dos limiares estabelecidos pelos quartis um e três para cada mês da distribuição de dados, verifica-se um mesmo padrão de comportamento mensal.

Através das Figuras 2 e 3, verifica-se que os maiores registros dos valores de temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho são observados para os meses compreendidos entre dezembro e março (estação de verão), com uma média mensal de temperatura do ar de aproximadamente 26°C para a estação Ecologia Agrícola e 24°C gerados pela reanálise. Para a temperatura do ponto de orvalho, verifica-se que a maior média mensal é observada no mês de março, com valor de aproximadamente 24°C para a estação Ecologia Agrícola e 19°C para a reanálise ERA 5. Os menores valores de ambas as variáveis são observados entre os meses de junho e setembro (estação de inverno). Um mínimo de 20°C é observado no mês de julho para a estação Ecologia Agrícola, valores mais baixos, em torno de 16°C, foram obtidos através da reanálise ERA 5. Similarmente, os menores valores de temperatura do ponto de orvalho são também observados no mês de julho. Valores médios de 17°C e 12°C foram obtidos utilizando os dados da estação e da reanálise respectivamente. Valores intermediários, entre 20°C e 25°C para a temperatura do ar e entre 15°C e 20°C para a temperatura do ponto de orvalho, são observados entre março e junho e entre setembro e dezembro, caracterizados pelas estações de transição (primavera e outono). Para estas duas variáveis verificou-se que a reanálise subestimou os valores medidos pela estação Ecologia Agrícola.

Um cenário oposto é observado para a distribuição dos dados de pressão atmosférica, onde é possível observar os menores valores (entre 1005 hPa e 1012 hPa) para os meses compreendidos entre dezembro e março (estação de verão) e os maiores valores (entre 1018 hPa e 1020 hPa) entre junho e setembro (estação de inverno). Para esta variável, verifica-se que a reanálise ERA 5 apresentou somente uma tendência de subestimativa mensal entre os meses de maio a agosto. Nos demais meses, verifica-se uma tendência de superestimativa em relação aos dados coletados pela estação Ecologia Agrícola. Valores intermediários (entre 1012 hPa e 1018 hPa) deste parâmetro são observados nas estações de transição (primavera e outono). Os dados de intensidade do vento, entretanto, não apresentaram um comportamento similar ao previamente discutido nos demais parâmetros. Para esta variável, verifica-se que os menores valores são observados (1,5 m/s e 2 m/s) entre os meses de abril e junho (estação do outono) e os maiores valores (entre 2 m/s e 2,5 m/s) entre os meses de setembro a novembro (estação da primavera) para os meses compreendidos entre setembro e novembro sobre a cidade de Seropédica. Para os demais meses, que compreendem as estações de verão e inverno, verificam-se valores médios mensais variando entre os limiares observados nas estações da primavera e outono. Entretanto, verifica-se para este parâmetro uma quantidade significativa de *outliers*, caracterizando que a distribuição estatística associada a esta variável não é a mesma observada para os dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho e pressão ao nível médio do mar.

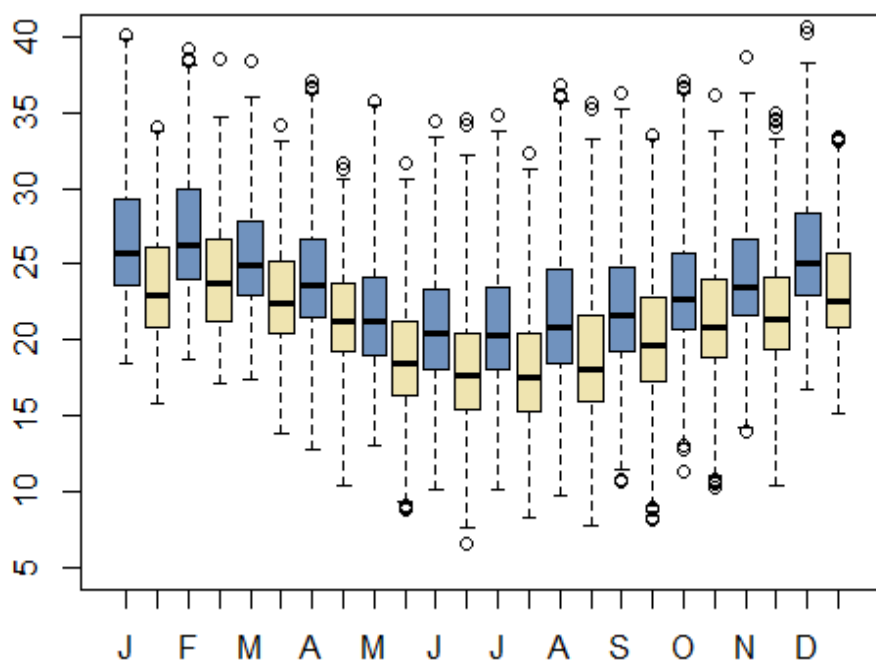


Figura 2 – Distribuição mensal dos dados de temperatura do ar horários para a estação Ecologia Agrícola (Azul) e reanálise ERA 5 (bege) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

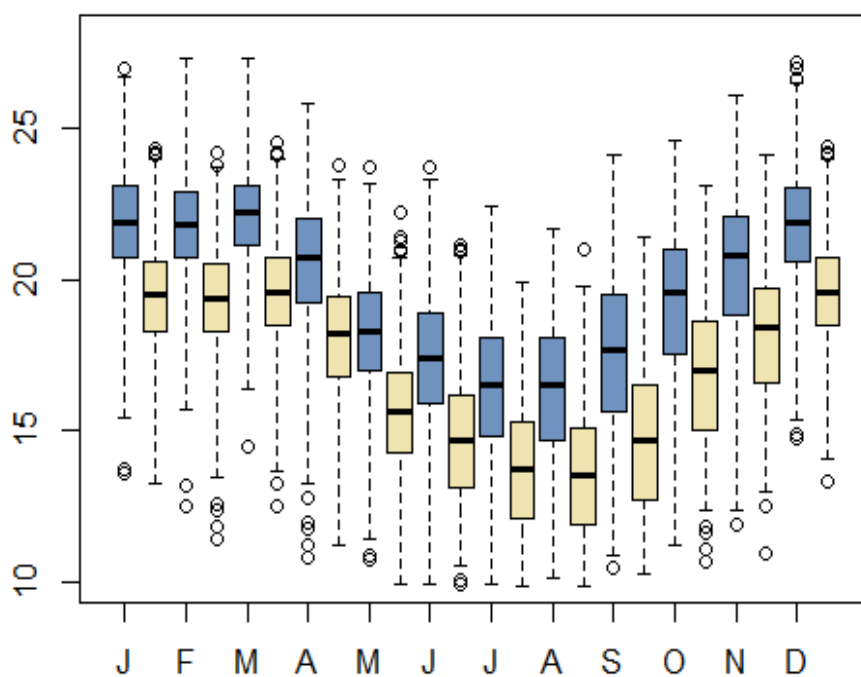


Figura 3 – Distribuição mensal dos dados de temperatura do ponto de orvalho horários para a estação Ecologia Agrícola (Azul) e reanálise ERA 5 (bege) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

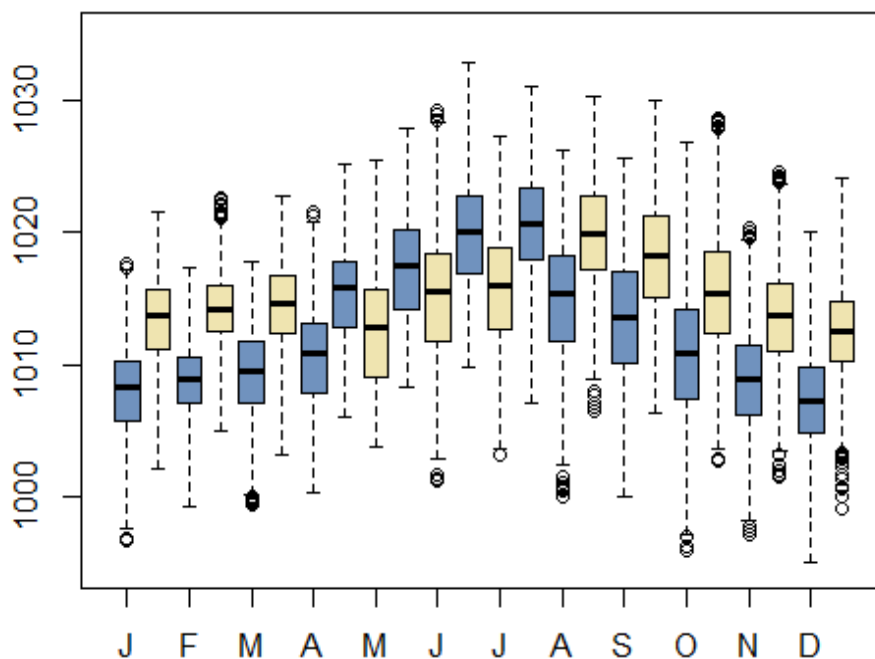


Figura 4 – Distribuição mensal dos dados de pressão atmosférica ao nível médio do mar horários para a estação Ecologia Agrícola (Azul) e reanálise ERA 5 (bege) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

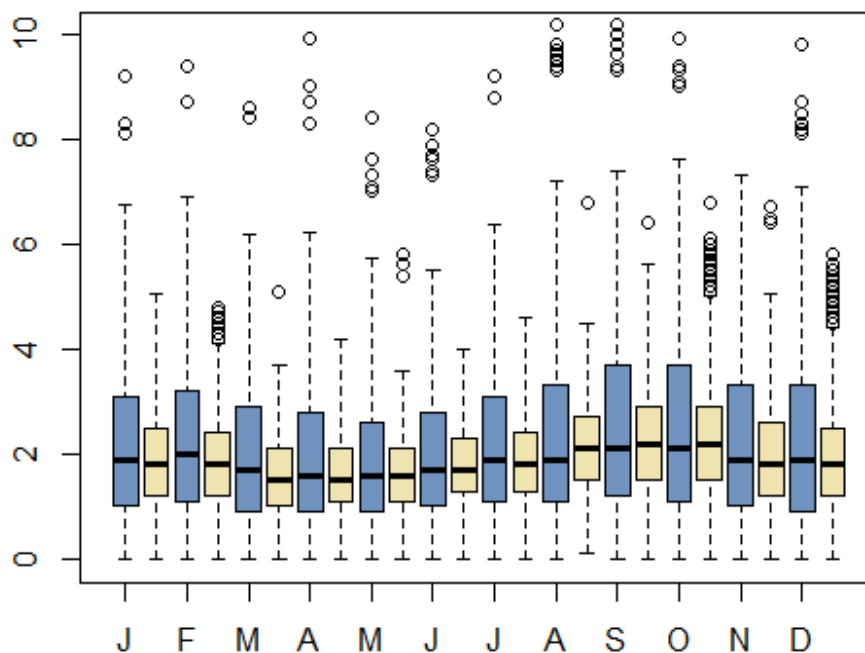


Figura 5 – Distribuição mensal dos dados de intensidade do vento horários para a estação Ecologia Agrícola (Azul) e reanálise ERA 5 (bege) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

4 Coeficiente de Pearson

As Figuras 6 e 7 mostram os resultados dos coeficientes de Pearson mensais obtidos para cada um dos quatro parâmetros meteorológicos avaliados entre 2008 e 2018. Entre os quatro parâmetros analisados, verifica-se que a temperatura do ar (TEMP) e a pressão ao nível médio do mar (PNMM) apresentaram os maiores coeficientes, com um máximo de 0,913 (destacado em vermelho) no mês de abril para TEMP e um máximo de 0,949 (vermelho) no mês de outubro para PNMM. Uma variação destes coeficientes é observada para a temperatura do ponto de orvalho (TD), para este parâmetro verifica-se que o valor máximo foi de 0,818 (vermelho) em novembro. Uma distribuição de menores valores deste coeficiente é observada para a intensidade do vento (IV). Para todos os meses, verificam-se valores menores do que 0,50, com um máximo de 0,464 (vermelho) para o mês de setembro.

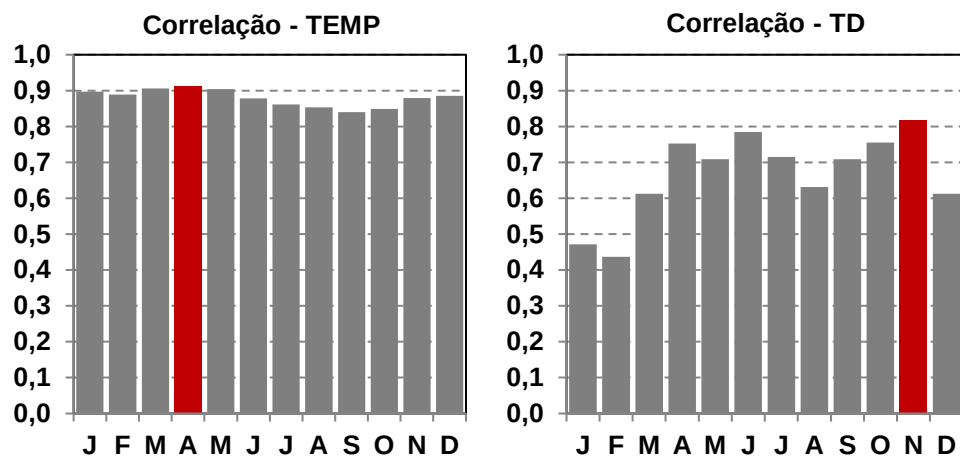


Figura 6 – Coeficientes mensais de Pearson obtidos para a temperatura do ar (esquerda) e temperatura do ponto de orvalho (direita) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

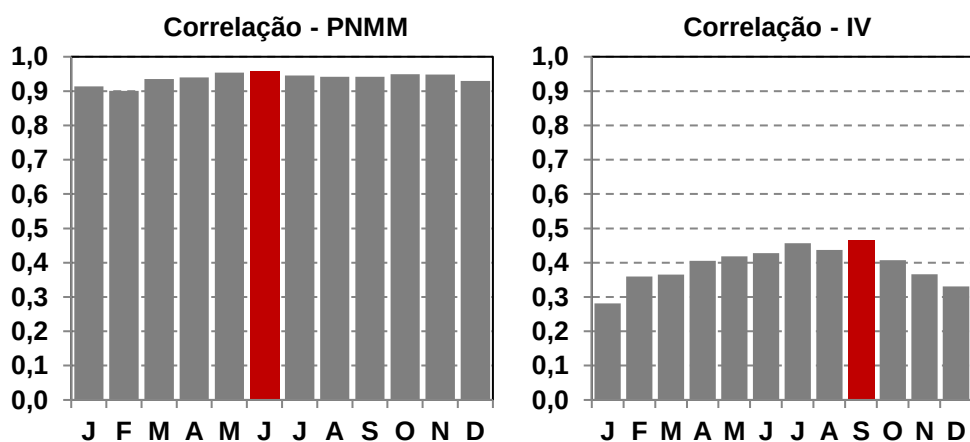


Figura 7 – Coeficientes mensais de Pearson obtidos para a pressão ao nível médio do mar (esquerda) e intensidade do vento (direita) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

Acredita-se que os menores valores de correlação encontrados para a temperatura do ponto de orvalho e a intensidade do vento estejam relacionados à alta dependência das condições locais (como, por exemplo, aquecimento diferenciado por ser uma região florestal, presença de árvores, cursos d'água, entre outros) associadas a estas duas variáveis que não são totalmente caracterizadas na reanálise ERA 5. Ressalta-se também que a reanálise possui uma resolução espacial de 31 km, logo se sugere que os principais mecanismos controladores de TD e IV ocorram numa escala menor que 31 km não sendo, então, caracterizados pela reanálise. As variáveis TEMP e PNMM, entretanto, apresentam um ótimo desempenho em relação aos dados observados, sugerindo que ambas respondem a mecanismos meteorológicos que ocorrem em uma escala superior a 31 km de resolução horizontal.

5 Conclusões

Através da análise mensal dos dados coletados pela estação Ecologia Agrícola e os dados assimilados pela reanálise ERA 5 foi possível avaliar qualitativamente os parâmetros temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica ao nível médio do mar e intensidade do vento entre janeiro de 2008 e agosto de 2018. Os resultados mostraram que os quatro parâmetros meteorológicos que os dados da reanálise ERA 5 conseguiram acompanhar adequadamente a distribuição e amplitude dos dados horários coletados *in situ* pela estação Ecologia Agrícola na escala mensal, até mesmo para os valores considerados como *outliers*, isto é, que estiveram acima dos limiares estabelecidos pelos quartis um e três para cada mês da distribuição de dados, verifica-se um mesmo padrão de comportamento mensal.

Uma análise quantitativa entre estas duas fontes de dados foi realizada através do grau de correlação, coeficiente de Pearson, medido entre ambas. Os coeficientes mostraram os maiores valores para a temperatura do ar e pressão atmosférica ao nível médio do mar. Os menores valores foram observados para a temperatura do ponto de orvalho e intensidade do vento. Acredita-se que os menores valores de correlação encontrados para a temperatura do ponto de orvalho e a intensidade do vento estejam relacionados à alta dependência das condições locais associadas a estas duas variáveis que não foram totalmente caracterizadas na reanálise ERA 5. Ressalta-se também que a reanálise possui uma resolução espacial de 31 km, logo se sugere que os principais mecanismos controladores destas duas variáveis ocorram numa escala menor que 31 km não sendo, então, caracterizados pela reanálise.

6 Referências Bibliográficas

- Brönnimann S, Allan R, Atkinson C, and Coauthor (2018) Observations for reanalysis. Bull. Amer. Meteor. Soc.
- Guedes RL, Andreoli RV, Kayano MT, Oyama MD, Alves MAS (2005) Série temporal de precipitação mensal de Fortaleza, Brasil: comparação entre observações e dados de reanálise do NCEP/NCAR Rev Bras Meteor 20(1):83–92
- Parker WS (2016) Reanalyses and observations: What's the difference? Bull. Amer. Meteor. Soc., 97, 1565–1572

Análise de índices de instabilidade simulados pelo modelo WRF durante um evento de chuva extrema ocorrido na cidade de Nova Iguaçu

Daniela Dantas da Silva¹; Fabricio Polifke da Silva¹; Gisele Dornelles Pires¹

¹Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

danieladsilva2010@hotmail.com, briecipolifke@gmail.com, unigengenharia@gmail.com

Resumo - O conhecimento das condições meteorológicas associadas à ocorrência de eventos extremos de precipitação passados pode sinalizar a potencialidade da atmosfera para a formação de novos possíveis eventos extremos. Neste contexto, o uso de indicadores dinâmicos e termodinâmicos se apresenta como ferramenta útil na quantificação da estrutura física associada à formação de nuvens e precipitação na atmosfera, especialmente quando associada aos eventos de caráter extremo. Este trabalho utilizou as saídas do modelo numérico Weather Research and Forecasting (WRF) em diferentes condições de inicialização e domínios de grade para calcular e avaliar a evolução temporal de cinco indicadores termodinâmicos e dois indicadores dinâmicos durante um evento de chuva extrema ocorrido na cidade de Nova Iguaçu. Através da análise concomitante dos indicadores termodinâmicos verificou-se que a principal componente da instabilidade térmica esteve associada às variações de umidade nos baixos e médios níveis da atmosfera. Os indicadores dinâmicos representaram adequadamente a circulação proposta pela equação da continuidade. Entre os domínios utilizados, verificou-se que a grade (resolução horizontal) de 03 km apresentou as maiores amplitudes (valores significativos) para todos os indicadores analisados.

Palavras-chave: Chuva, WRF, indicadores

Abstract - The meteorological conditions knowledge related to the occurrence of past extreme rainfall can aid in the identification of the atmospheric potentiality for the formation of new possible extreme events. In this context, the use of dynamic and thermodynamic indicators is a useful tool for the quantification of the physical structure associated with the atmospheric formation of clouds and rainfall, especially when associated with extreme events. This work used the outputs of Weather Research and Forecasting (WRF) numerical model in different startup conditions and grid domains to calculate and evaluate the temporal evolution of five thermodynamic indicators and two dynamic indicators during an extreme rainfall event occurred in Nova Iguaçu city. Through the concomitant analysis of the thermodynamic indicators, we could verify the main component of the thermal instability was associated with the variations of moisture in the lower and middle atmospheric levels. The dynamic indicators adequately represented the circulation proposed by the continuity equation. Among the domains used, verified that the 03 km grid (horizontal resolution) presented the largest amplitudes (significant values) for all indicators analyzed.

Keywords: Rainfall, WRF, indicators

1 Introdução

Eventos extremos de precipitação podem ocasionar diversos danos socioeconômicos às atividades da sociedade, principalmente quando favorecem a ocorrência de desastres naturais do tipo inundação e deslizamentos de encostas. Informações precisas das condições atmosféricas conducentes à formação de chuvas intensas são, portanto, imprescindíveis para a mitigação dos possíveis danos associados em consequência dos eventos extremos de chuva. Assim, a busca por melhores informações quantitativas associadas à potencialidade da atmosfera para a formação, assim como sua previsão, de taxas significativas de chuva nas escalas diárias e horárias, tornou-se um tema de grande relevância a ser abordado pela comunidade de pesquisa dedicada ao desenvolvimento e gestão

ambiental, pois necessita de uma abordagem multidisciplinar devido à sua capacidade intrínseca de modificar as características e influenciar o comportamento do ambiente físico com o qual interage (Lemos e Calbete 1996).

Silva (2011) em uma compilação de artigos científicos mostrou que a previsão da precipitação ainda não tem atingindo bons resultados quando comparada aos dados observados pelos pluviômetros em superfície, especialmente quando se trata de eventos extremos de precipitação. Em seu trabalho, Silva (2011) relata que, na maior parte dos casos, os modelos numéricos conseguem até gerar um comportamento similar, isto é, qualitativo, da precipitação simulada em relação à precipitação observada, entretanto tendem a apresentar menores valores (subestimativa) em relação aos dados observados. Inserido nesse contexto, Teixeira e Satyamurty (2007) descrevem que variáveis presentes na estrutura termodinâmica e dinâmica da atmosfera podem detectar a sua potencialidade para a formação da precipitação. Desta maneira, por mais que os resultados obtidos através de modelagem numérica não sejam úteis para prever a quantidade e local exato dos episódios de chuvas extremas, é possível avaliar a partir do comportamento destas variáveis se um possível evento significativo de chuva poderá ocorrer ou não.

Consideram-se indicadores termodinâmicos aqueles que expressam as variações térmicas (temperatura e umidade) horizontais e verticais presentes na atmosfera. Os indicadores dinâmicos procuram caracterizar a estrutura atmosférica favorável à formação das a partir dos movimentos verticais e horizontais existentes da atmosfera, ou seja, velocidade e direção do vento (Teixeira e Satyamurti 2007). A Tabela 1 apresenta alguns dos indicadores termodinâmicos e dinâmicos existentes na literatura e utilizados neste trabalho. Nas fórmulas apresentadas na Tabela 1, T e Td, ambos medidos em graus centígrados (°C), caracterizam a temperatura do ar ambiente e a temperatura do ponto de orvalho, respectivamente, enquanto os números subscritos dessas variáveis referem-se aos níveis isobáricos (hPa) nos quais são medidos. Tvp e Tv (também em °C) referem-se respectivamente às temperaturas virtuais de uma parcela de ar e de seu ambiente circundante; LFC é o nível de convecção espontânea de uma parcela elevada; e o LNB fornece seu nível de equilíbrio. Interpretações físicas das variáveis na Tabela 1 são apresentadas em detalhe a seguir.

Tabela 1 – Indicadores dinâmicos e termodinâmicos

Variável	Fórmula
Índice K	$K = (T_{850} + Td_{850}) - (T_{700} - Td_{700}) - T_{500}$
Índice TT	$TT = (T_{850} + Td_{850}) - 2 * T_{500}$
Energia total da tempestade	$TS = c_p T + gZ + Lq + \frac{V^2}{2}$
Lapse-Rate	$LR = -\frac{\partial T}{\partial Z}$
Convective potential available energy	$CAPE = g \int_{LFC}^{LNB} \frac{T_{vp}(z) - T_v(z)}{T_v(z)} dz$
Convergência	$CONV = \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) < 0$
Divergência	$DIV = \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) > 0$

O índice K é definido pela soma das temperaturas do bulbo seco e do ponto de orvalho em 850 hPa, subtraído da depressão do ponto de orvalho em 700 hPa e a temperatura do bulbo seco em 500 hPa (George 1960). Ocorrências de K acima do limiar de 30°C são consideradas como favoráveis à ocorrência de chuvas intensas, enquanto valores de K acima do limiar 40°C caracterizam uma possibilidade extremamente alta de um evento extremo de chuva (Nascimento 2005). Apesar do índice Total Totals (TT) ser bastante similar ao índice K, apresenta a sua principal diferença ao não considerar a depressão do ponto de orvalho em 700 hPa (Miller 1972). Em geral, ocorrências de TT acima de 40°C indicam condições favoráveis a chuvas, e valores acima de 50°C a presença de instabilidade termodinâmica favorável à formação de tempestades severas (Nascimento 2005).

A energia total da tempestade (TS) é caracterizada pela soma da entalpia específica, da energia potencial, energia cinética e energia produzida pela liberação de calor latente associada à mudança de fase d'água. O índice TS é considerado como uma variável conservativa no que tange aos processos saturados insaturados e adiabáticos associados aos fenômenos meteorológicos que favorecem a formação da precipitação (Darkow 1986). A taxa de variação vertical da temperatura, ou do inglês *lapse-rate*, (LR) caracteriza a taxa de variação de temperatura atmosférica entre dois níveis de pressão (700 hPa e 500 hPa como os dois níveis de medição). Segundo Nascimento (2005), quanto maior for o valor de LR (geralmente acima de 6°C/km) entre essas duas camadas, mais favorável à atmosfera se encontra para a formação da precipitação convectiva.

A energia potencial disponível para convecção, do inglês *convective available potential energy* (CAPE), por sua vez, representa uma integração vertical da diferença entre a temperatura virtual da parcela $T_{vp}(z)$ e a temperatura virtual do ambiente circundante $T_v(z)$ ao longo do percurso pelo qual uma parcela é levantada livremente - nomeadamente do nível de convecção livre (LFC) para o nível atmosférico chamado flutuabilidade neutra (LNB). O LNB geralmente indica o topo das nuvens convectivas ou o nível de divergência da bigorna. Quanto maior o valor da CAPE, mais propensa a atmosfera se encontra para a formação de convecção profunda na presença de uma forçante dinâmica. A convergência dos ventos (CONV) nos níveis mais baixos de atmosfera (850 hPa), a divergência dos ventos (DIV) nos níveis atmosféricos superiores (250 hPa) representam os mecanismos dinâmicos desencadeadores necessários para promover o movimento ascendente do ar (Silva 2011).

Este trabalho tem como objetivo avaliar qualitativamente e quantitativamente o comportamento de sete indicadores dinâmicos e termodinâmicos para um evento de precipitação extrema ocorrido na cidade de Nova Iguaçu em diferentes condições de inicialização temporal e domínios simulados pelo modelo WRF. A avaliação qualitativa corresponderá a análise da evolução temporal de cada indicador durante o dia em que houve o evento de precipitação extrema. A avaliação quantitativa será realizada através de estatísticas de verificação entre os indicadores analisados e a precipitação observada em superfície na cidade de Nova Iguaçu. Espera-se através da metodologia proposta identificar preliminarmente qual seria o melhor instante de tempo e domínio de simulação para a cidade de Nova Iguaçu.

2 Materiais e Métodos

O município de Nova Iguaçu é uma cidade localizada na região administrativa da Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro, possui população estimada 798 657 habitantes (ano de 2017) segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (<http://www.ibge.gov.br/home/>) e ocupa uma área de 523,888 km² (Figura 1). Utilizando os dados das estações da rede telemétrica do Sistema de Alerta de Cheias do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) localizadas na cidade de Nova Iguaçu (Figura 1), Costa *et al.* (2018) utilizando o limiar de chuvas acima de 100 mm/ dia identificaram a ocorrência de seis eventos extremos de precipitação entre 2008 e 2018 sobre a cidade. Entre todos os eventos identificados, optou-se por realizar e avaliar a simulação do evento de chuva que apresentou o maior acumulado diário observado, sendo este o evento de chuva ocorrido em 03 de janeiro de 2013.

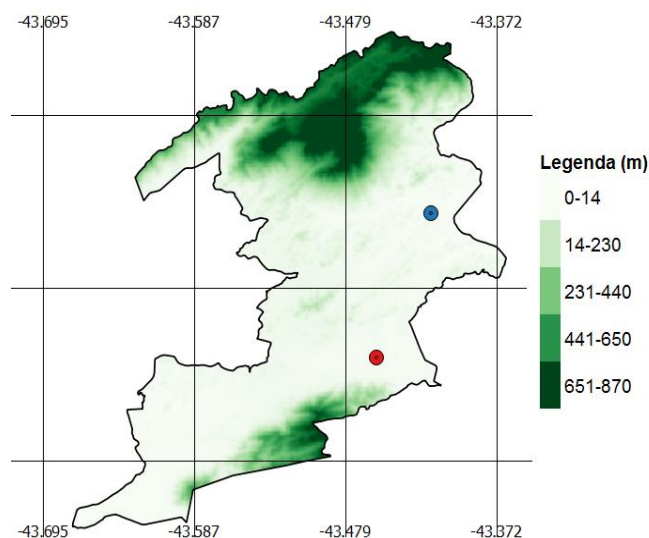


Figura 1- Perfil de elevação da cidade de Nova Iguaçu e estações Catavento (azul) e GBM Nova Iguaçu (vermelho) do Sistema de Alerta de Cheias do INEA (Fonte: Costa *et al.* (2018)).

A simulação numérica foi realizada utilizando o modelo Weather Research and Forecasting (WRF) (Skamarock *et al.* 2008) versão 3.8. As parametrizações físicas utilizadas foram o Modelo de Transferência Radiativa Rápida para radiação de ondas longas (Mlawer *et al.* 1997), o esquema de radiação de onda curta Dudhia (Dudhia 1989), o esquema de microfísica de 3 momentos WRF (Hong *et al.* 2004), O esquema de parametrização do cumulus de Kain-Fritsch (Kain 2004), o modelo unificado de superfície terrestre Noah (Tewari *et al.* 2004), o MM5 revisado Monin-Obukhov (Jimenez *et al.* 2012) para camada superficial e o limite planetário da Universidade Yon-Sei Esquema de parametrização de camadas (Hong *et al.* 2006).

As condições de contorno inicial e lateral utilizadas para a realização das simulações utilizando o modelo WRF foram obtidas através das análises do Global Forecast System (GSF, <http://www.emc.ncep.noaa.gov/GSF/doc.php>) com intervalos de seis horas e resolução horizontal de 0,50° x 0,50°. Para a avaliação da precipitação foram realizadas simulações começando 72 horas, 48 horas e 24 horas antecedentes ao dia 03/01/2013 e terminando às 22h00 do dia 04/01/2013 com a finalidade de caracterizar a performance do modelo quando submetido a diferentes condições temporais de inicialização. O modelo foi também configurado

com um total de três domínios e hierarquias de grade WRF modeladas com resoluções de domínio horizontal de 27 km (d01), 09 km (d02) e 03 km (d03), respectivamente (Figura 2).

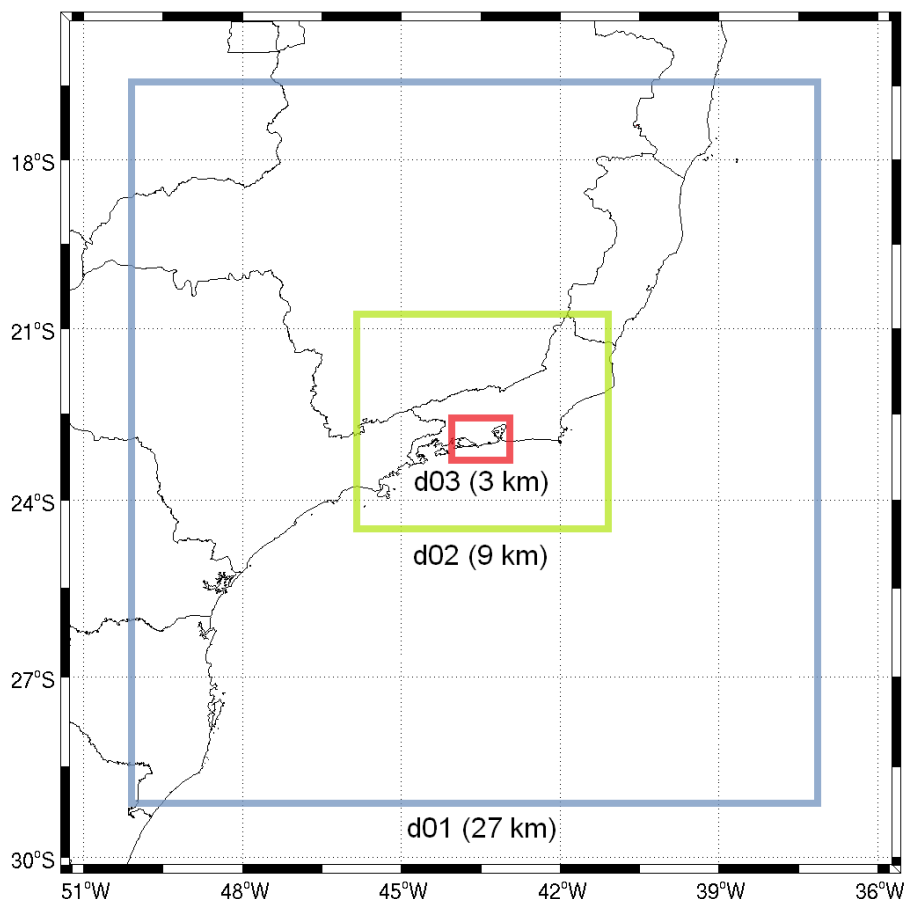


Figura 2 – Domínios da grade utilizada nas simulações com o modelo WRF.

3 Evento de chuva extrema ocorrido em 03 de janeiro de 2013 na cidade de Nova Iguaçu

Segundo informações presentes no Boletim Climanálise realizado pelo CPTEC/INPE (<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>) a formação da chuva sobre o estado do Rio de Janeiro no dia 03/01/2013 esteve associada à presença de uma frente fria sobre a região sudeste do Brasil. Devido ao alto aquecimento diurno, decorrente do verão austral, e disponibilidade sobre a região, a presença da frente fria favoreceu um suporte dinâmico para a formação de tempestades convectivas (Figura 3) sobre a cidade de Nova Iguaçu (Costa *et al.* 2018). Os dados de chuva coletados pelas estações Catavento e GBM Nova Iguaçu durante o dia 03 de janeiro de 2013 podem ser observados através da Figura 4. Verifica-se que a estação de GBM apresentou maiores acumulados diários e horários em relação à estação Catavento, caracterizando a alta variabilidade variável e o seu desafio para a mitigação dos possíveis danos associados a sua ocorrência.

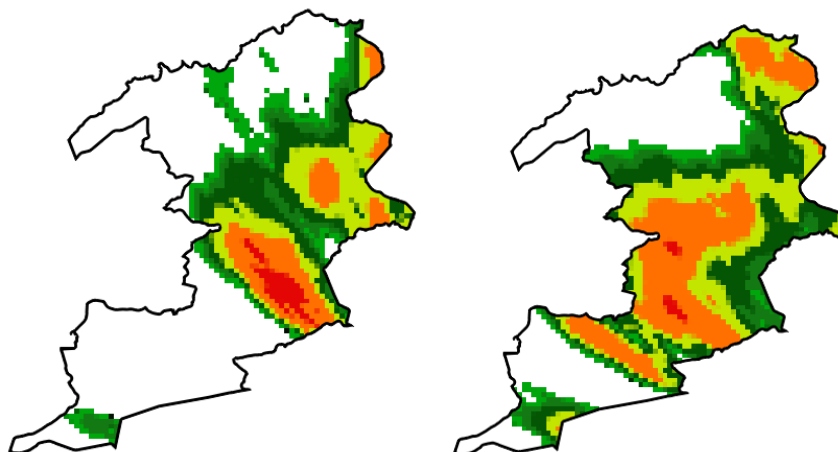


Figura 3 – Imagem georreferenciada do radar do Sumaré e recortada para a cidade de Nova Iguaçu às 09h30 (esquerda) e 15h30 (direita) do dia 03/01/2013.

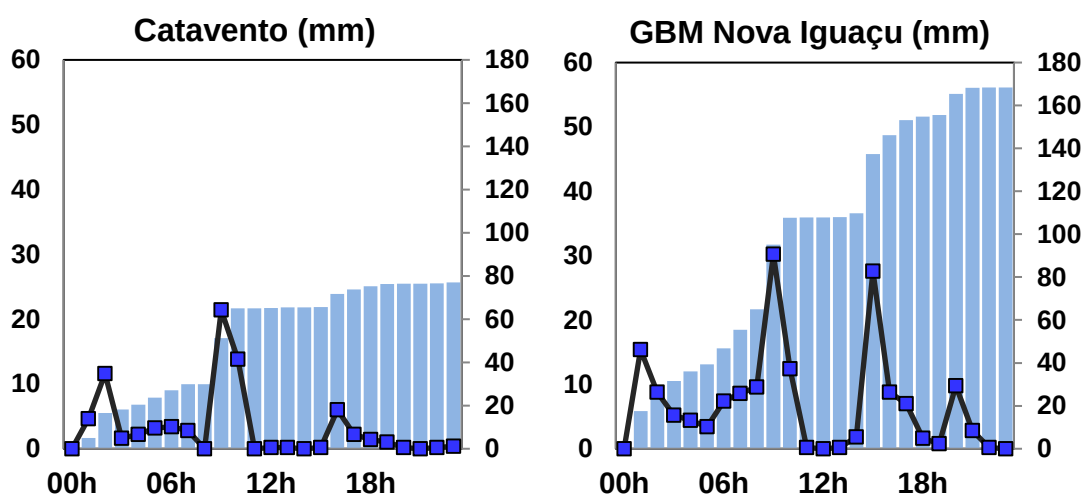


Figura 4 – Precipitação acumulada (barras) e horária (linhas) observada em 03 de janeiro de 2013 na estação Catavento (esquerda) e GBM Nova Iguaçu (direita).

4 Indicadores dinâmicos e termodinâmicos

A partir das Figuras 5 a 11 é possível avaliar a evolução temporal de cada um dos sete indicadores analisados para o evento de chuva extrema ocorrido na cidade de Nova Iguaçu para o ponto de grade localizado sobre a estação Cata-vento (linhas com quadrados) e sobre a estação GBM Nova Iguaçu (linhas com círculos). Além da análise entre os dois pontos de grade, pretende-se também avaliar o resultado destes indicadores começando 72 horas (esquerda), 48 horas (central) e 24 horas (direita) para a grade (1) de 27 km (marrom), para a grade (2) de 09 km (verde) e para a grade (3) de 03 km (rosa). O objetivo desta metodologia é verificar se aumentando a resolução espacial e diminuindo a antecedência de integração associada à simulação do evento extremo analisado serão obtidos melhores resultados em relação ao proposto pela literatura.

Através da evolução temporal do índice K (Figura 5) para todas as simulações e para os dois pontos de grade analisados, verificam-se valores expressivos deste índice com valores acima de 30°C durante o dia 03 de janeiro de 2013. Os maiores valores são observados somente para os domínios G3, isto é, com resolução espacial de 03 km, valores intermediários são observados no domínio G2 (09 km) e os menores valores no domínio G1 (27 km). Tal comportamento caracteriza que o modelo tendeu a caracterizar uma maior instabilidade termodinâmica na medida em que houve um aumento de resolução, caracterizando a alta dependência das condições locais associadas à formação da chuva para o evento extremo de chuva analisado.

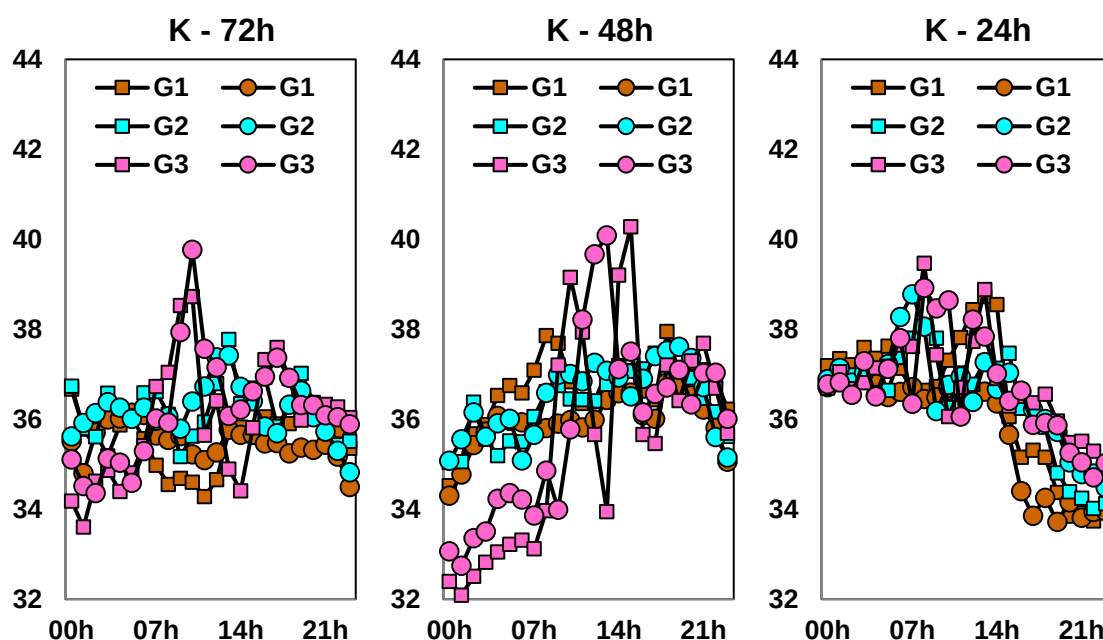


Figura 5 – Evolução temporal do índice K começando 72 horas (esquerda), 48 horas (central) e 24 horas (direita) para a grade (1) de 27 km (marrom), para a grade (2) de 09 km (verde) e para a grade (3) de 03 km (rosa) para o ponto de grade localizado sobre a estação Cata-vento (retângulos) e GBM Nova Iguaçu (círculos).

A evolução temporal do índice TT (Figura 6) apresenta um comportamento similar ao observado no índice K, isto é, os maiores valores são observados somente para os domínios G3, isto é, com resolução espacial de 03 km, valores intermediários são observados no domínio G2 (09 km) e os menores valores no domínio G1 (27 km). Com relação a sua intensidade, também são verificados valores significativos, acima de 40°C deste indicador para todas as simulações realizadas. A grande semelhança entre a evolução temporal do índice K e do índice TT indica que para este evento de chuva o modelo caracterizou uma alta disponibilidade de energia e umidade em toda a troposfera (Nascimento 2005). Através de uma análise comparativa entre os dois índices, verifica-se que os maiores valores são observados no decorrer da tarde caracterizando a reposta da atmosfera ao aquecimento diurno e o aumento de umidade relacionado aos processos de evapotranspiração.

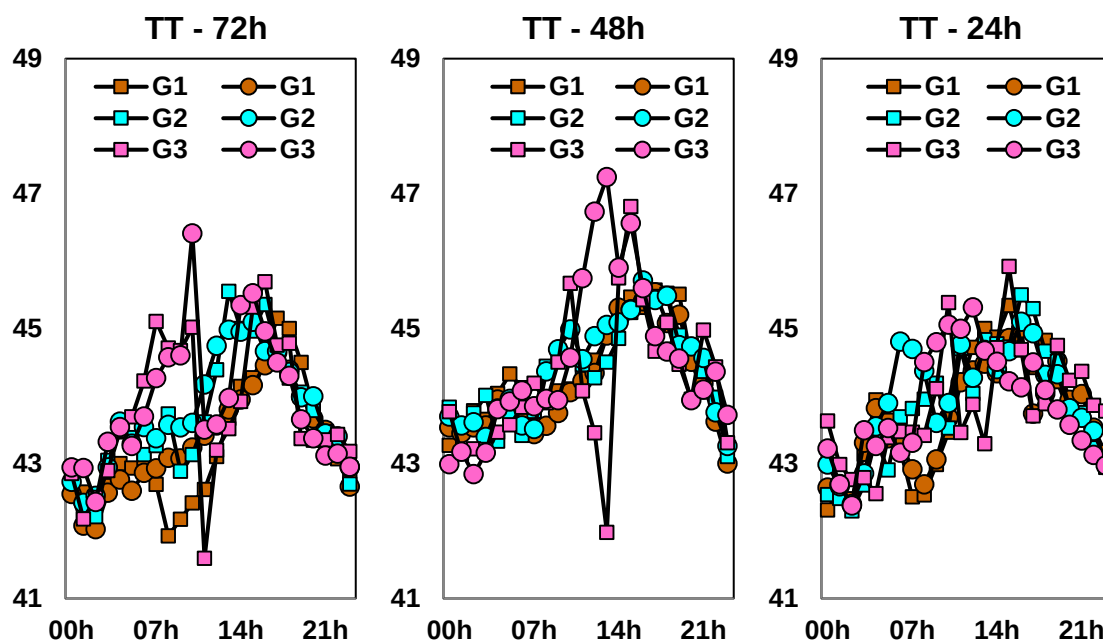


Figura 6 – Evolução temporal do índice TT começando 72 horas (esquerda), 48 horas (central) e 24 horas (direita) para a grade (1) de 27 km (marrom), para a grade (2) de 09 km (verde) e para a grade (3) de 03 km (rosa) para o ponto de grade localizado sobre a estação Cata-vento (retângulos) e GBM Nova Iguaçu (círculos).

Os resultados obtidos para as simulações da CAPE podem ser observados através da Figura 7. Para todos os domínios de integração e condições de inicialização verifica-se que o modelo tendeu a caracterizar valores não significativos deste índice (abaixo de 2500 kg/J). Sendo este índice fortemente influenciado pelas condições de superfície e através de uma comparação com os resultados obtidos pelos índices K e TT, verifica-se que a instabilidade atmosférica tendeu a se encontrar nos níveis atmosféricos entre 850 hPa e 500 hPa. Sugere-se que tal comportamento poderia estar relacionado à presença da frente fria sobre a região, favorecendo a advecção de ar frio oriundo de latitudes maiores em direção ao estado do Rio de Janeiro. Assim, com uma menor disponibilidade de aquecimento diurno, uma menor instabilidade termodinâmica em superfície poderia ser consequentemente observada. Além disso, os baixos valores associados aos resultados das simulações da CAPE poderiam também estar associados à alta disponibilidade de umidade na atmosfera favorecendo um perfil mais estreito no diagrama SkewT/log P e consequentemente menores valores desta variável.

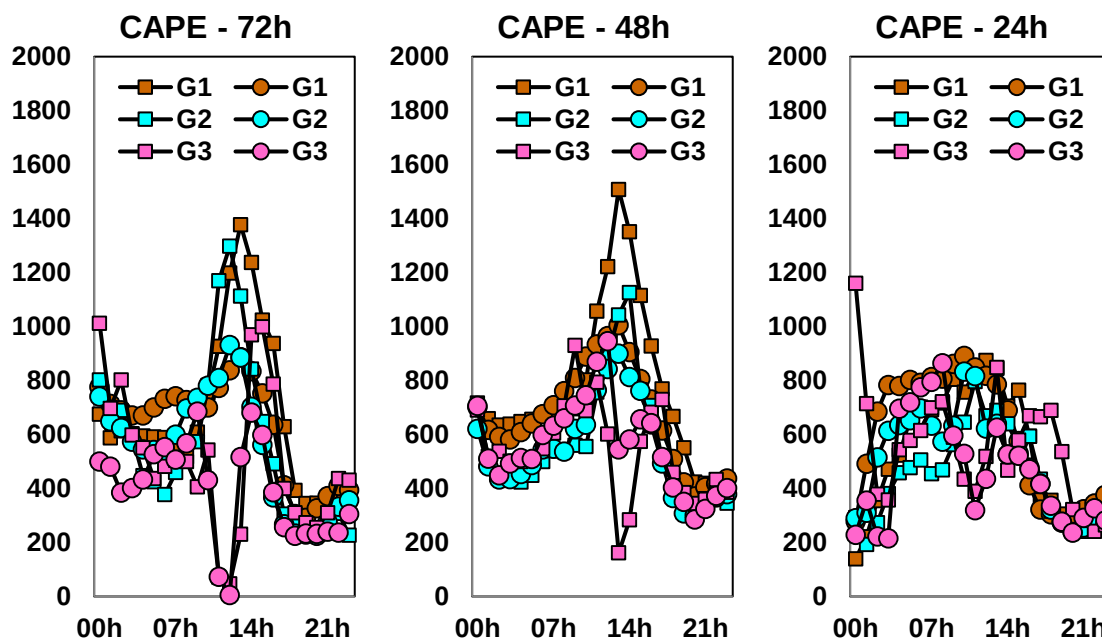


Figura 7 – Evolução temporal do índice CAPE começando 72 horas (esquerda), 48 horas (central) e 24 horas (direita) para a grade (1) de 27 km (marrom), para a grade (2) de 09 km (verde) e para a grade (3) de 03 km (rosa) para o ponto de grade localizado sobre a estação Cata-vento (retângulos) e GBM Nova Iguaçu (círculos).

A evolução temporal dos índices LR e TS pode ser observada nas Figuras 8 e 9 respectivamente. Para ambos os índices verificam-se maiores valores à tarde simulados pelo modelo WRF. Corroborando os resultados dos outros índices analisados (Figuras 5 a 7), sugere-se que tal comportamento esteja associado ao aquecimento diurno e disponibilidade de umidade pela evapotranspiração que podem apresentar resultados significativos durante a estação quente (verão) sobre a região analisada. Segundo critério proposto por Nascimento (2005), valores de LR acima de $6,5\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ geralmente caracterizam condições atmosféricas favoráveis a formação da precipitação oriundas do aquecimento diurno. Entretanto, para todas as grades de simulação e condições de inicialização valores abaixo deste limiar são observados. Tal comportamento corrobora os baixos valores observados no índice CAPE indicando que neste dia a atmosfera tendeu a apresentar um perfil mais estreito da CAPE e, consequentemente, menores valores simulados pelo modelo WRF. O índice TS (Figura 9), entretanto, mostra valores expressivos durante o dia de simulação para todas as condições de inicialização com valores mais expressivos para o domínio G3 (03 km). Tal característica está principalmente associada à liberação de calor latente nos níveis médios da atmosfera (500 hPa) associada à mudança de fase de água e formação de precipitação corroborando ao observado nos índices K (Figura 5) e TT (Figura 6).

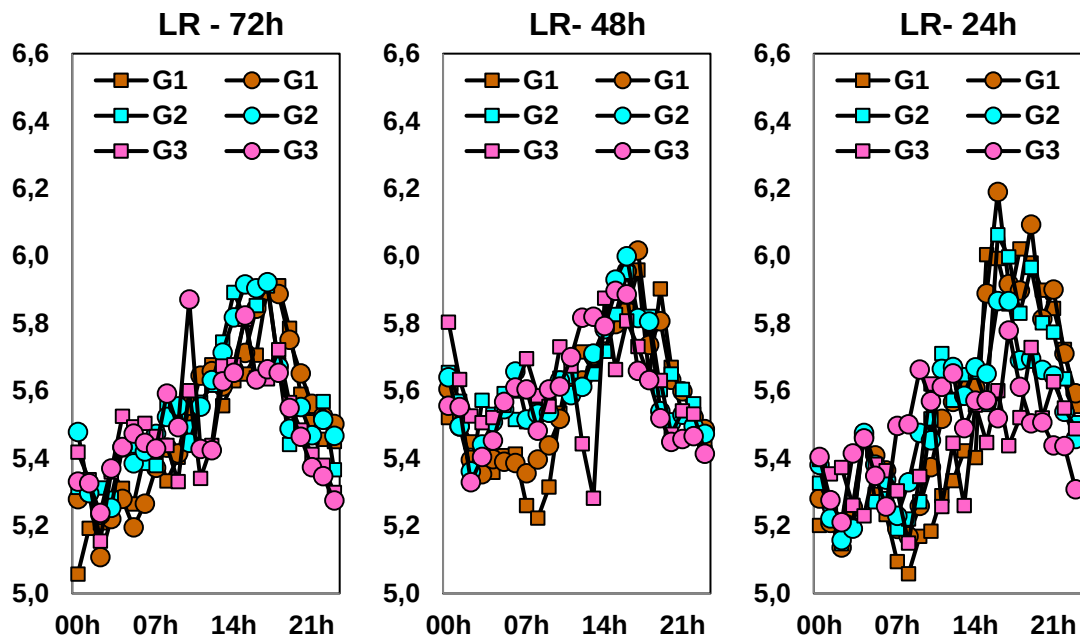


Figura 8 – Evolução temporal do índice LR começando 72 horas (esquerda), 48 horas (central) e 24 horas (direita) para a grade (1) de 27 km (marrom), para a grade (2) de 09 km (verde) e para a grade (3) de 03 km (rosa) para o ponto de grade localizado sobre a estação Catavento (retângulos) e GBM Nova Iguaçu (círculos).

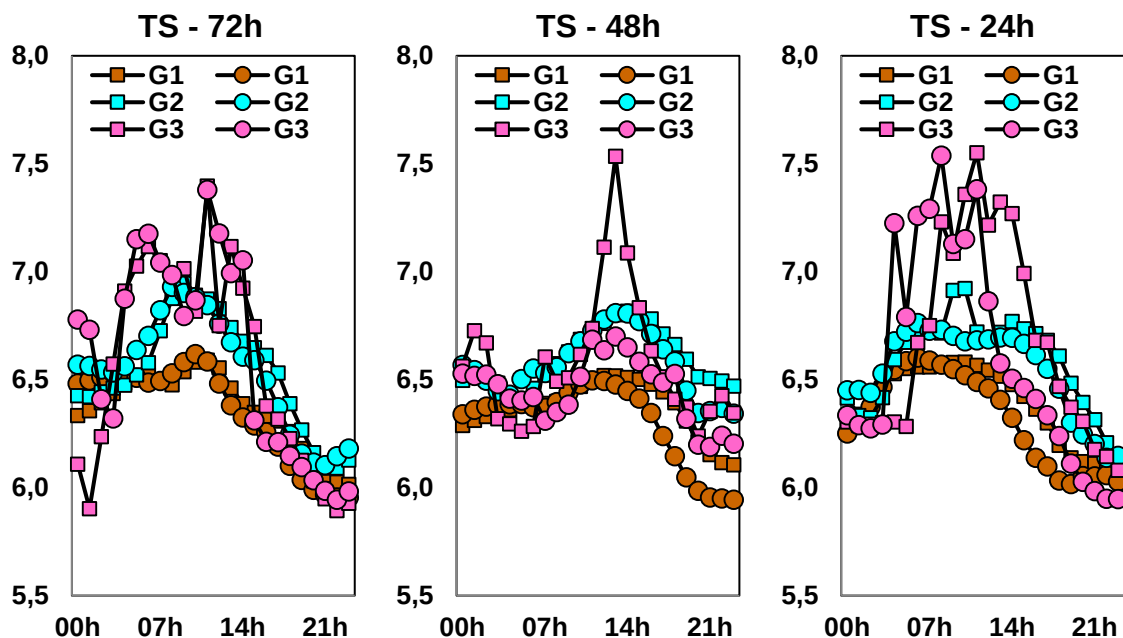


Figura 9 – Evolução temporal do índice TS começando 72 horas (esquerda), 48 horas (central) e 24 horas (direita) para a grade (1) de 27 km (marrom), para a grade (2) de 09 km (verde) e para a grade (3) de 03 km (rosa) para o ponto de grade localizado sobre a estação Cata-vento (retângulos) e GBM Nova Iguaçu (círculos).

Os indicadores dinâmicos CONV (Figura 10) e DIV (Figura 11) são mostrados a seguir. Valores negativos de CONV nos baixos níveis da atmosfera e valores positivos de DIV nos altos níveis da atmosfera são considerados como representativos da circulação atmosférica favorável à formação das nuvens e precipitação. Para todas as condições de inicialização e domínios de integração, verifica-se que a grade com a maior resolução espacial (03 km) tendeu a caracterizar condições atmosféricas favoráveis à formação da precipitação no dia 03 de janeiro de 2013 caracterizando a importância das condições locais associadas à configuração dos ventos nos baixos níveis da atmosfera sobre a região, principalmente relacionadas ao transporte de umidade dos níveis atmosféricos próximos em superfície em direção aos níveis atmosféricos superiores.

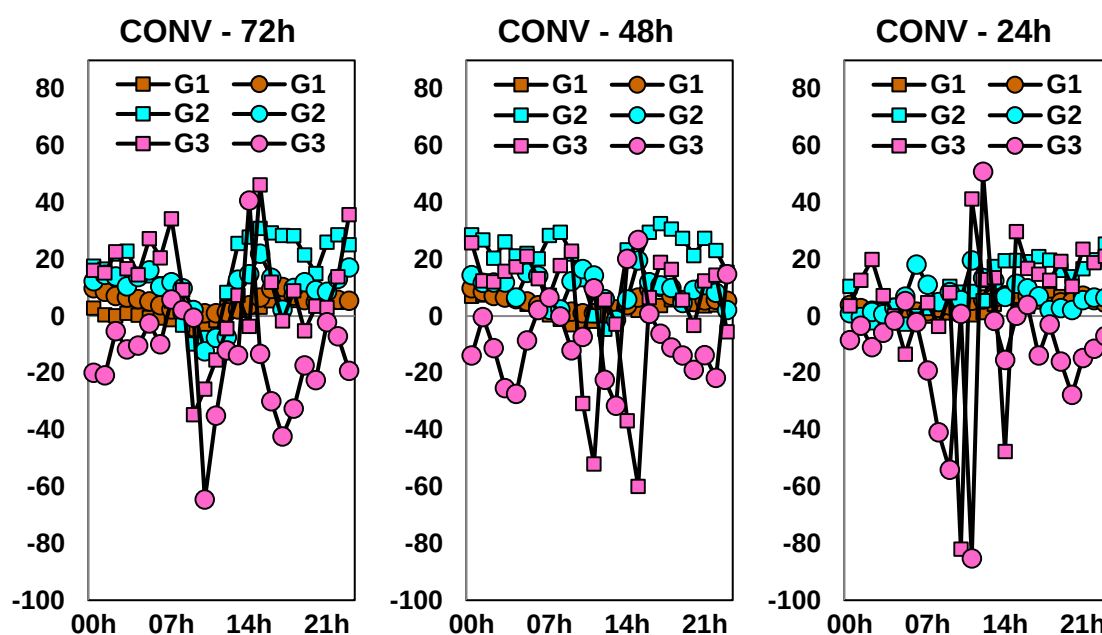


Figura 10 – Evolução temporal do índice CONV começando 72 horas (esquerda), 48 horas (central) e 24 horas (direita) para a grade (1) de 27 km (marrom), para a grade (2) de 09 km (verde) e para a grade (3) de 03 km (rosa) para o ponto de grade localizado sobre a estação Catavento (retângulos) e GBM Nova Iguaçu (círculos).

Os resultados do índice DIV (Figura 11) também caracterizam condições atmosféricas favoráveis à formação da precipitação nos altos níveis da atmosfera. Similar ao índice CONV (Figura 10), valores mais expressivos do DIV são observados para o domínio de 27 km (G3) em relação aos outros domínios de simulação corroborando a dependência das condições locais para a formação das chuvas observadas no dia 03 de janeiro de 2013 sobre a cidade de Nova Iguaçu. Através de uma análise comparativa entre estes dois indicadores dinâmicos é possível também observar uma alternância entre os valores negativos de CONV em 850 hPa e DIV em 250 hPa caracterizando a defasagem temporal associada a equação da continuidade presente no comportamento dos fluidos.

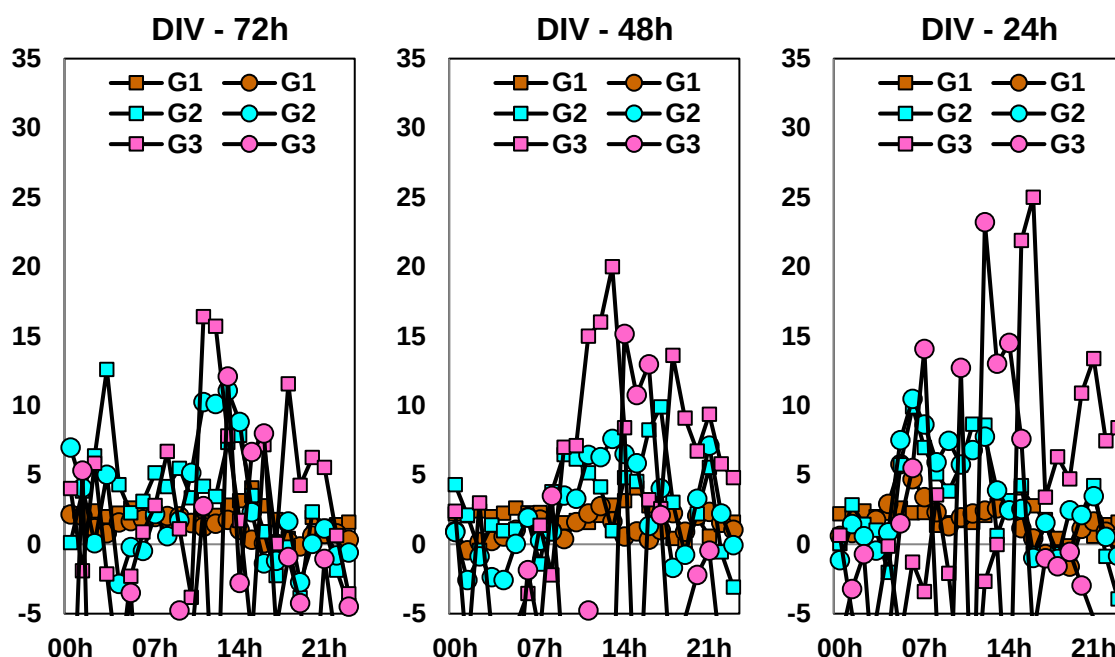


Figura 11 – Evolução temporal do índice CONV começando 72 horas (esquerda), 48 horas (central) e 24 horas (direita) para a grade (1) de 27 km (marrom), para a grade (2) de 09 km (verde) e para a grade (3) de 03 km (rosa) para o ponto de grade localizado sobre a estação Cata-vento (retângulos) e GBM Nova Iguaçu (círculos).

5 Conclusões

Através da análise concomitante dos indicadores dinâmicos e termodinâmicos simulados pelo modelo WRF para o evento de chuva extrema ocorrido no dia 03 de janeiro de 2013 sobre a cidade de Nova Iguaçu foi possível verificar que os índices termodinâmicos K, TT e TS apresentaram valores significativos, enquanto que tal comportamento não foi observado para os índices CAPE e LR. Tal característica mostra que a principal componente de instabilidade termodinâmica presente neste dia esteve associada às variações de umidade entre 850hPa e 500hPa, sugerindo a atuação da frente fria localizada sobre a região como inibidor termodinâmico e favorecendo um resfriamento em superfície. Os indicadores dinâmicos CONV e DIV representaram adequadamente os valores esperados para a circulação atmosférica favorável à formação das nuvens e precipitação. Através de uma análise comparativa entre os três domínios de grade e condições de inicialização verificou-se que a grade de 03 km, tanto começando com 48 horas como em 24 horas, apresentou as maiores amplitudes (valores significativos) entre os indicadores analisados.

6 Referências Bibliográficas

Costa WP, Silva GR, Silva FP, Pires GD, Sampaio RF (2018) Eventos extremos de precipitação na cidade de Nova Iguaçu: Identificação e estimativa por radar. Rev Eng, Meio Amb e Inov 1:21-27

Darkow GL (1968) The total energy environment of severe storms. J Appl Meteorol 7:199–205

- Dudhia J (1989) Numerical study of convection observed during the winter monsoon experiment using a mesoscale two-dimensional model. *J Atmos Sci* 46:3077–3107
- George JJ (1960) Weather forecasting for aeronautics. Academic Press, New York
- Hong S-Y, Dudhia J, Chen S-H (2004) A revised approach to ice microphysical processes for the bulk parameterization of clouds and precipitation. *Mon Weather Rev* 132:103–120
- Hong SY, Noh Y, Dudhia J (2006) A new vertical diffusion package with an explicit treatment of entrainment processes. *Mon Weather Rev* 134:2318–2341
- Jiménez PA, Dudhia J, González-Rouco JF, Navarro J, Montávez JP, García-Bustamante E (2012) A revised scheme for the WRF surface layer formulation. *Mon Weather Rev* 140:898–918
- Lemos CF, Calbete NO (1996) Sistemas Frontais que atuaram no litoral de 1987 a 1995. *Climanálise Especial*, edição comemorativa de 10 anos
- Mlawer EJ, Taubman SJ, Brown PD, Iacono MJ, Clough SA (1997) Radiative transfer for inhomogeneous atmosphere: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave. *J Geophys Res* 102:16663–16682
- Miller R (1972) Notes on analysis and severe storm forecasting procedures of the Air Force Global Weather Central. IOP Publishing <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/744042.pdf>. Accessed 22 July 2018
- Nascimento EL (2005) Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: uma estratégia operacional adotável no Brasil? *Rev Bras Meteor* 20(1):113–122
- Silva FP (2011) Chuvas Severas no Rio de Janeiro: Indicadores dos processos físicos associados. Dissertation, Federal University of Rio de Janeiro
- Skamarock WC, Klemp JB, Dudhia J, Gill DO, Barker DM, Duda M, Huang XY, Wang W, Powers JG (2008) A description of the advanced research WRF version 3. Tech. Rep. TN-475+STR, NCAR
- Teixeira MS, Satyamurty P (2007) Dynamical and synoptic characteristics of heavy rainfall episodes in southern Brazil. *Mon Weather Rev* 135:598–617
- Tewari M, Chen F, Wang W, Dudhia J, LeMone M, Mitchell K, Ek M, Gayno G, Weigel J, Cuenca R (2004) Implementation and verification of the unified Noah land surface model in the WRF model. In: 20th conference on weather analysis and forecasting/16th conference on numerical weather prediction, pp 11–15

Análise hidrometeorológica de eventos extremos de chuvas na Bacia do Rio Iguaçu, Nova Iguaçu - Rio de Janeiro (Brasil)

Gleison Rodrigues da Silva¹; Fabricio Polifke da Silva¹; Gisele Dornelles Pires¹; Rafael João Sampaio¹

¹Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu - RJ

gleisonro2012@gmail.com, briciopolifke@gmail.com, unigengenharia@gmail.com, samprafael@gmail.com

Resumo - Eventos extremos de chuva são a causa de perdas socioeconômicas significativas em vários países e se destacam como o principal componente associado à ocorrência de inundações. Portanto, o conhecimento associado aos eventos hidrometeorológicos extremos é um tema relevante não só para a comunidade de ciências atmosféricas em engenharia, mas também interdisciplinar devido a sua alta capacidade de modificar as características e o comportamento do ambiente físico em que interage. Utilizando o limiar pluviométrico acima de 100 mm / dia, verificou-se a ocorrência de dois eventos extremos de chuvas na bacia do rio Iguaçu. O primeiro evento foi associado à Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e o segundo à presença de um sistema frontal. Através de imagens de satélite, modelagem numérica, foi possível verificar que, para o primeiro evento, as chuvas ocorreram distribuídas sobre a bacia do Iguaçu. Para o segundo evento, os resultados sugeriram que a precipitação ocorreu de forma isolada. A partir do cotograma e dos parâmetros hidrológicos também foi possível observar que o rio Iguaçu apresentou uma rápida resposta à ocorrência de chuvas nos dois eventos. No entanto, também foi possível observar que, para uma precipitação distribuída sobre a bacia, o tempo de concentração tendeu a apresentar uma menor resposta em comparação ao evento isolado.

Palavras-chave: Rio Iguaçu, hidrometeorologia, Tempo de concentração

Abstract - Extreme rainfall events are the cause of significant socioeconomic losses in several countries and stand out as the main component associated with the occurrence of floods. Therefore, the knowledge associated with extreme hydrometeorological events is a relevant theme not only for the community of atmospheric sciences in engineering, but also interdisciplinary due to its high capacity to modify the characteristics and behavior of the physical environment in which it interacts. Using the rainfall threshold of over 100 mm/day it was verified the occurrence of two extreme rainfall events in the Iguaçu River basin. The first event was associated to the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) and the second to the presence of a frontal system. Through satellite imagens, numerical results it was possible to verify that for the first event the rainfall occurred distributed over the Iguaçu basin. For the second events the results suggested the rainfall occurred in isolated form. From the cotagram and hydrological parameters was also possible to observe that Iguaçu River presents a rapid response to the rainfall occurrence in both events. However, it was also possible to observe that for a distributed rainfall over the basin the concentration time tended to present a lower response in compare to the isolated event.

Keywords: Iguaçu River, hydrometeorology, concentration time

1 Introdução

A ocorrência de eventos extremos de chuva nas regiões sul e sudeste do Brasil tornou-se mais intensa e mais frequente nos últimos cinquenta anos, sendo tais regiões severamente impactadas por desastres naturais (principalmente relacionados a enchentes e deslizamentos de terra). As projeções climáticas futuras indicam um aumento das condições atmosféricas (umidade e processos mais dinâmicos) favoráveis à ocorrência de chuvas extremas. Assim, devido a estas condições climáticas, a ocorrência destes eventos extremos, assim como outros fenômenos meteorológicos, é esperada possuir uma maior frequência sobre estas regiões do Brasil (Marengo et al. 2009).

No estado do Rio de Janeiro, os eventos de chuvas ocasionados principalmente pela formação de sistemas convectivos isolados, passagem de sistemas frontais ou a configuração da Zona de Convergência do Atlântico Sul. A presença destes sistemas associadas às condições atmosféricas observadas na estação de verão (isto é, maiores temperaturas e maior disponibilidade de umidade), favorecem a formação de tempestades convectivas sobre a região. Além disso, especialmente durante o verão austral, a interação das áreas montanhosas (região Serrana) do estado do Rio de Janeiro, a proximidade ao Oceano Atlântico e as altas taxas de aquecimento oriundo da radiação solar criam condições atmosféricas favoráveis à ocorrência de eventos extremos de chuvas e perigos naturais, como enchentes e deslizamentos de terra (Oakley et al. 2017).

Vários critérios para a definição e caracterização de eventos extremos de precipitação são apresentados por vários autores (Carvalho et al. 2002; Dereczynski et al. 2009; Silva et al. 2016). Isso acontece porque esses critérios são inteiramente relacionados aos regimes locais de precipitação, à presença e frequência dos sistemas meteorológicos predominantes e também aos objetivos da pesquisa. Assim, a identificação da ocorrência de eventos de chuva externa pode ser iniciada a partir do estabelecimento de um limiar que caracteriza um evento de chuva como extremo, ou seja, um evento que ocorre com pouca frequência (Dereczynski et al. 2017). Considerando a variedade de critérios para a Costa et al. (2018) utilizaram o limiar de 100 mm para a caracterização de eventos extremos de precipitação na cidade de Nova Iguaçu. A fim de categorizar os sistemas meteorológicos que favoreceram a ocorrência destes eventos extremos, os autores verificaram, utilizando as informações disponíveis nos boletins meteorológicos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (<http://climanalysis.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/>), que a passagem de frentes frias e a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul foram os sistemas meteorológicos que favoreceram a formação de chuvas extremas na cidade de Nova Iguaçu.

Inserido nesse contexto e com o objetivo de auxiliar a tomada de decisão realizada pelas defesas civis, o Instituto Estadual do Meio Ambiente - INEA (<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm>) criou em 2008, o Sistema de alerta de alerta de inundação. Nesse sistema, meteorologistas, hidrólogos e técnicos realizam o monitoramento hidrometeorológico 24 horas por dia e enviam avisos de alerta para defesas civis e população quando uma situação de risco hidrológico é identificada (Bahiene et al. 2015). Entre os rios monitorados pelo INEA, optou-se por iniciar a pesquisa do rio Iguaçu (estação Catavento), pois possui uma boa quantidade de dados disponíveis, possui uma boa frequência de dados observados e cursa a cidade de Nova Iguaçu, localizada na região da Baixada Fluminense.

2 Materiais e Métodos

A bacia do rio Iguaçu está localizada na cidade de Nova Iguaçu, no estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A cidade de Nova Iguaçu destaca-se por sua importância cultural, política e econômica na Baixada Fluminense, com uma população estimada em 798.657 habitantes distribuídos em setenta e três bairros, com 523.888 km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (<http://www.ibge.gov.br/home/>). A cidade de Nova Iguaçu é também cercada por encostas, com bacias hidrográficas significativas passando por seu interior e é, frequentemente, assolada por eventos de chuvas e transbordamentos de rios. Com base nessas informações, pesquisas visando compreender a ocorrência dos eventos extremos de precipitação e a sua interação com o regime hidrológico no município de Nova

Iguaçu adquirem um tema de grande relevância, especialmente para as rotinas operacionais e de defesa civil (Costa et al. 2018).

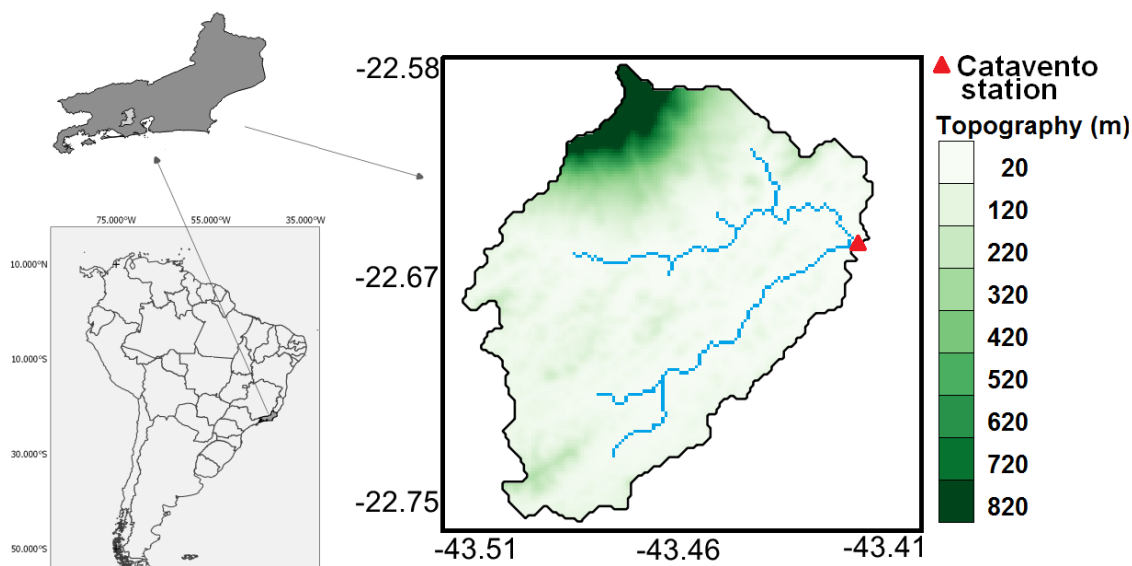


Figura 1- Perfil de elevação da bacia do rio Iguaçu. A estação Catavento encontra-se realçada em vermelho (triângulo).

Para avaliar os parâmetros hidrológicos na bacia do rio Iguaçu será utilizada a metodologia do Cotagramas. Através desta metodologia, é possível avaliar parâmetros hidrológicos associados à interação da chuva e comportamento do rio, como os tempos de precipitação, crescimento e de concentração (Figura 2). O tempo de precipitação (T_p) corresponde à porção da precipitação que gera o escoamento superficial, também chamado de chuva excedente. O tempo de crescimento (T_r) relaciona o tempo entre o início da chuva e o pico do nível da água, ou fluxo, registrado. Finalmente, o tempo de concentração (T_c) é o intervalo de tempo a partir do início da precipitação, de modo que toda a bacia hidrográfica corresponde a contribuir na seção de estudo (Quevedo et al. 2018). Esses parâmetros estão relacionados à característica de resposta da bacia hidrográfica e podem ser caracterizados e obtidos através de análises gráficas entre a precipitação e as variações do nível de água no ponto de controle de interesse (Junior e Botelho 2011). Elas podem ser aplicadas para diferentes propósitos, como a implementação de sistemas de alerta de inundação, projetos de drenagem urbana, separação de hidrogramas e definição do intervalo de monitoramento hidrológico, entre outros.

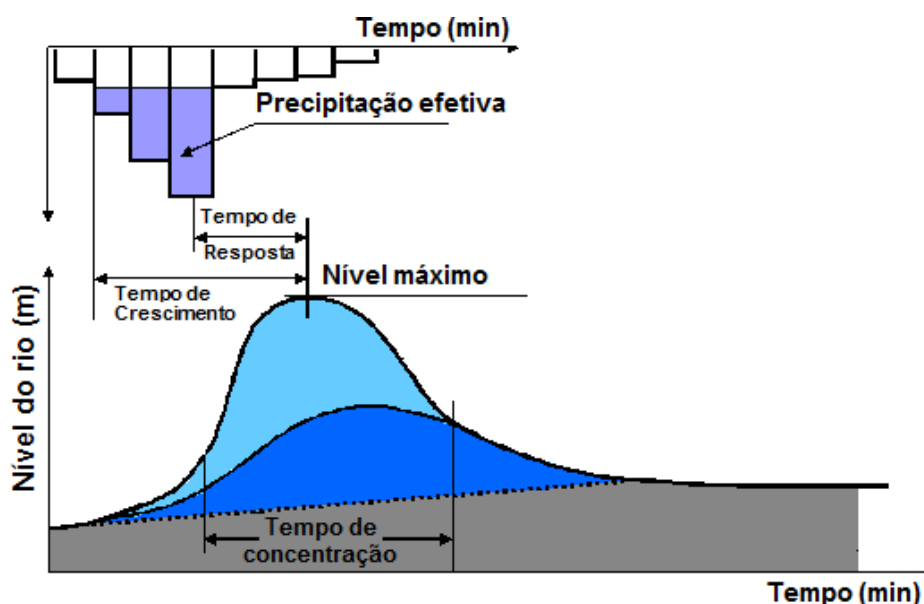


Figura 2 – Cotagrama e parâmetros hidrológicos.

O modelo numérico Weather Research and Forecasting (WRF)) (Skamarock et al. 2008) versão 3.8 foi utilizado neste trabalho por ser considerado um modelo numérico de predição da próxima geração, sendo flexível em sua instalação e configuração física e numérica. O WRF tem uma comunidade de usuários crescente e é usado operacionalmente por vários centros de ambiente. Informações adicionais e detalhadas sobre o modelo WRF, suas versões, opções e fóruns de discussão podem ser acessadas no site do usuário do modelo (<http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users>). O modelo foi também configurado com um total de três domínios e hierarquias de grade WRF modeladas com resoluções de domínio horizontal de 27 km (d01), 09 km (d02) e 03 km (d03), respectivamente.

3 Resultados

Utilizando a rede telemétrica do Sistema de Alerta de Cheias do Instituto Estadual do Ambiente, foi possível constatar a ocorrência de dois eventos em que a precipitação diária acumulada ultrapassou o limiar de precipitação de 100 mm na bacia do rio Iguaçu. O primeiro evento ocorreu em 25 de janeiro de 2010 e o segundo em 29 de março de 2010. Por meio do Boletim Climanálise do CPTEC / INPE (<http://climanalysis.cptec.inpe.br/>) e dos mapas sinóticos elaborados pelo Centro de Hidrografia da Marinha (<https://www.marinha.mil.br/dhn>), verificou-se que a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) favoreceu as chuvas extremas no dia 25 de janeiro e uma aproximação do sistema frontal foi relacionada ao evento extremo em 29 de março, corroborando os resultados obtidos no trabalho de Costa et al. (2018).

3.1 Análise hidrometeorológica em 25 de janeiro de 2010

Através de imagens de satélite (Figura 3a e 3c) é possível verificar a presença de nuvens com convecção profunda durante a tarde de 25 de janeiro sobre a região Sudeste do Brasil (região delimitada pelo retângulo em vermelho) às 16 horas e 18 horas locais relacionadas à presença da ZCAS. Em várias regiões, é possível verificar a presença de tempestades com temperaturas de brilho abaixo de -70°C , caracterizando a presença de nuvens com

convecção profunda e favoráveis à ocorrência de chuvas intensas nessas regiões (Anabor 2004; Lima 2010). Os resultados da simulação numérica utilizando o WRF (Figura 3b e 3d) também corroboram a presença de intensa atividade convectiva na bacia do rio Iguaçu, com valores de refletividade simulados acima de 40 dBZ (Hagen et al. 2000; Parker e Johnson 2000; Goudenhoofd e Delobbe 2012).

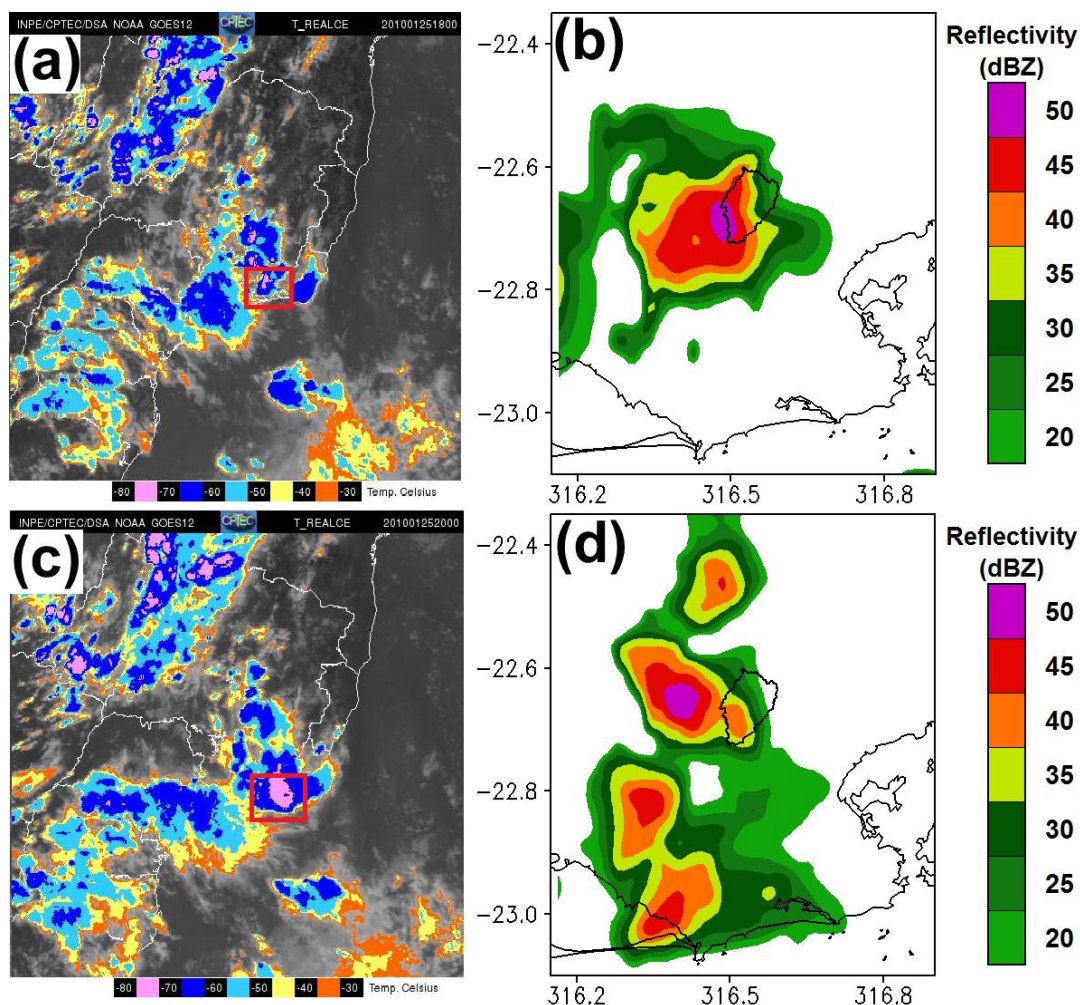


Figura 3 – Imagens de satélite e resultados do WRF às 16h e 18h, hora local, em 25 de janeiro de 2010.

A Figura 4 mostra o cotograma do Rio Iguaçu para o dia 25 de janeiro de 2010. A precipitação acumulada neste dia foi de 117,8 mm, favorecendo a subida do rio Iguaçu. Utilizando a metodologia de cotograma (Figura 2), pode-se verificar que o tempo de precipitação (T_p), tempo de subida (T_r) e tempo de concentração (T_c) foram de aproximadamente cinco (5), oito (8) e dezoito (18) horas, respectivamente. Apesar do curto período de precipitação observado (T_p), valores mais altos são observados para os outros dois parâmetros (T_r e T_c). No entanto, T_c foi encontrado para ser mais de duas vezes T_r . Esses valores e comportamento sugerem que, durante esse evento hidrometeorológico, o nível do rio Iguaçu não respondeu apenas às chuvas observadas na estação de monitoramento, mas em outros pontos não monitorados da bacia (Bayraktar et al. 2015), como pôde ser observado por a presença de nuvens convectivas a partir das imagens de satélite e os resultados do modelo WRF (Figura 3).

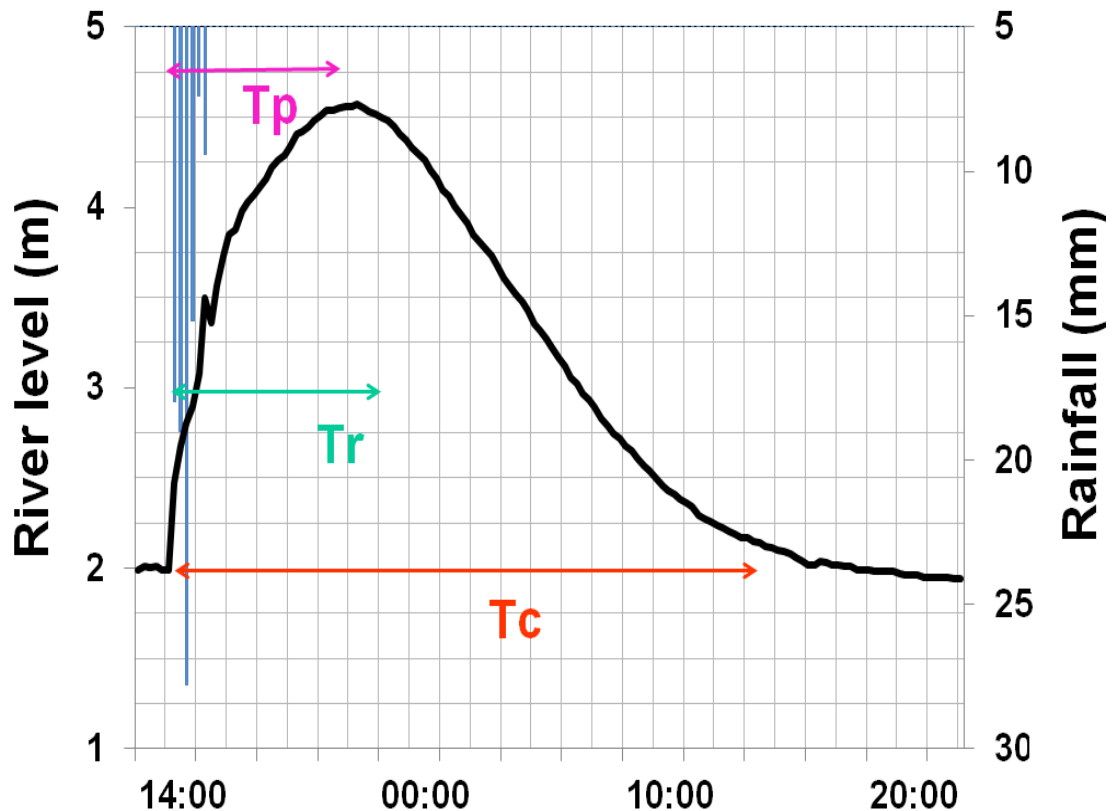


Figura 4 – Cotagrama do rio Iguaçu em 25 de janeiro de 2010. .

3.2 Análise hidrometeorológica em 29 de março de 2010

A partir das imagens dos satélites em 29 de março de 2010 (Figura 5a e 5c), uma menor distribuição espacial da atividade convectiva sobre o sudeste do Brasil (região limitada pelo retângulo em vermelho) pode ser verificada em relação ao evento anterior (Figura 3). No entanto, valores semelhantes de temperatura de brilho sobre a região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro também são observados. Essa característica mostra condições atmosféricas favoráveis à presença de convecção profunda e alta ocorrência de chuva semelhante ao evento anterior. Os resultados do modelo WRF também mostraram uma menor distribuição espacial da refletividade e valores expressivos de refletividade (acima de 40 dBZ) indicando a presença de nuvens convectivas sobre a bacia do rio Iguaçu (Figura 5b e 5d).

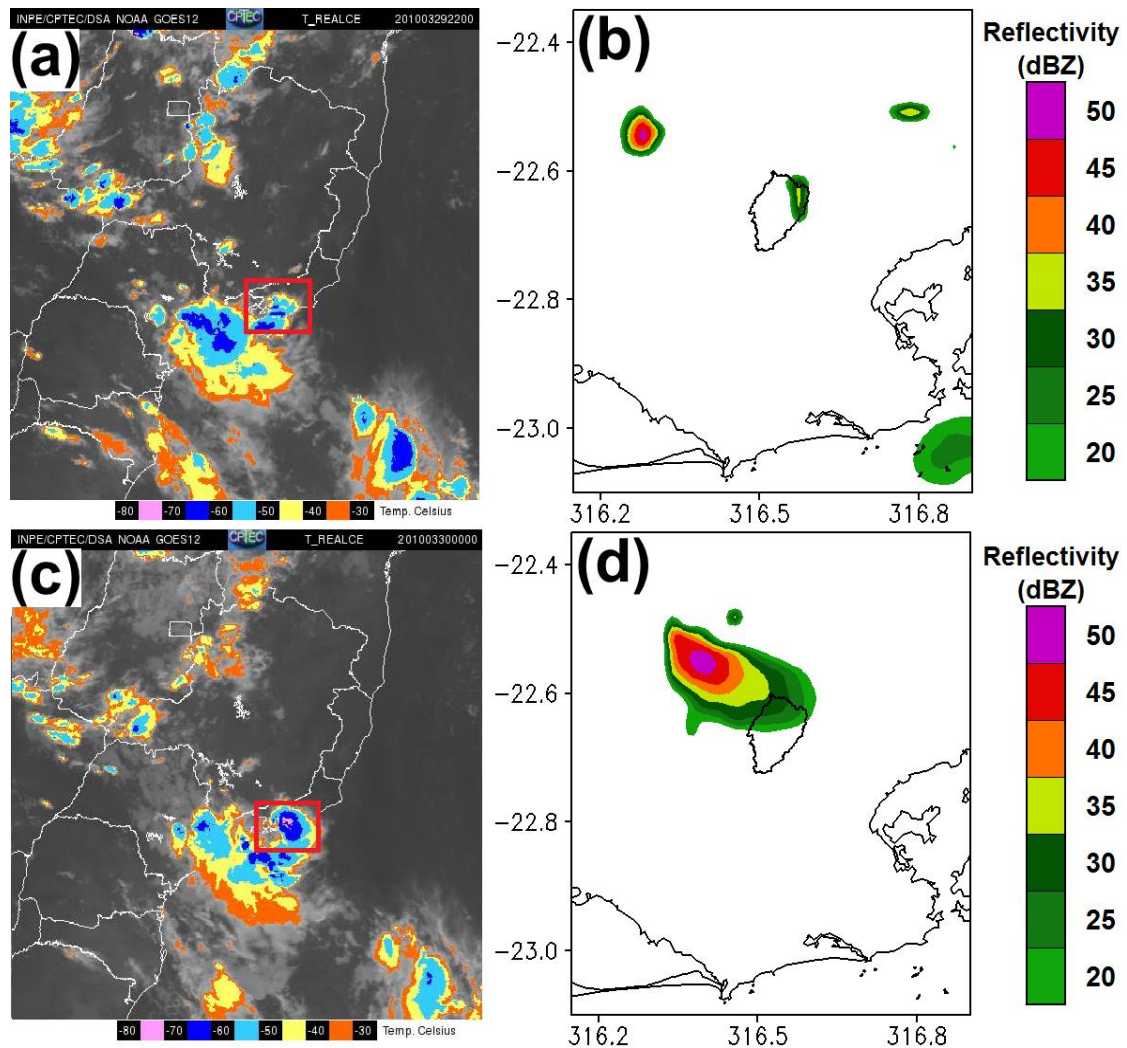


Figura 5 – Imagens de satélite e resultados do WRF às 16h e 18h, hora local, em 29 de março de 2010.

Através do cotograma (Figura 6) é possível avaliar o comportamento do rio Iguaçu no dia 29 de março de 2010. A precipitação acumulada neste dia foi de 127,8 mm, favorecendo a subida do rio Iguaçu. Em contraste com o observado no evento extremo de precipitação anterior (Figura 4), há uma resposta rápida mais rápida e valores de nível mais alto do rio Iguaçu em resposta à ocorrência de precipitação para este evento.

Usando a metodologia de cotogramas, verifica-se que o tempo de subida (T_c) foi de aproximadamente 4 horas e o tempo de subida (T_r) foi de aproximadamente 3 horas. Esse comportamento mostra que, imediatamente após o início das chuvas, o nível do rio Iguaçu começou a subir, sugerindo que o fluxo de água começou a fluir na região mais próxima da bacia exutória. Também é possível verificar que o tempo de concentração (T_c) foi de aproximadamente 6 horas. Se uma precipitação distribuída uniformemente sobre a bacia, o tempo de precipitação corresponde a aproximadamente 60% do tempo de concentração (Simas 1996). Assim, através de uma análise comparativa entre os dois tempos analisados, verifica-se que o tempo de crescimento correspondeu à literatura que caracteriza a ideia proposta deste evento de chuva que a variação do referido nível de água para uma chuva mais localizada neste evento pluviométrico.

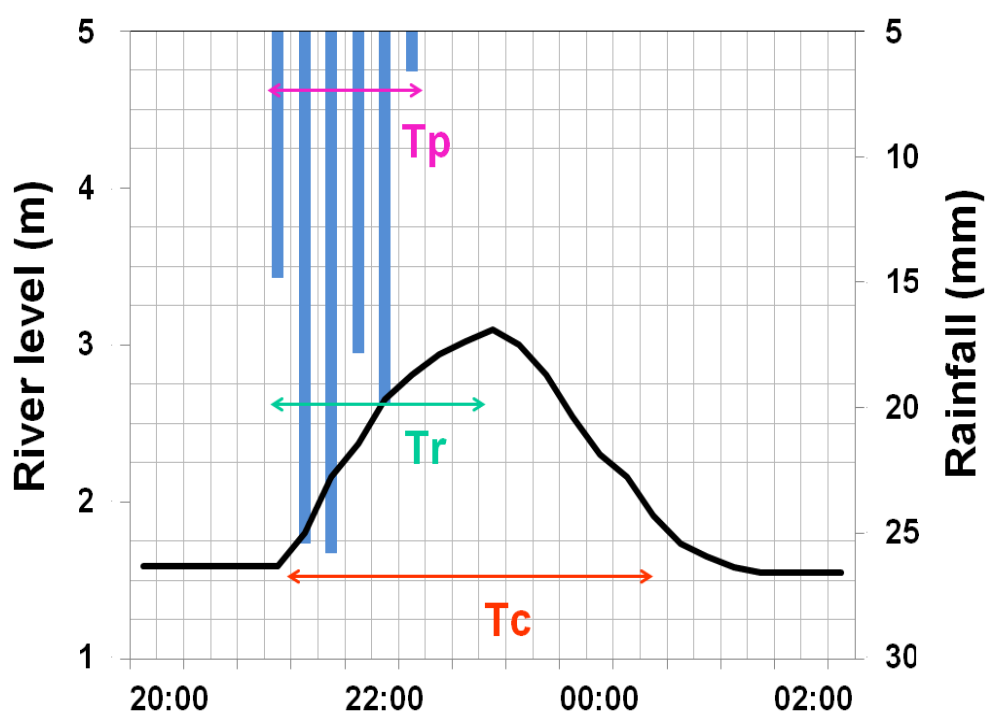


Figura 6 – Cotograma do rio Iguaçu em 29 de março de 2010.

4 Conclusões

O conhecimento das condições atmosféricas que levam à ocorrência de eventos hidrometeorológicos extremos é caracterizado como tema relevante não só para a comunidade de ciências atmosféricas em engenharia, mas também interdisciplinar devido a sua alta capacidade de modificar as características e o comportamento do ambiente físico com que interage. Neste trabalho, o limiar pluviométrico acima de 100 mm / dia foi utilizado como critério para a identificação de eventos extremos de chuvas na cidade de Nova Iguaçu. Por meio do critério selecionado, foi possível constatar a ocorrência de dois eventos pluviométricos na bacia do rio Iguaçu. O primeiro evento extremo ocorreu em 25/01/2010 e o segundo em 29/03/2010. Também foi possível verificar que o funcionamento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e a passagem de uma frente fria favorecem, respectivamente, a ocorrência de elevados acúmulos pluviométricos na região.

Através da análise dos cotogramas e dos parâmetros hidrológicos associados, observou-se que, apesar do curto período de precipitação observado, maiores valores foram observados para os tempos de crescimento e tempo de resposta. Para o primeiro evento de chuva extrema, os parâmetros hidrológicos sugeriram que o nível do rio Iguaçu não respondia apenas às chuvas observadas no ponto de monitoramento, mas em outros pontos não monitorados na bacia para o primeiro evento de chuva extrema. Para o segundo evento extremo, um comportamento contrário foi observado. Neste caso, uma rápida resposta rápida do rio Iguaçu em resposta à ocorrência de precipitação com tempo de concentração foi observada por aproximadamente 4 horas e o tempo de precipitação de aproximadamente 3 horas. Esses valores mostraram que, imediatamente após a ocorrência da chuva, o nível do rio Iguaçu começou a aumentar, sugerindo que o fluxo da água começou a fluir na região mais próxima do exutório.

5 Referências Bibliográficas

- Anabor V (2004) Análise descritiva dos sistemas convectivos de escala meso- α através das imagens de satélite GOES-8. Dissertation, Federal University of Rio Grande do Sul
- Bahiense JM, Júnior JEFF, Costa LF, Charge LT (2015) Monitoramento hidrológico quantitativo no estado do Rio de Janeiro: Importância, histórico e modernização. <http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-991>. Accessed 03 jan 2018
- Bayraktar H, Turalioglu FS, Xen Z (2005) The estimation of average areal rainfall by percentage weighting polygon method in Southeastern Anatolia Region, Turkey. *Atmospheric Research* 73:149-160
- Carvalho LMV, Jones C, Liebmann B (2002) Extreme Precipitation Events in Southeastern South America and Large-Scale Convective Patterns in the South Atlantic Convergence Zone. *Journal of Climate*, 15(17): 2377–2394.
- Costa WP, Silva GR, Silva FP, Pires GD, Sampaio RF (2018) Eventos extremos de precipitação na cidade de Nova Iguaçu: Identificação e estimativa por radar. *Rev Eng, Meio Amb e Inov* 1:21-27
- Dereczynski CP, Oliveira JSd, Machado CO (2009) Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. *Rev Bras Meteorol* 24(1):24–38. doi:10.1590/s0102-77862009000100003
- Dereczynski CP, Renata NC, Airton BB (2017) Chuvas Extremas no Município do Rio de Janeiro: Histórico a partir do Século XIX, *Anuário do Instituto de Geociências*, 40(2): 17-30
- Hagen M, Schiesser HH, Doringner M (2000) Monitoring of mesoscale precipitation systems in the Alps and the northern Alpine foreland by radar and rain gauges. *Meteor. Atmos. Phys.* 72:87–100. doi:10.1007/s007030050008
- Junior JEFF, Botelho RGN (2011) Análise Comparativa do Tempo de Concentração: Um Estudo de Caso na Bacia do Rio Cônego, Município de Nova Friburgo/RJ. <https://www.abrh.org.br/>. Accessed 01 feb 2018
- Lima KC, Satyamurty P, Fernández JPR (2010) Large-scale atmospheric conditions associated with heavy rainfall episodes in southeast Brasil. *Theoretical and Applied Climatology*, 101:121-135
- Llasat MC (2001) An objective classification of rainfall events on the basis of their convective features: application to rainfall intensity in the Northeast of Spain, *Int. J. Climatol.*, 21, 1385–1400, doi:10.1002/joc.692
- Marengo JA (2010) Mudanças climáticas, condições meteorológicas extremas e eventos climáticos no Brasil. [http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas .pdf](http://www.fbds.org.br/cop15/FBDS_MudancasClimaticas.pdf). Accessed 02 apr 2018
- Marengo JA, Jones R, Alves LM, Valverde MC (2009) Future change of temperature and precipitation extremes in South America as derived from the PRECIS regional climate modeling system. *Int J Climatol* 29(15):2241–2255. doi:10.1002/joc.1863

Oakley NS, Lancaster JT, Kaplan ML et al. (2017). Synoptic conditions associated with cool season post-fire debris flows in the Transverse Ranges of southern California. *Nat Hazards*. doi:10.1007/s11069-017-2867-6

Parker MD, Johnson RH (2000) Organizational modes of midlatitude mesoscale convective systems. *Mon. Wea. Rev.* 128: 3413–3436. doi:10.1175/1520-0493(2001)129,3413: OMOMMC.2.0.CO;2

Quevedo JM, Gomes G, Lisboa AM, Werlang MM (2018) Flow Forecasting System Downstream the Itaipu Dam. *Advances in Hydroinformatics*. Springer Water.

Silva FP, Justi da Silva MGA, Menezes WF, Almeida VA (2015) Avaliação de Indicadores Atmosféricos Utilizando o Modelo Numérico WRF em Eventos de Chuva na Cidade do Rio de Janeiro, *Anuário do Instituto de Geociências*, 38(2): 81-90

Silva FP, Rotunno Filho OC, Sampaio RJ, Dragaud ICV, Magalhães AAA, Justi da Silva MGA, Pires GD (2017) Evaluation of atmospheric thermodynamics and dynamics during heavy-rainfall and no-rainfall events in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil *Meteorol Atmos Phys* <https://doi.org/10.1007/s00703-017-0570-5>

Simas M (1996) Lag time characteristics in small watersheds in the United States. A dissertation submitted to School of Renewable Natural Resources, University of Arizona

Skamarock WC, Klemp JB, Dudhia J, Gill DO, Barker DM, Duda M, Huang XY, Wang W, Powers JG (2008) A description of the advanced research WRF version 3. Tech. Rep. TN-475+STR, NCAR

Souza Pinto (1976) *Hidrologia Básica*. Editor Blucher

Avaliação das impugnações periciais de insalubridade e periculosidade nas demandas trabalhistas

Hudson Machado Rezende¹Luis Felipe Alonso²

¹Aluno do curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Engenharia de Segurança do Trabalho

Universidade Iguazu – UNIG – *Campus I* – Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, CEP 26275-580,
Nova Iguaçu – RJ

hudsonmr_rj@hotmail.com, lfelipealves@gmail.com

Resumo - O presente artigo concentra-se na análise das perícias judiciais que têm por instrumento a apuração da insalubridade e periculosidade nas causas da Justiça do Trabalho. Para efeito desta análise foram eleitos 30 processos que tenham sido distribuídos no Tribunal Regional do Trabalho, da 1ª Região, entre os anos de 2017 e 2018. Mediante o estudo da normatização que constitui os parâmetros técnicos da ordenação sobre a insalubridade e a periculosidade, tais como as NR's 15 e 16, respectivamente, do Ministério do Trabalho e Emprego, discute-se, como forma de apurar a atuação dos profissionais Especialistas em Segurança do Trabalho. Os resultados apontam que, apesar da maioria das partes apresentarem impugnação pericial por meio de seus procuradores, estas demonstram uma omissão na abordagem quanto aos conceitos técnicos, em consequência da insuficiente expertise destes profissionais. Destaca-se a importância da atribuição de Engenheiro de Segurança do Trabalho, entendendo a competência desse profissional para elaboração de laudos, seguindo todas as condicionantes para a observância da aplicabilidade legal.

Palavras-chave: perícias; insalubridade; periculosidade.

Abstract - The present study concentrates on the analysis of the judicial expertise that have as instrument the determination of the insalubrity and dangerousness in the labor actions. In order to carry out this inspection, 30 cases were registered and filed at the Regional Labor Court, from the 1st Region, between 2017 and 2018. Through the study of the standardization that constitutes the technical parameters of the sanitation ordinance and dangerousness, such as NR's 15 and 16 of the Ministry of Labor and Employment, it is discussed, as a way to improve the participation of professionals Specialists in Occupational Safety. The results indicate that, although most of the litigants present expert judgment through their prosecutors, they demonstrate an omission in approaching the technical aspects, due to the insufficient participation of these professionals. Emphasis is given to the importance of the assignment of an Occupational Safety Engineer, understanding the competence of the Engineer for the preparation of reports, following all the constraints framed to comply with the legal applicability.

Keywords: expertise; unhealthy; hazard.

1 Introdução

Quanto aos processos trabalhistas, é extenso a demanda de processos que requerem a execução de perícia para averiguar a ocorrência ou não de insalubridade e/ou periculosidade nos postos de trabalho, sendo o tema instituído pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) no artigo 195, no qual:

Art. 195 - A caracterização e a classificação da insalubridade e da periculosidade, segundo as normas do Ministério do Trabalho, far-se-ão através de perícia a cargo de Médico do Trabalho ou Engenheiro do Trabalho, registrados no Ministério do Trabalho.

Sendo assim, as perícias para apuração da insalubridade e periculosidade, presididas na portaria 3.214/78, respectivamente nas normas – NR 15 Atividades e Operações Insalubres e NR 16 Atividades e Operações Perigosas,

responsabilizam o Engenheiro de Segurança do Trabalho ou Médico do Trabalho, podendo as mencionadas perícias serem impugnadas por assistentes técnicos.

Para fins de delimitação do tema desta pesquisa, foram verificados processos do Tribunal Regional do Trabalho (TRT) da 1ª Região, da unidade judiciária de Nova Iguaçu.

Foram selecionados 30 processos que tenham sido distribuídos nos anos de 2017 e 2018 com perícia em Engenharia de Segurança do Trabalho designada, realizada e com laudo apresentado, todos acessíveis por meio do sistema denominado Processo Judicial Eletrônico (PJE), independente de seu andamento.

Em geral, as perícias de Segurança do Trabalho nos processos trabalhistas verificam a inexistência de impugnações periciais por um especialista do ramo. Isto é, a maioria das impugnações são executadas pelos próprios procuradores das partes, sem trazer consigo qualquer parecer que venha corroborar com a contestação do laudo feito pelo perito oficial do juízo.

2 Insalubridade e Periculosidade

Com a normatização do direito do trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho, a Constituição Federal de 1988, garantiu em seu art. 7º, inciso XXIII, a concessão do adicional de penosidade, insalubridade e periculosidade.

Desse modo, alguns adicionais foram integrados ao direito dos trabalhadores antes mesmo de serem empregados expressamente na Constituição Federal como direitos fundamentais dos trabalhadores, através da promulgação da Lei Federal n.º 6.514 de 1977¹.

2.1 Adicional de insalubridade

As atividades que tipificam o adicional de insalubridade foram estabelecidas pelo Ministério do Trabalho e Emprego, conforme previsto no art. 190 da CLT, visto que, expõem os empregados a agentes físicos, químicos ou biológicos nocivos à saúde. Conquanto o texto do art. 192 da CLT tenha definido o adicional de insalubridade para a exposição aos agentes nocivos acima do limite de tolerância (critério quantitativo), a indicação da insalubridade se dá também por critério qualitativo, como nos casos de insalubridade por exposição a agentes biológicos, que indefere de apropriação a limite de tolerância (critério qualitativo). Desse modo, a caracterização e a classificação da insalubridade resulta de perícia, de acordo com o art. 195 da CLT.

A ocupação que exponha o trabalhador a condições insalubres, mesmo que intermitentemente, deve ser remunerado com o acréscimo do adicional de insalubridade, consoante entendimento fixado pelo Súmula nº47 do Tribunal Superior do Trabalho – Insalubridade: “O trabalho executado em condições insalubres, em caráter intermitente, não afasta, só por essa circunstância, o direito à percepção do respectivo adicional.”

Logo, a atividade que ensejar o pagamento do adicional de insalubridade, nos termos fixados pela Portaria n.º 3.214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego, será remunerado com o acréscimo de 10%, 20% ou 40% sobre o salário-mínimo, equivalente à insalubridade em graus mínimo, médio e máximo.

¹BRASIL. **Lei 6.514, de 22 de Dezembro de 1977**. Altera o capítulo V do título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e das outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16514.htm>. Acesso em 02/05/2018.

De acordo com a Norma Regulamentadora – NR 15, da Portaria n.º 3.214/78, do Ministério do Trabalho, quando o trabalhador está condicionado a mais de um agente nocivo, deve ser considerado apenas o fator de insalubridade em maior grau.

Ressalta-se, ainda, que o fornecimento do Equipamento de Proteção Individual (EPI) validado pelo órgão competente do Poder Executivo pode retirar o agente agressivo gerador do adicional de insalubridade, conforme a Súmula n.º 80 do TST. Apesar disso, a exclusão do pedido de insalubridade não basta o fornecimento de EPI, deve ser considerado também o uso eficaz (Súmula n.º 89 do TST) e a troca dentro do prazo de validade do Equipamento de Proteção Individual.

2.2 Enquadramento da insalubridade

A insalubridade está classificada a todo e qualquer agente químico, físico, biológico, com a devida previsão legal que, direta e indiretamente produza danos à saúde do trabalhador. Segundo o artigo 189, da CLT²:

Art. 189 – Serão consideradas atividades ou operações insalubres aquelas que, por sua natureza, condições ou métodos de trabalho, exponham os empregados a agentes nocivos à saúde, acima dos limites de tolerância fixados em razão da natureza e da intensidade do agente e do tempo de exposição aos seus efeitos.

2.2.1 Agentes físicos

Conforme o item 9.1.5.1 da NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, avaliam-se agentes físicos, diferentes formas de energia a que possam estar submetidos os trabalhadores, tais como ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiação não ionizante, bem como o infrassom e ultrassom.

2.2.3 Agentes químicos

Segundo o item 9.5.1.2 da NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, na forma de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, consiga ter contato ou serem absorvidos pelo organismo por meio da pele ou por ingestão.

São representados pelas substâncias químicas que se encontram nas formas líquidas, sólida e gasosa. Quando captados pelo organismo, conseguem gerar reações tóxicas e danos à saúde. Evidenciam-se as doenças pulmonares, as irritações das vias aéreas superiores, dores de cabeças, náuseas, sonolência, silicose, asbestose e pneumoconiose, dentre outras.

O Anexo 11 – Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho, da NR – 15 – Atividades e Operações Insalubres, caracteriza que a insalubridade ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância constantes do Quadro nº 1 - Tabela de Limites de Tolerância deste Anexo.

²**Lei nº 5452, de 1º de Maio de 1943.** Aprova consolidação das leis do trabalho. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 de Agosto. 1943. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm>. Acesso em 06/05/2018.

No anexo 12 – Limites de tolerância para poeiras e minerais, da NR - 15, também caracteriza que a insalubridade ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância e determina algumas.

Já no anexo 13 – Agentes químicos, foi estabelecido uma relação de atividades e operações envolvendo agentes químicos, consideradas, insalubres em decorrência de inspeção realizada no local de trabalho, excluindo-se desta relação às atividades ou operações com os agentes químicos constantes dos Anexos 11 e 12.

Ainda no anexo 13-A – Benzeno, é regulamentado ações, atribuições e procedimentos de prevenção da exposição ocupacional a esta substância comprovadamente cancerígena.

2.2.4 Agentes biológicos

Consoante o item 9.1.5.3 da NR 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, identificam-se como agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

Estes micro-organismos são capazes de provocar doenças devido a contaminação e pela própria natureza do trabalho. Por consequência podem aparecer doenças infectocontagiosas, como a hepatite e infecções externas e internas.

No Anexo 14 – Agentes biológicos, da NR 15 – Atividades e Operações Insalubres, foi estabelecido uma relação das atividades e condições ambientais que, em função da exposição e da permanência do contato, caracteriza-se, qualitativamente, o adicional de insalubridade em grau médio ou em grau máximo.

2.3 Adicional de periculosidade

Por meio do significado de perigo é realizável diferenciar o risco ou ameaça a que se expõe o trabalhador sujeito às condições perigosas, de acordo a definição fixada pela Norma Regulamentadora – NR 16, do Ministério do Trabalho, diversamente da insalubridade.

Segundo doutrina de José Augusto Rodrigues Pinto (2007, p. 424-425), a insalubridade é traiçoeira e prolongada em seus efeitos, enquanto a periculosidade, por sua natureza, é uniforme, de impacto instantâneo e dispensa graduação indenizatória.

O adicional de periculosidade é concedido aos empregados que atuam em contato permanente ou intermitente com explosivos ou inflamáveis, em condições de risco intensificado, conforme art. 193 da CLT. Aos empregados que desempenham suas atividades laborais nas condições descritas na lei e comprovado por meio de perícia, deve ser pago o adicional de periculosidade no percentual de 30% sobre o salário-base. Caso o adicional de insalubridade for pago de forma habitual, este integrará o cálculo da indenização, das férias, do 13º, aviso prévio e do FGTS, além de repercutir também para o cálculo das horas extras e noturnas³.

³**Tribunal Superior do Trabalho, Súmulas do Tribunal Superior do Trabalho.** Disponível em: <http://www3.tst.jus.br/jurisprudencia/Sumulas_com_indice/Sumulas_Ind_101_150.html#SUM-132>. Acesso em 03/05/2018.

A Lei n.º 7.369/85 prolongou a periculosidade aos trabalhadores que desempenhem atividade no setor de energia elétrica, em contato com sistemas elétricos de potência. Sendo assim, a Portaria n.º 518 do Ministério do Trabalho compreendeu a atividade laboral que expõe o empregado a radiações ionizantes como atividade de risco.

A aplicabilidade da Portaria n.º 518 do MTE foi pacificada pela orientação jurisprudencial n.º 345 da SDI-I do TST. Por fim, a Lei 12.704/12 expandiu o rol de atividades perigosas para introduzir os profissionais de segurança pessoal ou patrimonial expostos a roubo ou outras espécies de violência. Ainda, o trabalhador exposto à substância radioativa ou radiação ionizante tem direito ao pagamento do adicional de periculosidade.

Assim sendo, de suma importância é a precisa caracterização da periculosidade, pois, a cessação do pagamento somente poderá ocorrer com a eliminação do risco.

2.4 Enquadramento da periculosidade

A fim de compensar a exposição ao risco inerente ao exercício com agentes e condições consideradas pela CLT como “perigosas”, o legislador estabeleceu a concessão do adicional de periculosidade. Seu fundamento pode ser extraído a partir da interpretação do disposto no art. 193, da CLT:

Art. 193: São consideradas atividades ou operações perigosas, na forma da regulamentação aprovada pelo Ministério do Trabalho e Emprego, aquelas que, por sua natureza ou métodos de trabalho, impliquem risco acentuado em virtude de exposição permanente do trabalhador a:

I – inflamáveis, explosivos ou energia elétrica;

II – roubos ou outras espécies de violência física nas atividades profissionais de segurança pessoal ou patrimonial.

2.5 Da cumulação dos adicionais de insalubridade e periculosidade

A Consolidação das Leis do Trabalho, prevê o pagamento do adicional de insalubridade pelo exercício da atividade em condições insalubres, bem como a concessão do adicional de periculosidade para tais trabalhadores que ficam expostos a agentes perigosos. Ainda assim, caso o trabalhador exerça profissão em ambiente de trabalho em que os dois agentes estejam presentes, conforme dispõe o artigo 193, §2º da CLT⁴, haverá este escolher entre um dos adicionais pertinentes.

No mesmo âmbito, a Portaria n.º 3.214/1978 do MTE, no item 15.3 da NR 15 – Atividades e Operações Insalubres, define que: “no caso de incidência de mais de um fator de insalubridade, será apenas considerado o de grau mais elevado, para efeito de acréscimo salarial, sendo vedada a percepção cumulativa”.

⁴**Lei nº 5452, de 1º de Maio de 1943.** Aprova a consolidação das leis do trabalho. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 de Agosto. 1943. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del5452.htm>. Acesso em 08/05/2018.

De tal modo, analisa-se que, o trabalhador que exerça sua atividade em um ambiente que configure o direito a adquirir ambos os adicionais serão tratados da mesma forma daquele que tem direito a embolsar somente um destes, não podendo fazer gozo dos dois adicionais simultaneamente.

Não obstante a Jurisprudência predominante ainda seja no sentido de não acatar a cumulação entre os referidos adicionais, a 7ª Turma do Tribunal Superior do Trabalho⁵, permitiu a cumulação desses no processo em grau de recurso de n.º RR-1072-72.2011.5.02.0384, perante o fundamento de que as normas constitucionais e supralegais são hierarquicamente superiores à CLT, e que, por conta disso, admitiram a cumulação dos adicionais.

2.6 Normas Regulamentadoras

As Normas Regulamentadoras foram regimentadas por meio da Portaria 3.214/78. No presente, existem 36 normas regulamentadoras, cada qual com um conteúdo específico. Para Rossete (2014, p.23), as NR's "são elaboradas e modificadas por comissões tripartites específicas compostas por representantes do governo, empregadores e empregados."

Para fundamentar o presente artigo, a seguir veremos as duas normas características para perícias de insalubridade e periculosidade, ou seja, as NR's 15 e 16.

2.6.1 NR 15 – Atividades e Operações Insalubres

A NR n.º 15, de acordo com Barsano (2014, p.115), "é uma das normas mais extensas, contendo quatorze anexos". Destacando que, treze estão atualmente em vigor. Tais anexos são os seguintes:

Tabela 1 – Anexos da NR 15 – Graus de Insalubridade Fonte: www.mtps.gov.br/portal-mte/

Anexo	Atividades ou operações que exponham o trabalhador	Percentual
Anexo 1	Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente	20%
Anexo 2	Limites de tolerância para ruídos de impacto	20%
Anexo 3	Limites de tolerância para exposição ao calor	20%
Anexo 4	<i>(Revogado pela Portaria MTE n.º 3.751)</i>	
Anexo 5	Radiações ionizantes	40%
Anexo 6	Trabalho sob condições hiperbáricas	40%
Anexo 7	Radiações não-ionizantes	20%
Anexo 8	Vibrações	20%
Anexo 9	Frio	20%
Anexo 10	Umidade	20%
Anexo 11	Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho	10%, 20% e 40%
Anexo 12	Limites de tolerância para poeiras minerais	40%
Anexo 13	Agentes químicos	10%, 20% e 40%
Anexo 14	Agentes biológicos	20% e 40%

⁵Notícias do Tribunal Superior do Trabalho. Disponível em: <https://www.tst.jus.br/noticias/-/asset_publisher/89Dk/content/turma-mantem-acumulacao-de-adicionais-de-insalubridade-e-periculosidade>. Acesso em 08/05/2018.

No que se refere ao preceito adotado para a determinação da insalubridade, Saliba (2015, p. 13) evidencia que o Ministério do Trabalho “estabeleceu três critérios para a caracterização da insalubridade: avaliação quantitativa, qualitativa e inerentes à atividade” (grifo nosso). E associa ainda quais anexos correspondem-se com cada parâmetro.

2.6.2 NR 16 – Atividades e Operações Perigosas

De acordo com Camisassa (2016) são seis as atividades e operações classificadas perigosas, segundo a NR 16.

Tabela 2 – Anexos da NR 16 Fonte: www.mtps.gov.br/portal-mte/

Anexo 1	Atividades e operações perigosas com explosivos
Anexo 2	Atividades e operações perigosas com inflamáveis
Anexo 3	Atividades e operações perigosas com exposição a roubos ou outra espécie de violência física nas atividades profissionais de segurança pessoal ou profissional
Anexo 4	Atividades e operações perigosas com energia elétrica
Anexo 5	Atividades perigosas em motocicleta
Anexo (*)	Atividades e operações perigosas com radiações ionizantes ou substâncias radioativas

Sobre o rol de atividades que ocasionam o pagamento do adicional, Camisassa (2016, p. 473) evidencia que “apesar de existirem outras atividades que apresentem risco acentuado, por exemplo, atividades na construção civil, elas não ensejam o pagamento do adicional de periculosidade simplesmente por falta de previsão legal”.

Saliba (2015) compatibiliza com este argumento, acentuando que apesar de muitas vezes o rol taxativo exposto pela NR n.16 possa não parecer preciso e íntegro, não compete ao perito delimitar ou ir além dos critérios enumerados na norma, pois, adequa-se somente ao Ministério do Trabalho e Emprego presidir as hipóteses que se classificam como sendo de risco acentuado.

2.7 Perícias judiciais e laudos técnicos

Martins (2016, p. 483) resume o significado do que vem a ser a perícia:

Perito, proveniente do latim *peritus*, formado pelo verbo *perior*, com o significado de experimentar, saber por experiência, é a pessoa que faz o exame dos fatos dos quais o juiz não tem conhecimento técnico: a perícia.

Por meio dos seus fundamentos, Martins (2016) ressalta que na ausência de conhecimento técnico especializado na área do objetivo, o juiz indica alguém que consiga fazer o exame do caso e transportar a ele pelo parecer ou um laudo. É o que estabelece o art. 156 do Código de Processo Civil (CPC) onde: “O juiz será assistido por perito quando a prova do fato depender de conhecimento técnico ou científico.” Conclui ainda, que:

É proibido ao perito ultrapassar os limites de sua designação, bem como emitir opiniões pessoais que excedam o exame técnico ou científico do objeto da perícia (§ 2º do art. 473 do CPC). O perito deve ater-se àquilo que o juiz determinou à perícia. Não pode o perito emitir opiniões pessoais, ainda que seja do seu conhecimento técnico. (MARTINS, 2016, p. 486)

Outrossim, cabe transcrever o artigo 195, da CLT, na íntegra, artigo este que se refere à perícia de insalubridade e periculosidade:

Art. 195 – A caracterização e a classificação da insalubridade e da periculosidade, segundo as normas do Ministério do Trabalho, far-se-ão através de perícia a cargo de Médico do Trabalho ou Engenheiro do Trabalho, registrados no Ministério do Trabalho:

§ 1º – É facultado às empresas e aos sindicatos das categorias profissionais interessadas requererem ao Ministério do Trabalho a realização de perícia em estabelecimento ou setor deste, com o objetivo de caracterizar e classificar ou delimitar as atividades insalubres ou perigosas.

§ 2º – Arguida em juízo insalubridade ou periculosidade, seja por empregado, seja por Sindicato em favor de grupo de associado, o juiz designará perito habilitado na forma deste artigo, e, onde não houver, requisitará perícia ao órgão competente do Ministério do Trabalho.

§ 3º – O disposto nos parágrafos anteriores não prejudica a ação fiscalizadora do Ministério do Trabalho, nem a realização “ex officio” da perícia.

Além disso, no que se refere ao laudo pericial a ser elaborado e apresentado pelo perito, o artigo 473 do CPC expõe que devem conter os seguintes termos:

Art. 473 – O laudo pericial deverá conter:

I – a exposição do objeto da perícia;

II – a análise técnica ou científica realizada pelo perito;

III – a indicação do método utilizado, esclarecendo-o e demonstrando ser predominantemente aceito pelos especialistas da área do conhecimento da qual se originou;

IV – resposta conclusiva a todos os quesitos apresentados pelo juiz, pelas partes e pelo órgão do Ministério Público.

2.8 Impugnações periciais

A princípio, cabe destacar que o diretor de defesa, como por exemplo, a impugnação de laudos periciais, é um direito constitucional expressamente prenunciado no art. 5º da CF, onde se encontra o seguinte fragmento: “LV – aos litigantes, em processo judicial ou administrativo, e aos acusados em geral são assegurados o contraditório e

da ampla defesa, com os meios e recursos a elas inerentes”. É a razão do contraditório e ampla defesa, com os meios e recursos a ela inerentes”.

Em parte, o CPC estabelece sobre impugnação pericial no art. 477, § 1º onde menciona: “As partes serão intimadas para, querendo, manifestar-se sobre o laudo do perito do juízo no prazo comum de 15 (quinze) dias, podendo o assistente técnico de cada uma das partes, em igual prazo, apresentar seu respectivo parecer. ”

Já o art. 466, § 2º menciona que é competente ao perito possibilitar as partes litigantes, bem como aos assistentes das partes a permissão e acompanhamento das diligências periciais a serem finalizadas. Segundo Martins (2016, p.488) “A parte tem a possibilidade de comparecer à diligência em razão do princípio da publicidade dos atos processuais e do CPC. ”

3 Resultados e análises

Para a finalização do artigo foram averiguados 30 processos do Tribunal Regional do Trabalho (TRT) da 1ª região, situado no Estado do Rio de Janeiro, distribuídos nas varas trabalhistas da cidade de Nova Iguaçu.

Desse modo, foram escolhidos os processos que possuíam perícia em Engenharia de Segurança do Trabalho, propriamente sobre insalubridade e periculosidade, desde que a perícia já tivesse sido designada pelo juízo, realizada pelo perito e que este já tivesse apresentado o laudo técnico referente à verificação.

Por fim, destaca-se que todas as ações foram exploradas através do Sistema Eletrônico denominado Processo Judicial Eletrônico (PJE). Para exibição das análises, conforme o anexo A, reservou-se o número do processo, nome dos autores e réus, bem como os nomes dos peritos, considerando-se não ser fundamental a divulgação destes dados para se conduzir ao objeto deste estudo, e visando ainda preservar o interesse dos responsáveis.

Baseado nas informações constantes nos processos, serão expostas a seguir 3 diagramas, referentes a 5 aspectos que serão abordados posteriormente, sendo os seguintes:

- a) se houve ou não impugnação pericial;
- b) formação do profissional que apresentou a impugnação;
- c) tipo de agente insalubre, podendo ser químico, físico ou biológico;
- d) se houve ou não periculosidade;
- e) se recebia adicional de insalubridade ou periculosidade.

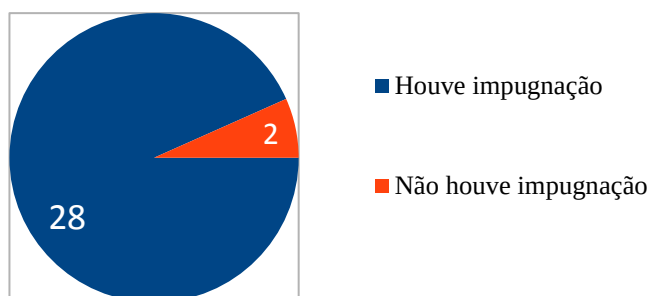


Figura 1 – Apresentação de impugnação pericial.

A Figura 1 informa se houve ou não impugnação pericial. Dos 30 processos verificados, 28 apontaram alguma impugnação e apenas 2 processos não apresentaram impugnação ao laudo pericial. Sendo, a proporção de 97% com impugnação e 3% sem impugnação.

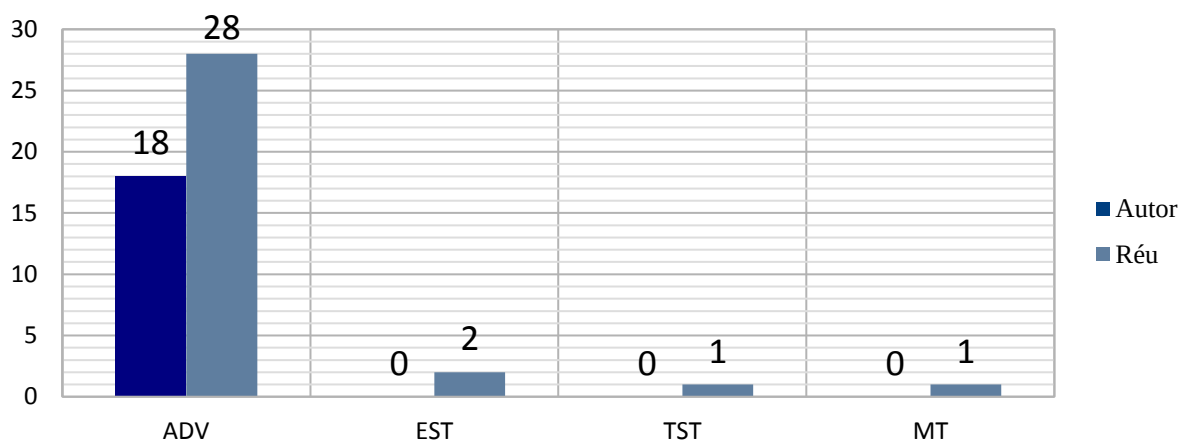


Figura 2 – Formação do profissional.

Na Figura 2, o objetivo foi averiguar qual a formação do profissional que executou a impugnação, se foi apresentada, unicamente, pelo procurador da parte ou ainda se foi elaborada baseada em um parecer técnico elaborado por profissional da área de segurança do trabalho.

As siglas são atribuídas aos seguintes profissionais: ADV – advogado, EST – Engenheiro de Segurança do Trabalho, TST – Técnico de Segurança do Trabalho e MT – Médico do Trabalho.

Diante do exposto, na parte autora dos processos, os advogados apresentaram 18 impugnações de um total de 30 processos. Ainda nessa situação, não houve a atuação de qualquer outro profissional na impugnação.

Já na condição do réu, apurou-se que os procuradores executaram 28 impugnações periciais. Também, verificou-se 2 impugnações realizadas pelo Engenheiro de Segurança do Trabalho, 1 impugnação com participação do Técnico de Segurança do Trabalho e 1 impugnação realizada pelo Médico do Trabalho.

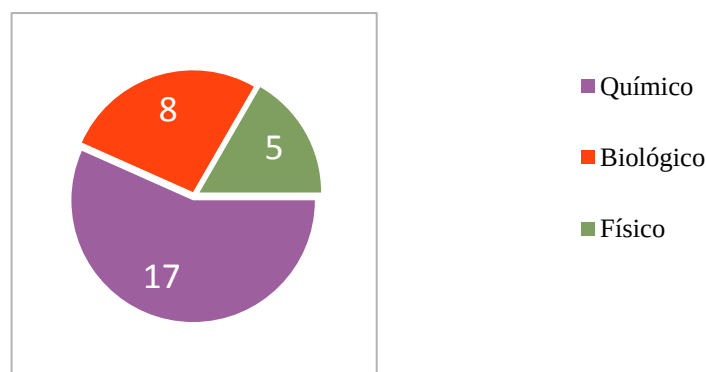


Figura 3 – Tipo de agente insalubre.

De acordo com o tipo de agente insalubre identificado na perícia, identifica-se que 57% dos casos se referem aos agentes químicos, 27% aos agentes biológicos e 16% referentes aos agentes físicos. Ressalta-se ainda que em diversas demandas ocorreu a constatação de mais de um tipo de agente no mesmo processo, de forma concomitante.

No que se refere a periculosidade, constatou-se que 26 processos, ou seja, 87% das ações não possuíam atividade perigosa abrangida pela NR 16. Sendo assim, a maior parte dos processos não estão relacionados à periculosidade e sim à insalubridade. Somente 12% tinham perícia relacionada a análise de periculosidade.

Ainda, sobre o pagamento do adicional averiguou-se que, 24 processos, ou seja, 80% dos casos, não havia o pagamento espontâneo de adicional por parte do empregador. Já em 6 processos ocorria o pagamento de algum tipo de adicional. Isto aponta que os empregadores, dentro dos casos examinados, tenderam a não pagar de forma voluntária o adicional, vindo a pagar somente nos casos em que foram notificados judicialmente, caso tenha ocorrido o reconhecimento de agente insalubre ou perigoso.

4 Conclusões

O corrente artigo teve como propósito examinar o modo como são executadas as impugnações de laudos periciais de insalubridade e periculosidade pelos peritos oficiais das Varas Trabalhistas.

Dentre as ações averiguadas, constatou-se que em 97% dos casos foram manifestadas impugnações periciais. Contudo, apesar da maior parte das demandas terem sido indicadas manifestação ao laudo pericial, quando verificados qual a formação do profissional que executou o referido documento, constatou-se um aspecto já observado na prática. Apercebeu-se que, no caso dos autores não houve manifestação de qualquer profissional da área de segurança do trabalho, com formação técnica que o habilite para a execução de laudos técnicos, como o profissional de Engenharia de Segurança do Trabalho. Porém, nos exemplos de réus, apenas uma pequena parcela, referente a 3% dos processos, tinha a participação de um profissional da área.

Deste modo, foi notável observar a presença de dois parâmetros que se encontram interligados. Tanto a reduzida participação dos profissionais ligados à área de segurança do trabalho nas perícias de insalubridade/periculosidade e nos atos e documentos decorrentes dessas perícias.

Outra razão que constata a pouca presença destes profissionais é a deficiente qualidade das impugnações periciais pertinentes aos seus aspectos técnicos, que não são observados de forma necessária sendo abordada de forma superficial já que são executadas por procuradores.

Desta forma, estudos como esses são cada vez mais relevantes, pois, demonstram a interdisciplinaridade que abrange a segurança do trabalho no qual os aspectos técnicos não conseguem ser verificadas de forma isolada, devendo integrar profissionais de diferentes áreas de conhecimento.

5 Referências bibliográficas

Barsano PR, Barbosa RP (2014) Higiene e Segurança do Trabalho. Érica, São Paulo

Barsano PR (2014) Legislação Aplicada à Segurança do Trabalho. Érica, São Paulo

Brasil (1988) Constituição da República Federativa do Brasil. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acessado em 06 de maio de 2018

Brasil (1943) Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei-Del5452.htm. Acessado em 04 de maio de 2018

Brasil (2015) Código de Processo Civil. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113105.htm. Acessado em 05 de maio de 2018

Camisassa MQ (2016) Segurança e saúde no trabalho. Nrs 1 a 36 comentadas e descomplicadas. Método, São Paulo

MTPS (2018) Ministério do Trabalho e Previdência Social. Norma Regulamentadora n. 15. Atividades e Operações Insalubres. <https://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR15-ANEXO15.pdf>. Acessado em 08 de maio de 2018

MTPS (2018) Ministério do Trabalho e Previdência Social. Norma Regulamentadora n. 16. Atividades e Operações Perigosas. <https://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR16.pdf>. Acessado em 09 de maio de 2018

Rodrigues pinto, José Augusto. A efetividade do processo do trabalho e a alteração de suas normas. In: A efetividade, p. 50, destaques do original. Rossete CA (2014) Segurança e Higiene do Trabalho. Pearson, São Paulo

Saliba TM, Corrêa MAC (2015) Insalubridade e Periculosidade: aspectos técnicos e práticos. LTR Editora, São Paulo

Anexo A – Rol de processos

Numeração do processo XXXXXXX-XX	Houve Impugnação (sim/não)	Insalubridade Agente (Físico/Químico/Biológico)	Periculosidade e (sim/não)	Recebia adicional (sim/não)	Fase processual	Área de atuação
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO/BIOLÓGICO	Não	Não	Recurso	Clínica
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO/FÍSICO	Não	Não	Aguardando audiência inst./julgamento	Hospedaria
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO/BIOLÓGICO	Não	Sim	Trânsito em julgado	Alimentação
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Não	Recurso	Alimentação
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO/BIOLÓGICO	Não	Não	Recurso	Construtora
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE BIOLÓGICO	Não	Sim	Trânsito em julgado	Mecânica
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE BIOLÓGICO	Não	Não	Trânsito em julgado	Serviços de limpeza
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Não	Arquivado	Comércio
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Não	Aguardando audiência inst./julgamento	Comércio
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Não	Recurso	Clínica
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Sim	Não	Arquivado	Hospedaria
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE FÍSICO	Não	Sim	Arquivado	Supermercado
.2017.5.01.022X	Sim	AGENTE FÍSICO	Não	Não	Arquivado	Comércio
.2017.5.01.022X	Não	AGENTE QUÍMICO	Sim	Não	Arquivado	Transporte aéreo
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Sim	Recurso	Policlínica
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE BIOLÓGICO	Não	Não	Recurso	Serviços de limpeza
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE BIOLÓGICO	Não	Não	Aguardando audiência inst./julgamento	Serviços de pintura
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Não	Recurso	Posto de combustível
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Não	Recurso	Casa de saúde
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO/BIOLÓGICO	Não	Não	Arquivado	Agroindústria
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE FÍSICO	Sim	Não	Arquivado	Alimentação
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE BIOLÓGICO	Sim	Não	Aguardando audiência inst./julgamento	Construtora
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE BIOLÓGICO	Não	Sim	Aguardando audiência inst./julgamento	Construtora
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE BIOLÓGICO	Não	Não	Aguardando audiência inst./julgamento	Supermercado
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE FÍS/QUÍM/BIOL	Não	Não	Aguardando audiência inst./julgamento	Fábrica
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE FÍSICO/QUÍMICO	Não	Não	Aguardando audiência inst./julgamento	Comércio
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Sim	Aguardando audiência inst./julgamento	Transporte coletivo
.2018.5.01.022X	Sim	AGENTE QUÍMICO	Não	Não	Recurso	Mecânica
.2018.5.01.022X	Não	AGENTE QUÍMICO	Não	Não	Aguardando audiência inst./julgamento	Mecânica

Análise Comparativa do Método dos parâmetros Equivalentes e do Método de Elementos Finitos no que se refere a Estabilidade de Aterros Sobre Solos Moles

Renan Barbosa Neves¹; Giana Laport Alves de Souza^{1,2}; Rubenei Novais Souza¹

¹Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

²Petróleo Brasileiro S.A., Rio de Janeiro, Brasil.

renannevess10@gmail.com, gianalarpot@gmail.com, rubenei@petrobras.com.br

Resumo – Este trabalho apresenta considerações sobre comparações de análise de estabilidade de projeto de reforço de solos moles utilizando colunas de brita, tendo como base uma breve revisão bibliográfica e análises numéricas utilizando parâmetros equivalentes e com o método de elementos finitos, utilizando o programa PLAXIS 2D. Com base nos ensaios realizados, foram definidos modelos geotécnicos que foram utilizados nas análises numéricas bidimensionais para compreender melhor a estabilidade global do aterro. No software de elementos finitos as colunas de brita foram consideradas como célula unitária no estado plano-deformação que considera a área de influência da coluna. Para este tipo de análise fez-se uma transformação geométrica que leva em consideração a capacidade de drenagem das colunas. O trabalho tem como objetivo comparar os resultados obtidos através de um método clássico, que considera o solo tratado como um solo homogêneo através de parâmetros de resistência equivalentes e uma análise em um software de elementos finitos que considera as colunas de brita e o solo circundante, este trabalho tem o intuito de auxiliar no aperfeiçoamento de projetos que envolvam a técnica de colunas de brita.

Palavras-chave: Reforço de solos moles; colunas de brita; Método de estabilidade.

Abstract – This work presents considerations on comparisons of stability analysis of soft soils reinforcement design using gravel columns, based on a brief bibliographic review and numerical analyses using equivalent parameters and with the Finite element method using the Plaxis 2d program. Based on the tests performed, geotechnical models were defined that were used in the two-dimensional numerical analyses with the objective of understanding better global stability of the landfill. In the finite element software, the gravel columns were considered as unitary cells in the plane-deformation state that considers the area of influence of the spine. For this type of analysis it was made a geometric transformation that takes into consideration the drainage capacity of the columns. The objective of this work is to compare the results obtained through a classical method, which considers the soil treated as a homogeneous soil by means of equivalent resistance parameters and an analysis in finite element software that considers the columns of gravel and the surrounding soil, this work aims to aid in the improvement of projects involving the technique of stone columns.

Keywords: Soft soil reinforcement; Stone Columns; Stability method.

1 Introdução

Existem diversas técnicas para melhoramento de solos moles, dentre elas a técnica da utilização de colunas verticais de brita (ou areia), em alguns casos revestidas com geotêxtil, mostra-se mais vantajosa em relação as demais. Devido a baixa capacidade de suporte, a alta compressibilidade e a baixa permeabilidade das camadas de argilas moles compressíveis faz-se necessário a aplicação de tal técnica com intuito do aumento da capacidade de suporte, redução na magnitude dos recalques e do tempo de consolidação, o custo competitivo devido a alta produtividade também é uma de suas características a ser levada em consideração (Souza et al 2016).

Vários estudos como Souza & Marques (2010) e Lima (2012), evidenciam a eficácia da utilização de colunas de brita para tratamento de solos moles, nas análises numéricas que estão presentes em literatura técnica os solos são modelados como um material elástico-linear, análises deste tipo apresentam limitações, contudo, ajuda na compreensão das variáveis relacionadas na aplicação desta técnica.

Nesta pesquisa foram comparadas as análises de estabilidade pela metodologia de Priebe (1995) e no MEF, através do programa PLAXIS 2D que atualmente é o mais utilizado para análises numéricas.

1.1 Reforço com colunas de brita

As primeiras informações sobre a utilização da técnica de colunas de brita foi em 1830, pelos engenheiros militares franceses (Hu 1995), tal técnica ajuda na redução dos recalques totais e diferenciais, redução do tempo de consolidação por adensamento primário, aumento da capacidade de suporte e ganho de resistência ao cisalhamento nos solos compressíveis.

Segundo Filz e Smith (2007), geralmente os aterros construídos sobre colunas de brita possuem uma ou mais plataformas de transferências de carga como os geossintéticos. Estudos pararelos como de Simon (2012) afirma que não existe a necessidade de plataformas de transferência de carga visto que os recalques das colunas de brita e da argila são de magnitudes próximas.

As construções das colunas de brita podem se dar de duas maneiras, com ou sem encamisamento (utilização de geossintético) a utilização do encamisamento tem como função a separação do material da coluna com o solo mole, além de aumentar a capacidade da resistência lateral da coluna, promovendo assim um aumento na capacidade de carga. Lima (2012) afirma que o emprego dos geossintéticos pode ser inviabilizado devido ao seu alto custo.

Pesquisas como a de Barksdale e Bachus (FHWA 1983) pondera que as colunas de brita apresentam maior eficiência quando a área tratada é de grande dimensão, onde serão construídos aterros. As colunas podem ser flutuantes, ou seja, com a ponta em solo mole ou as colunas fixas, assentes em solos com maior resistência. Geralmente as colunas são executadas com as profundidades variando de 6 a 15 m (Lima 2012).

1.2 Célula Unitária

Adota-se o conceito de célula unitária para as colunas de brita, aplica-se este conceito no conjunto coluna de brita e a área de influência da coluna, o solo que a circunda. As deformações radiais neste caso são consideradas nulas.

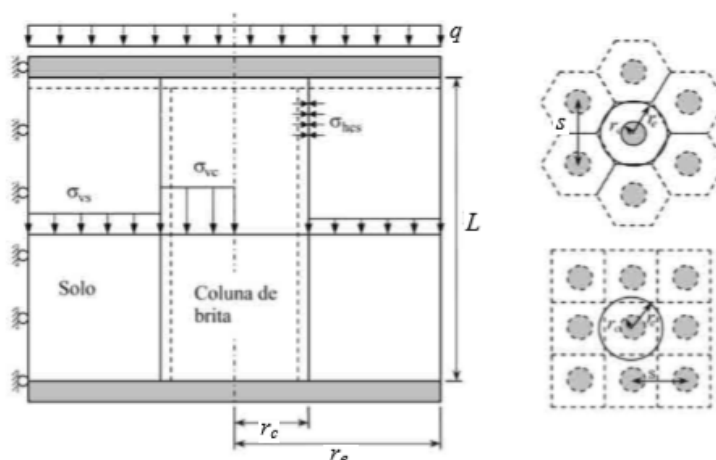


Figura 1 – Conceito de célula unitária. Fonte: Lima 2012 adaptou de Castro 2008.

Onde: r_c = raio da coluna de brita; r_e = raio de influência; *comprimento* da coluna de brita; s = espaçamento entre centro das colunas; q = carga vertical uniforme; σ_v = tensão vertical e σ_h = tensão horizontal.

Pode-se observar uma substituição do solo mole compressível por um material granular, tornando este conjunto mais rígido. Esta substituição fica compreendida entre 10 a 50% segundo Lima (2012), já FHWA (1983) afirma que esta variação usualmente é de 10 a 35%. O coeficiente de substituição (CS), também conhecido como taxa de substituição (a_s) quando dado em porcentagem pode ser expresso pela razão entre a área da coluna granular (A_{col}) e a área de influência da coluna (A).

$$CS = \frac{A_{COL}}{A} = \frac{A_{col}}{A_{col} + A_{sol}} = a_s(\%) \quad (1)$$

1.3 Efeito em grupo

As colunas de brita quando carregadas em grupo ou isoladas apresentam comportamentos diferentes. Etzad et al. (2009), considera que em obras com taxa de substituição inferior a 10% as colunas em grupo passam a se comportar igual às colunas isoladas. Este trabalho tem como base um projeto em que a taxa de substituição é superior a 10% caracterizando o comportamento em grupo das colunas, que apresentam uma melhora na capacidade de carga se comparada a isolada. Nos casos de aterros do tipo rodoviário, geralmente observa-se recalques maiores na região central do aterro, ou seja, um espraçamento dos recalques Lima (2012). Comumente, as rupturas analisadas nas colunas em grupo dá-se na forma de um cisalhamento cônico conforme relata Etzad et al. (2009).

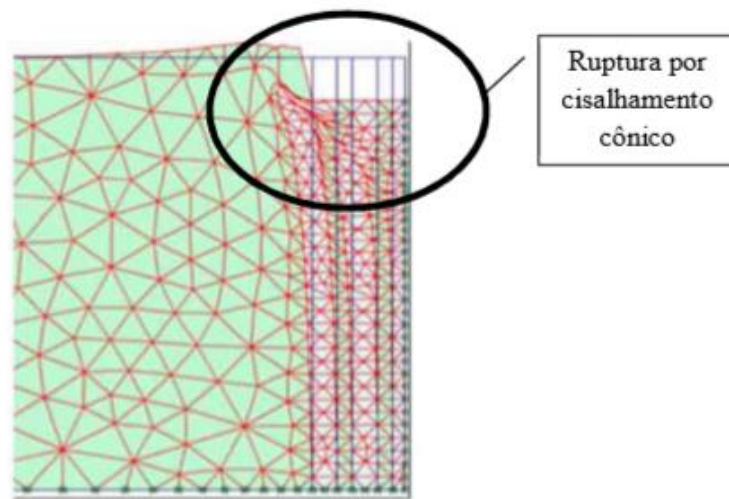


Figura 2 – Tipo de ruptura para um grupo de colunas. Fonte: Etzad et al. 2009.

2 Metodologia

2.1 Parâmetros de resistência do solo homogêneo equivalente

Nas análises de estabilidade geotécnica de solos tratados com colunas de brita, admite-se este solo tratado como um material homogêneo, cujos parâmetros de resistência c_m e ϕ_m podem ser calculados com base no coeficiente de substituição (CS) e do fator de concentração de tensões (FC), método este proposto por Priebe (1995) e nominado de

n. Almeida e Maques (2010) afirma que este método é um dos mais utilizados para este tipo de verificação. Combinando as teorias da elasticidade e dos empuxos de Rankine, chegou-se as expressões apresentadas a seguir:

$$\tan \phi_m = m \tan \phi_c + (1 - m) \tan \phi_s \quad (2)$$

$$c_m = (1 - m)c_s \quad (3)$$

$$m = \frac{CS \cdot FC}{[1 + (FC - 1)CS]} \quad (4)$$

Onde:

ϕ_m = ângulo de atrito interno do solo tratado

ϕ_c = ângulo de atrito interno do material da coluna

ϕ_s = ângulo de atrito interno do solo mole natural

c_m = coesão do solo tratado

c_s = coesão do solo natural

CS = coeficiente de substituição

FC = fator de concentração de tensões

Geralmente admite-se o comportamento não drenado nas análises de estabilidade de solos moles reforçados com colunas de brita, assim, o ângulo de atrito do solo mole a ser tratado pode ser adotado como nulo e a expressão 2 pode ser simplificada, resultando na expressão 5 apresentada abaixo:

$$\tan \phi_m = m \tan \phi_c \quad (5)$$

A partir dos parâmetros de resistência equivalentes c_m e ϕ_m do solo tratado e da geometria adotada em projeto, pode-se aplicar um método de análise de estabilidade clássico (Souza et al 2016). O perfil de resistência não drenada S_u de projeto adotado para a camada de argila é um dado fundamental para os cálculos de estabilidade, em geral, o ensaio mais utilizado para a determinação desse parâmetro é o ensaio de palheta de campo, de modo que aplica-se uma correção (Bjerrum 1969, 1973) para a obtenção da resistência a ser usada em projeto (Almeida e Maques 2010).

$$S_u(\text{projeto}) = \mu \cdot S_u(\text{palheta}) \quad (6)$$

2.2 Modelagem numérica

O software utilizado para as análises foi o PLAXIS 2D que necessita de uma transformação geométrica proposta por Tan et al. (2008). Observa-se que a análise unitária despreza a rigidez da coluna, em sua formulação analítica, porém, o efeito da rigidez da coluna deve ser considerado para uma análise mais realista do problema, por isso, Tan et al. (2008) apresentaram dois métodos de conversão para o estado plano-deformação onde os resultados foram validados a partir de análises axisimétricas.

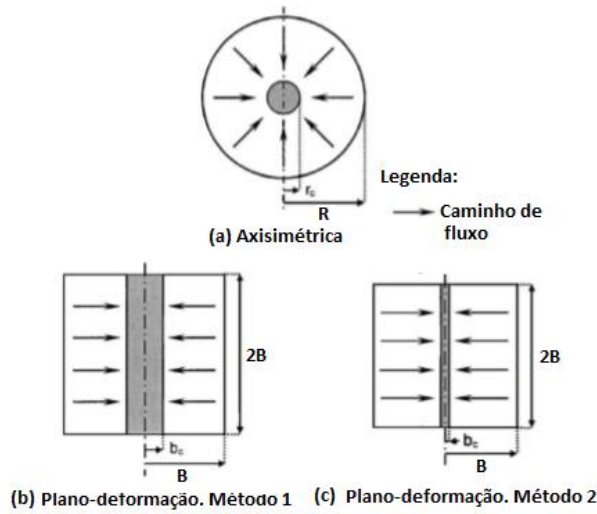


Figura 3 – Método de conversão para o estado plano-deformação. Fonte: Tan et al. (2008).

O primeiro método considera que o raio da coluna e a semi-largura da parede equivalem ($b_c = r_c$), e de forma semelhante o raio da área de influência R equivale a largura B . Considerando, duas conversões complementares equivalentes:

- Para rigidez: $E_{c,pl} a_{s,pl} E_{s,pl} (1 - a_{s,pl}) = E_{s,ax} a_{s,ax} + E_{s,ax} (1 - a_{s,ax})$ (7)

- Para Permeabilidade: $\frac{K_{h,pl}}{K_{h,ax}} = \frac{F(N)_{PL}}{F(N)_{ax}} \left[\frac{m_{vs} m_{vc} (1 - a_s)}{m_{vc} (1 - a_s + m_{vs} a_s)} \right] pl \left[\frac{m_{vc} (1 - a_s + m_{vs} a_{s0})}{m_{vs} m_{vc} (1 - a_s)} \right] ax \frac{B^2}{R^2}$ (8)

Onde:

E_c = Módulo de elasticidade da coluna granular;

E_s = Módulo de elasticidade do solo;

a_s = Razão de substituição (a_c);

k_h = Coeficiente de permeabilidade;

N = Razão entre diâmetros/larguras;

m_{vs} = Parâmetro de compressibilidade;

pl = Plano-deformação;

ax = Axisimétrica.

O segundo método é baseado na equivalência entre as permeabilidades em ambos os casos, este método preserva, as áreas para ambas condições e a largura da coluna para a condição de plano-deformação é dada pela equação a seguir.

$$b_c = B \frac{r_c^2}{R^2} \quad (9)$$

Com esta relação obtêm-se larguras menores se comparado ao primeiro método. Onde, R e B é a relação entre as áreas de influência de uma determinada malha (quadrada, retangular). Neste método as permeabilidades se equivalem, descartando a Equação 8. O modulo de elasticidade para ambas as condições são iguais.

Segundo Junior (2017) ambos os métodos foram submetidos a análises de validade, e concluiu-se que o segundo método é o mais indicado para conversão. O primeiro método apresenta resultados errôneos e fora do comportamento esperado e apresentado para o solo. Segundo os autores, a explicação está na falha do modelo em reproduzir o comportamento plástico da coluna de brita. Sendo assim, para o presente estudo, utiliza-se o Método 2 como ferramenta de conversão.

3 Resultados

Como mostrado anteriormente esta pesquisa usa dois tipos de análise de estabilidade, o método clássico que transforma o conjunto solo/coluna em um solo homogêneo competente e com parâmetros de resistência equivalentes, e o método de análise numérica usando um software de elementos finitos. Ambos os métodos necessitam de parâmetros dos ensaios realizados *in situ* e premissas de projeto.

Espessura da camada de solo mole	10 m
Resistência não drenada do solo mole (S_u)	10 kPa
Constante de compressibilidade $C_c/(1+e)$	0,375
Módulo confinado do solo Mole (E_{ms})	600 kPa
Coeficiente de Poisson do solo mole (ν)	0,3
Coeficiente de adensamento vertical	0,0002 cm ² /s
Coeficiente de adensamento horizontal	0,0004 cm ² /s
Peso específico aparente do solo mole	14 kN/m ²
Ângulo de atrito do material da coluna	40°
Diâmetro das colunas	0,9 m
Espaçamento das colunas	2,5 m
Razão de substituição	0,12
Módulo confinado da coluna (E_{mc})	40000 kPa
Coeficiente de poisson da brita (ν)	0,4
Altura do aterro	6 m
Peso específico aparente do aterro	20 kN/m ²

Tabela 1: Parâmetros representativos da seção de estudo. Fonte: Souza et al (2016)

Segundo Souza et al (2016) os valores do fator de segurança nas analises de estabilidade geotécnica da seção em estudo mostrou que a execução de colunas de brita com 90cm de diâmetro espaçadas de 2,5m em malha

triangular aumenta o coeficiente de segurança para 1,35 se comparado ao solo sem tratamento que tem apenas um valor de 0,6.

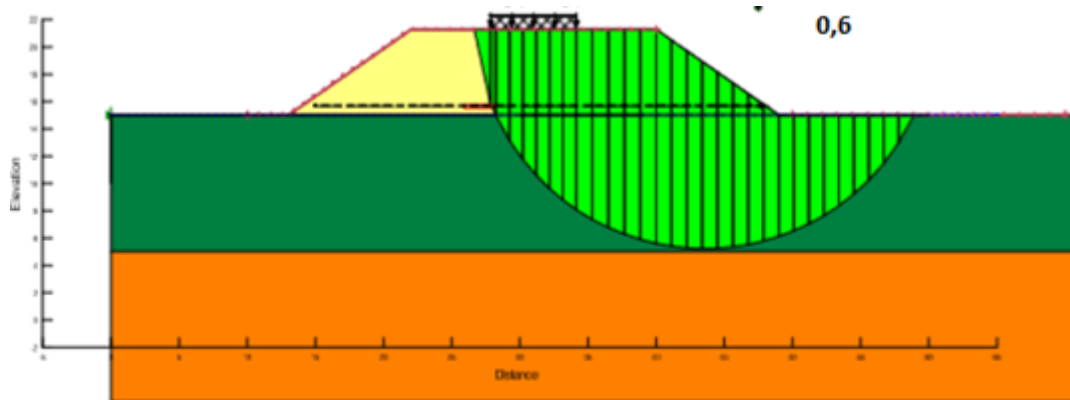


Figura 4 – Análise de estabilidade geotécnica de uma seção com solo mole sem tratamento.

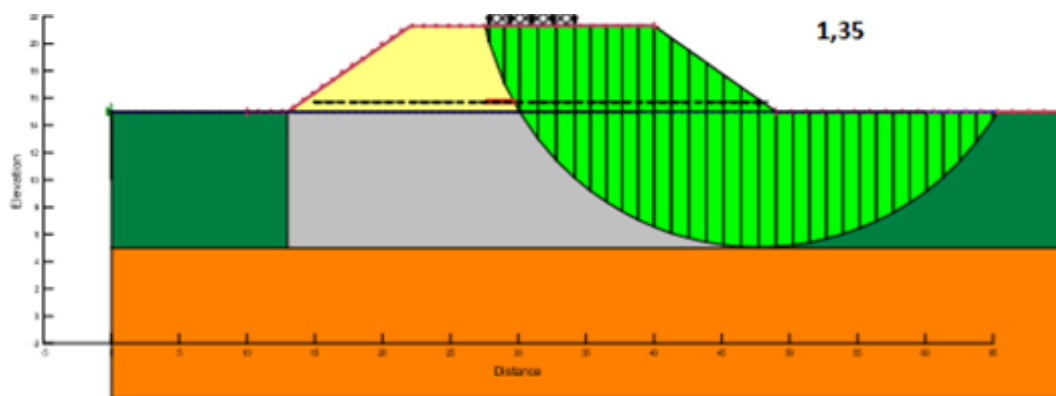


Figura 5 - Análise de estabilidade geotécnica de uma seção com solo reforçado com colunas de brita.

Para o cálculo de estabilidade utilizando o software PLAXIS 2D, é necessário a modelagem numérica do problema. O programa possui uma interface de fácil entendimento e utilização. Existem dois tipos de modelo: axisimétrico ou plano-deformação, nesta pesquisa optou-se pela análise do modelo plano-deformação, seguindo a transformação geométrica proposta por Tan et al. (2008) descrita anteriormente, as espessuras das colunas de brita foram calculadas pela Equação (9), obtendo-se um valor de 0,30m. Os parâmetros adotados para a modelagem estão descritos nas tabelas a seguir:

Tabela 2 - Parâmetros utilizados para materiais com modelos constitutivos Mohr-Coulomb

Material	γ (kN/m ²)	ϕ' (°)	c' (kPa)	E (kPa)	ν	k_x (m/dia)	k_v (m/dia)
Aterro de Conquista	20	30	0	2000	0,3	0,86	0,86
Colunas de Brita	19	40	0	40000	0,4	27000	27000
Colchão Drenante	17	30	0	45000	0,3	8,64	8,64
Aterro	20	30	0	25000	0,3	0,86	0,86

Tabela 3 - Parâmetros utilizados para materiais com modelos constitutivos SoftSoil-Creep.

Material	γ (kN/m ³)	C_c	C_s	e_0	c' (kPa)	ϕ' (°)	k_v (m/dia)	k_h (m/dia)
Argila	14	0,932	0,11	0,65	5	25	0,000026	0,000026

A malha de elementos finitos possui 30 m de largura e 17,5 m de altura, as malhas são triangulares com 15 nós de deslocamentos e 8 pontos para observação.

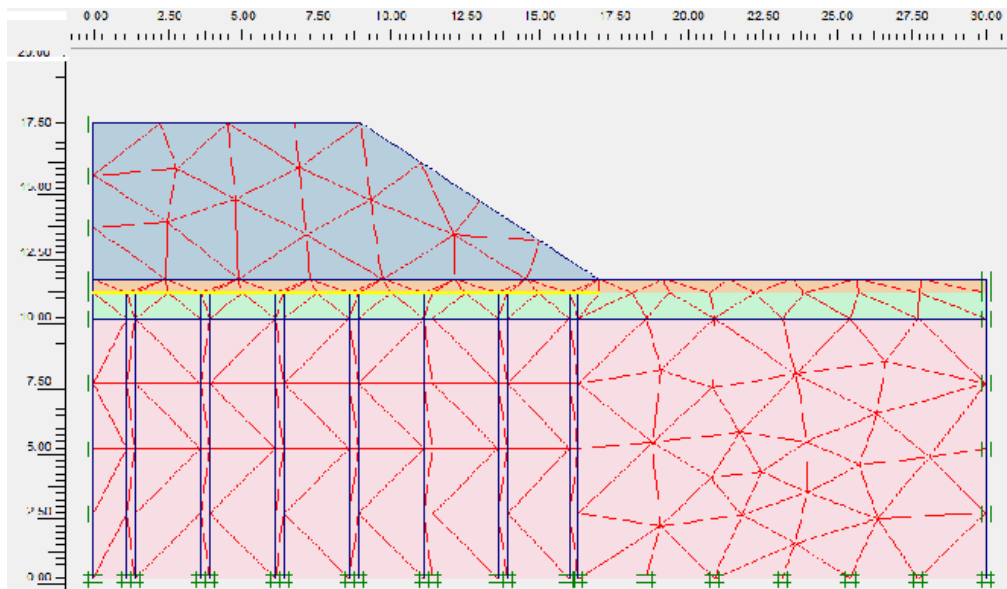


Figura 6 – Geometria e malha dos elementos finitos usados na seção de estudo

A norma preconiza um coeficiente de segurança para obras desta natureza um valor mínimo de 1,5. Com a modelagem no programa PLAXIS 2D o coeficiente de segurança inicial foi de 1,8. O coeficiente de segurança tende a aumentar com a dissipação do excesso de poropressão e ganho de resistência do conjunto solo/coluna, aumentando a estabilidade do aterro.

4 Conclusões

Pode-se observar que o método de Priebe (1995), onde se adota o conjunto solo/estrutura como um solo homogêneo equivalente obtivemos um coeficiente de segurança de 1,35 abaixo do que preconiza a norma, porém, apresentou grande melhora se comparado a estabilidade do aterro sem o tratamento do solo com as colunas de brita.

Observa-se na análise numérica do Programa PLAXIS 2D, que permite a modelagem de cada etapa da execução das colunas de brita, permitindo a utilização de parâmetros de ensaios *in situ*, ou seja, parâmetros reais e não equivalente dos materiais, obtivemos um coeficiente inicial 1,8 acima do que preconiza a norma. Afirmando que o dimensionamento das colunas de brita para o tratamento do solo mole está correto.

O método para melhor avaliação de estabilidade de problemas geotécnicos desta natureza é o de análise numérica no Programa PLAXIS 2D de elementos finitos, o software possibilita a modelagem e a utilização de parâmetros reais de cada material, simulando de forma mais próxima a realidade, favorecendo assim, o melhor dimensionamento das colunas de brita.

5 Referências bibliográficas

Almeida MSS, Marques MÊS (2010) “Aterros sobre solos moles - projeto e desempenho.” São Paulo: Editora Oficina de Textos

Bjerrum L (1973), “Problems of soil mechanics and construction on soft clays and structurally instable soils”. In: Proceedings of the 8th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Moscow, 3: 111-159

Castro J (2008). “Análisis teórico de la consolidación y deformación alrededor de columnas de grava”. Tese de Doutorado, Universidade de Cantabria, Santander, Espanha

Etezad M, Hanna A, Ayadat T (2009) “Discussion of “Behavior of Stone Columns Based on Experimental and FEM Analysis by A. P. Ambily and Shailesh R. Gandhi”. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 135(9): 1355-1356

FHWA (1983). “Design and construction of stone columns. Vol 1. Report FHWA/RD83/027.” Barksdale, R.D. e Bachus R.C. Federal Highway Administration

Junior LS et al (2017) Numerical Modeling of Test Embankment Supported by Stone Column Foundation. In: FARIA, P. d. O. (Ed.). In: Proceedings of the XXXVIII Iberian LatinAmerican Congress on Computational Methods in Engineering. Florianópolis

Lima BT (2012) Bruno Teixeira Estudo do uso de colunas de brita em solos argilosos muito moles. Dissertação, Universidade Federal do Rio de Janeiro

Priebe HJ (1995) The Design of vibro replacement. <https://www.geplus.co.uk/download?ac=1423451>. Acessado em 10 de outubro de 2018

Souza GLA, Pacheco M, Souza RN, Viana EA (2016) Projeto e controle de execução de reforço de solos moles utilizando colunas de material granular: Experiência com a implantação de um grande empreendimento rodoviário. In: Anais do XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica

Tan AS, Tjahyono S, Oo KK (2008) Simplified Plane-Strain Modeling of Stone-Column Reinforced Ground. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering* 134 (2): 185–194

Baixo São Francisco: um breve olhar sobre a evaporação, vazão reduzida, salinização da foz e as ações de defesa civil em Piaçabuçu – Alagoas

Marcos Antônio Tamandaré Bastos¹

¹Universidade Federal Fluminense
Rua Tiradentes, 17 – Ingá – Faculdade de Direito II
Anexo 2º andar conjunto 26
CEP 24210-510 – Niterói, RJ – Brasil

marcostamandare@id.uff.br

Resumo - Com 2700 km de extensão, o Rio São Francisco é considerado um dos mais importantes do Brasil. Ao longo de seu percurso as cidades banhadas por suas águas sempre foram vistas como terras de grande fartura. Mas, atualmente, toda benesse trazida encontra-se ameaçada devido a problemas de gerenciamento relacionados à geração de energia reduzindo a vazão por imposição das hidrelétricas e contribuindo para a intrusão salina, prejudicando a agricultura e gerando riscos à população, animais, agricultura e vegetação nativa. Esse artigo tratará o cenário atual vivido pela cidade de Piaçabuçu, última cidade ribeirinha do Baixo São Francisco e as ações da Defesa Civil de Alagoas visando reduzir tais impactos.

Palavras-chave: Defesa Civil. Meio Ambiente. Rio São Francisco.

Abstract - With 2700 km long, the river San Francisco is considered one of the most important of Brazil. Along your route the cities bathed for waters have always been seen as the land of great wealth. But these days, any windfall brought is threatened due to management issues related to the generation of energy by reducing the flow by laying on of hydroelectric plants and contributing to the saline intrusion, damaging agriculture and generating risks to the population, animals, agriculture and native vegetation. This article treats the current scenario lived across town from Piaçabuçu, last Riverside town of lower San Francisco and Civil Defense actions of Alagoas to reduce such impacts.

Keywords: Civil Defense. Environment. The São Francisco River.

1 Introdução

Com bastante relevância para a ecologia, economia e o social, suas águas são utilizadas em larga escala para geração de energia elétrica, irrigação, navegação, suprimento de água (inclusive para carros-pipa), pesca e aquicultura. A bacia hidrográfica do São Francisco possui algo em torno de 640.000 quilômetros quadrados, banha regiões de clima úmido, semiárido e árido, sendo dividida em quatro sub-bacias: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco. Considerado um dos principais fatores de desenvolvimento da Região Nordeste, e com enorme relevância regional, atraiu diversos planos de desenvolvimento em todas as esferas governamentais e inclusive na iniciativa privada (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004).



Figura 1- Área da cidade de Piaçabuçu. Fonte: Google Maps

O Baixo São Francisco segue da cidade de Paulo Afonso, no Estado da Bahia até a foz que desagua no Oceano Atlântico, entre os Estados de Sergipe e Alagoas. Com 25.523 quilômetros quadrados, representando 4% da área da bacia, e 214 quilômetros de extensão, beneficia uma população de aproximadamente 1,37 milhão de habitantes (CODEVASF, 2010). Compreende as sub-bacias dos rios Ipanema e Traipu na margem esquerda e Curituba e Capivara na margem direita, situando-se em áreas dos estados da Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas. Na região entre Paulo Afonso e Canindé do São Francisco destaca-se um grande trecho do rio encaixado em fraturas e profundas gargantas chamadas de Cânions do São Francisco, localidade onde encontra-se a represa de Xingó. Sua altitude pode variar de 200 metros até o nível do mar, apesar de nos divisores algumas serras atingirem 500 metros. A temperatura média anual é de 25 °C, a precipitação fica entre 500 a 1300 milímetros ao ano e a evaporação é de 1500 milímetros ao ano (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004).



Figura 2 - Vista da margem do Rio São Francisco, na cidade de Piaçabuçu. Fonte: Acervo pessoal do autor

Na região do Baixo São Francisco a vegetação predominante é de caatinga, na parte mais alta, e mata atlântica, manguezais e restingas na região costeira, como é possível observar na foto acima. O clima é considerado tropical semiúmido. Nessa região também ocorre uma visível mudança na distribuição anual das chuvas, que nas proximidades do oceano se distribuem por todo o ano, embora mais concentradas no outono e inverno, enquanto que, no interior, os meses com maior incidência de chuvas são os de verão. Localizadas em Jeremoabo, na Bahia; Pesqueira e Bom Conselho, em Pernambuco; Propriá, Canindé do São Francisco e Nossa Senhora da Glória, em Sergipe; e Arapiraca, Piranhas, Delmiro Gouveia, Penedo e Piaçabuçu, em Alagoas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2004).

2 Materiais e Métodos

Para a realização desta pesquisa utilizou-se o estudo descritivo que consiste em descrever características do fenômeno estudado, observando os fatos, analisando e interpretando sem interferência direta do pesquisador (Raupp and Beuren, 2006).

O artigo teve como objeto de estudo o Rio São Francisco descrito no capítulo anterior. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica, de maneira a reunir materiais de fontes secundárias, aqueles materiais que já foram tratados por diversos autores e publicados como artigos, livros, dissertações, teses e redes eletrônicas sobre o tema proposto (Raupp and Beuren, 2006).

Esse material foi lido, selecionado de acordo com o interesse do pesquisador diante do tema e registrado unindo diversos tópicos do assunto formando uma nova abordagem. Também se empregou o método de observação do local a fim de complementar a pesquisa efetivada.

3 Resultados

Os resultados obtidos são divididos em três categorias, conforme texto a seguir, para melhor entendimento. As categorias são evaporação, salinização e vazão reduzida.

3.1 Evaporação

É o processo físico que compreende a passagem lenta e gradual de um estado líquido para um de vapor, em função de aumento natural ou artificial de temperatura. Segundo o site da BBC BRASIL (2009), pesquisadores e meteorologistas do National Center for Atmospheric Research (NCAR), instituto não governamental situado no Colorado, Estados Unidos, analisaram dados coletados entre 1948 e 2004 em vários rios do planeta e em 2009 já alertavam para o processo de evaporação ao qual a bacia do São Francisco também foi submetida sendo considerada a de maior declínio no fluxo de águas do território brasileiro durante aquele período. Tais alterações devem-se em parte ao fenômeno El Niño e seus efeitos de diminuição nos níveis de precipitações e um grande aumento na temperatura, que de acordo com Aiguo Dai, cientista e líder da pesquisa, acabaram por contribuir com a evaporação reduzindo o fluxo de água do rio e contribuindo para o declínio de seu escoamento. O estudo certifica ainda que o volume de água do rio caiu 35% em 50 anos (BBC BRASIL, 2009).

3.2 Vazão reduzida

Vazão reduzida é a definição utilizada para tipificar um trecho do rio natural que tem sua vazão normal restringida devido ao esquema de uma usina hidrelétrica. A redução da vazão hídrica do São Francisco pode ser verificada, conforme dados fluviométricos disponibilizados pela Agência Nacional das Águas (ANA), há no mínimo vinte anos. Porém, nunca houve registro de valores tão baixos como nos últimos dois anos.

Com o crescimento da agricultura, o aumento do consumo energético, redução da vazão nas usinas hidrelétricas (com a finalidade de manter o nível dos lagos) e retirada de água da bacia para transposição, a vazão do rio São Francisco vem sofrendo diminuições extremas, o que se agrava mais ainda devido ao longo período de estiagem que assola a região Nordeste. Desde 2013, mês a mês a população sente na pele os efeitos da baixa vazão que em níveis normais seria de 1,3 mil m³/s, mas atualmente possui o volume de 700 m³/s nas barragens de Xingó e Sobradinho. (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2016).



Figura 3 - Trecho assoreado e de navegação difícil

3.3 Salinização

Devido à redução na vazão, a entrada da água do mar a partir da foz vem trazendo diversos impactos diretos a população do baixo São Francisco. (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS, 2016).

A cidade de Piaçabuçu, distante 142 quilômetros da capital Maceió, possui uma colônia de pescadores tradicional com aproximadamente 3500 membros, administrada pela Marinha do Brasil. Boa parte dos pescadores relatam ter visto peixes marinhos em suas redes, ao contrário do que sempre ocorria na localidade conhecida por sua fartura em peixes de água doce. (FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO, 2017).

A cidade tem sua maior renda oriunda da venda de pescados, coco e manga e, com a salinização, prestadores de serviços alternativos também foram afetados, como é o caso das lavadeiras que lavavam roupas nas águas do rio e hoje perderam sua fonte de renda. Houve também, segundo dados do posto de saúde comunitário, um aumento considerável no número de hipertensos, principalmente no povoado Potengi, distante sete quilômetros da foz, onde a água é ainda mais salgada (FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO, 2018).

4 Área de proteção ambiental de Piaçabuçu

Unidade de Conservação Federal, a APA de Piaçabuçu é gerenciada pelo Instituto Chico Mendes (ICMBio), considerado sua Unidade Administrativa. Entretanto a APA é considerada como Unidade de Conservação (UC) de pequeno porte equiparada a outras da mesma categoria, sendo a segunda menor do Estado. Como ferramenta de gestão a APA dispõe de um conselho consultivo, um diagnóstico, avaliação e zoneamento ambiental e um esboço de Plano de Gestão não concluído. O Turismo, atividade assídua e continua na área da Foz do Rio São Francisco poderia explorar amplamente seu potencial, porém, necessita ser normatizado e regulamentado. Atualmente demonstra traços de desorganização ao promover degradação ambiental e gerar conflitos pela ocupação do espaço e sua utilização (IBAMA, 2010)



Figura 4 - Foz do Rio São Francisco – Porta de entrada da intrusão salina no baixo São Francisco.

A água do rio é utilizada pela Companhia de Saneamento e Abastecimento de Alagoas (CASAL), diretamente para o abastecimento da cidade e em coletas de amostras comprovou que diariamente, uma hora após a maré começar a encher, a salinidade fica maior tornando a água sem qualidade para o consumo e por esse motivo adotou um sistema alternativo de abastecimento com intervalos de oito horas com água nas torneiras e três sem. Mesmo com a adoção da medida o problema torna-se agravado pelo fato de 90% dos usuários não possuírem caixas d'água e permanecerem sem abastecimento durante tais paralisações. (COMPANHIA DE SANEAMENTO E ABASTECIMENTO DE ALAGOAS, 2006).

5 Ações da Defesa Civil

As ações da Defesa Civil do Estado foram pautadas em estudos que tiveram como fulcro prioritário deliberar apoio necessário aos atingidos em todas as esferas. Em Audiência Pública proposta pela Assembleia Legislativa do Estado (ALE) sobre a qualidade da água no município de Piaçabuçu, último município antes da Foz, e também último a ser incluído no decreto de situação de emergência em quarenta municípios, os estudos da Defesa Civil em conjunto com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente constataram que devido à seca e à baixa vazão a agricultura encontra-se deteriorada pela menor disponibilidade de água para irrigação, propondo-se então a renegociação de dívidas desse setor. Navegação e pesca têm sofrido grandes obstáculos devido à queda no nível do rio, agora a ausência de peixes de água doce trouxe dificuldade no sustento dos pescadores, por esse motivo a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil (COMDEC) vem mobilizando a entrega de cestas básicas em auxílio desses trabalhadores. Os serviços nas instalações públicas de saúde, de ensino e a economia local estão prejudicadas então solicitou-se auxílio ao Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES). Essas situações foram debatidas, inclusive, com a população a fim de que chegassem a um consenso. (BRASIL, 2017).

Vale destacar as ações do Comitê da Bacia do Rio São Francisco (2017) que tem como objetivo “implementar a política de recursos hídricos em toda bacia, estabelecer regras de conduta locais, gerenciar os conflitos e os interesses locais”.

6 Conclusões

O conjunto de ações assistenciais da Defesa Civil de Alagoas visando minimizar os impactos causados pela evaporação, vazão fluviométrica reduzida e salinização que atinge desde Piaçabuçu até sua foz no Pontal do Peba, vem conseguindo o objetivo principal: auxiliar a população no restabelecimento do seu cotidiano, embasados na Lei 12.608 de 10 de abril de 2012, onde a palavra proteção foi incluída.

Tal propulsão apresenta-se nesse momento em ações conjuntas com a CASAL e soluções imediatas ao problema de fornecimento de água aos cidadãos. Existe ainda um trabalho com a Secretaria de Meio Ambiente planejando aumentar a resiliência daquele município agindo em pontos críticos onde até animais e áreas de plantio são afetados pela água salinizada.

A participação da população nos processos de tomada de decisão foi muito relevante, ajudando a mitigar as vulnerabilidades aos riscos de maneira direta. Se apresenta como oportuno, na continuação desta pesquisa, investigar os impactos potenciais que a instalação de um Núcleo de Desenvolvimento Comunitário (NUDEC) no município poderia ter sobre a capacitação da população, dos voluntários e dos profissionais para o trato das ameaças à segurança civil.

7 Referências Bibliográficas

Ana (2016) Agência Nacional de Águas. Baixa vazão causa problemas a população do baixo São Francisco. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/default.aspx>> Acessado em 10 de fevereiro de 2017

Bbc Brasil (2009). British Broadcasting Corporation. Volume de água do rio São Francisco caiu 35% em 50 anos. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2009/04/090422_rios_saofrancisco_cq.shtml> Acessado em 11 de fevereiro de 2017

Brasil (2017) Defesa Civil oferece apoio a cidades atingidas por seca em Alagoas, Bahia e Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/defesa-e-seguranca/2017/03/defesa-civil-oferece-apoio-a-cidades-atingidas-por-seca-em-alagoas-bahia-e-minas-gerais>> Acessado em 1 de abril de 2017

Codevasf (2010). Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. Baixo São Francisco. Disponível em: <<http://www2.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/recus/baixo-sao-francisco>> Acessado em 24 de outubro de 2018

Cbrsf (2017) Comitê da bacia do rio São Francisco. Objetivos e competências. Disponível em: <<http://cbhsaofrancisco.org.br/o-cbhsf/>> Acesso em 14 de fevereiro de 2017

CSAA (2017) Companhia de Saneamento e Abastecimento de Alagoas. Abastecimento de Piaçabuçu recebe investimentos de mais de R\$ 3,5 milhões. Disponível em: <<https://www.casal.al.gov.br/2017/10/abastecimento-de-piacabucu-recebe-investimentos-de-mais-de-r-35-milhoes/>> Acessado em 11 de outubro de 2018

FJN (2017) Fundação Joaquim Nabuco. Ribeirinhos de Alagoas navegam até seis horas em busca de água potável. Disponível em:

<<http://www.fundaj.gov.br/images/stories/observafundaj/ribeirinhos-de-alagoas-navegam-ate-seis-horas-em-busca.pdf>> Acessado em 20 de outubro de 2018

Google Maps (2018) Piaçabuçu. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/maps/place/Pia%C3%A7abu%C3%A7u+-+AL,+57210-000/@-10.4000251>>

Acessado em 24 de outubro de 2018

IBAMA (2010) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Área de proteção ambiental de Piaçabuçu. Disponível em:

<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/plano_manejo/apadepiacabucu.pdf> Acessado em 15 de outubro de 2018

MMA (2004) Ministério do Meio Ambiente. Programa de revitalização da bacia hidrográfica do Rio São Francisco.

Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PRSF/_arquivos/diag.pdf> Acessado em 10 de fevereiro de 2017

Raupp FM, Beuren IM (2006) Metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais. In: Beuren, IM. (Org.). Como elaborar trabalhos monográficos em Contabilidade. Atlas, Rio de Janeiro

Combate a Incêndio em Navios Brasileiros: Procedimentos e Dificuldades

Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira¹; Rafael Fernandes Foly¹

¹UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

carlosrogerio18@hotmail.com; rafael.foly@gmail.com

Resumo - Normalmente, nos cursos de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, dificilmente são passados conhecimentos sobre o combate a incêndio em navios, sendo a maioria voltada para o funcionamento das brigadas de edificações fixas ao solo. Este trabalho tem como objetivo demonstrar como se dá o combate a incêndio nos navios em geral, tanto militares como civis, de acordo com o preconizado nas normas brasileiras de segurança. E, além disso, apresentar os procedimentos diferenciados para o combate a incêndio no interior dos navios, as técnicas e o adestramento do pessoal para responder prontamente as mudanças na ocorrência do incêndio e as dificuldades existentes para realizar o combate a incêndio em um local que dificilmente terá o auxílio de um corpo de bombeiros para atendê-lo. Também será apresentado um estudo de caso de um acidente envolvendo um navio da Marinha do Brasil, demonstrando a importância do CAV na extinção de um incêndio. Mas principalmente, especificar que o combate a incêndio em navios, diferente do realizado em edificações fixas ao solo, é combatido, não apenas em seu estágio inicial, e sim, até que o fogo seja totalmente extinto, tendo por finalidade, manter a flutuabilidade da embarcação e evitar um eminente abandono e naufrágio do navio. Essa pesquisa trata-se de uma revisão de literatura, com um estudo de caso que possibilita uma compreensão das peculiaridades do combate a incêndio a bordo de navios brasileiros, realizando uma aproximação fundamental do profissional de segurança do trabalho às legislações e métodos empregados nas embarcações brasileiras no tocante a uma possível ocorrência de um incêndio.

Palavras-chave: navios, combate, incêndio

Abstract - Normally, in the post-graduate courses in Occupational Safety Engineering, knowledge about fire fighting in ships is scarcely passed, and the majority is directed to the operation of the brigades of buildings fixed to the ground. The objective of this work is to demonstrate how fire fighting is carried out on ships in general, both military and civil, according to what is recommended in Brazilian safety standards. And, in addition, to present differentiated procedures for firefighting inside ships, techniques and training of personnel to respond promptly to changes in the occurrence of the fire and the difficulties to carry out the firefighting in a place that hardly will have the help of a fire department to serve you. We will also present a case study of an accident involving a ship of the Brazilian Navy, demonstrating the importance of CAV in the extinction of a fire. But above all, it should be specified that fire fighting on ships, unlike that carried out in buildings fixed to the ground, is combated, not only in its initial stage, but until the fire is completely extinguished, in order to maintain the buoyancy of the prevent an eminent abandonment and shipwreck of the ship. This research is a literature review, with a case study that allows an understanding of the peculiarities of fire fighting on board Brazilian ships, making a fundamental approximation of the occupational safety professional to the legislation and methods employed in Brazilian vessels concerning the possible occurrence of a fire.

Keywords: ships, combat, fire

1 Introdução

Todas as vezes que se fala sobre combate a incêndio, profissionais de segurança, de imediato, abordam temas relacionados ao combate a incêndio em edificações e logo se esquecem que este tipo de combate pode ser realizado em diversos cenários, incluindo os navios que por serem extremamente complexos, exigem procedimentos diferenciados na hora de combater o fogo. No Brasil, diferente do combate a incêndio em edificações que segue as normas instituídas pelo Corpo de Bombeiros, o combate a incêndio em navios segue as normas da autoridade marítima brasileira, a Marinha do Brasil.

A título de informação e conscientização dos profissionais de segurança do trabalho, esta pesquisa abordará a composição do grupo de combate e incêndio dentro de um navio, a responsabilidade dos membros dentro

do processo, os procedimentos pré-determinados em caso de uma ocorrência e as dificuldades encontradas neste tipo de combate. Evidenciando sempre, que no combate a incêndio em navios, o combate é realizado até que o fogo seja totalmente extinto, sendo o abandono da embarcação realizado em último caso, quando não se consegue mais combater o fogo.

O profissional de segurança do trabalho é um importante componente no treinamento e conscientização dentro das embarcações, por isso é importante que ele se intere por completo das normas que norteiam o combate a incêndio nos navios, garantindo que cada tripulante esteja preparado para guarnecer seu posto numa eventual ocorrência, evitando acidentes e permitindo o restabelecimento de uma navegação segura.

2 Materiais e métodos

2.1 Prevenção

Segundo a NR-23 (Proteção Contra Incêndios) (2011), os empregadores devem providenciar informações aos trabalhadores sobre a utilização de equipamentos de combate a incêndio, procedimentos de evacuação e dispositivos de alarmes existentes.

De acordo com a NR-30 (Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário) (2015), nas embarcações, deve ser estabelecido o GSSTB (Grupo de Segurança e Saúde no Trabalho a Bordo de Embarcações), a norma especifica a responsabilidade e a composição grupo em:

30.4.5.1 O Grupo de Segurança e Saúde do Trabalho a Bordo - GSSTB fica sob a responsabilidade do comandante da embarcação e deve ser integrado pelos seguintes tripulantes: - Oficial encarregado da segurança; - Chefe de máquinas; - Mestre de Cabotagem ou Contramestre; - Tripulante responsável pela seção de saúde; - Marinheiro de Maquinas.(NR-30 2015)

30.4.5.2 O comandante da embarcação poderá convocar outro qualquer membro da tripulação.(NR-30 2015)

De acordo com a norma de Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário , uma das atribuições do Grupo de Segurança e Saúde no Trabalho a Bordo de Embarcações, é:

30.4.7.1 - g) participar do planejamento para a execução dos exercícios regulamentares de segurança, tais como abandono, combate a incêndio, resgate em ambientes confinados, prevenção a poluição e emergências em geral, avaliando os resultados e propondo medidas corretivas; (NR-30 2015)

Nesse contexto, surge então o grupo que irá coordenar e efetuar todos esses treinamentos ou ocorrências, chamado de time ou equipe de CAV (Controle de Avarias), dentre os tripulantes do navio, serão aqueles que deverão fazer uma série de procedimentos específicos para o controle e neutralização de eventos que possam colocar em risco

a operação, navegação ou fluviabilidade segura do navio, mas isso, apenas se porventura o início do fogo não seja logo extinto por quem constatá-lo primeiro. (*Orbis Defense* 2016).

No CAV, as ações são diversas, e uma das mais significativas e dificultosas é o combate a incêndio, dado as peculiaridades que a maior parte das embarcações apresentam, com variados compartimentos de dimensões diversas, algumas sendo autênticos espaços confinados. O sistema de prevenção de combate ao fogo a bordo das embarcações é uma das questões iniciais na doutrina de segurança e controle de avarias. Atualmente, seguindo uma série de regulamentações nacionais e internacionais. No Brasil tudo relacionado à segurança e consecutivamente ao combate a incêndio em navios e outras particularidades de segurança e salvatagem são regulamentadas pela NORMAM (Normas da Autoridade Marítima Brasileira). (*Orbis Defense* 2016).

Segundo a Marinha do Brasil (2017), como medidas de prevenção o navios seguem e aplicam especificações muito rígidas quanto à avaliação de riscos potenciais para cada tipo de embarcação. Existe uma planta técnica que detalha o que cada compartimento do navio terá como sistema de detecção de incêndio, os acessórios de extinção automática e os acessórios e equipamentos manuais de combate ao fogo para a particularidade de risco de cada local.

Cada andar e em todos os locais de grande circulação devem haver plantas como esta, inclusive nas cabines, tudo para que mesmo em dias de rotina os tripulantes possam constantemente ver e rever tudo o que está disponível no navio para uma ação eficiente. Todos os equipamentos de detecção eletrônica devem ser ligados a mais de uma central de detecção e alarme assim como câmeras de vigilância monitoradas diariamente pelas equipes de serviço. (Marinha do Brasil 2017)

Porém o equipamento mais valioso que se pode ter a bordo é a qualidade de seus recursos humanos, com a atenção aos detalhes, a conscientização constante e mútua entre os tripulantes para a prevenção, tem-se a certeza de uma pró-atividade em caso de sinistros iminentes ou já em curso. Atualmente a grande maioria dos materiais que são usados na construção de embarcações é resistente ao fogo e não propaga chamas, bem como a doutrina de carregamento de cargas perigosas que segue todos os padrões internacionais de segurança. (NORMAM-01 2018)

2.2 Organização do CAV

De acordo com o CBINC-D-001 (2000), o controle de avarias a bordo é dividido em duas organizações distintas, a Organização de Combate e a Organização Administrativa. Na Organização de combate, o controle de avarias é um dos controles do navio e está subordinado diretamente ao Comandante. Na Organização Administrativa fica subordinado ao Chefe do Departamento de Máquinas.

Os serviços de controle de avarias são realizados por grupos de reparos. Os navios são subdivididos em áreas, e cada uma fica diretamente sob a responsabilidade de um grupo de reparos. A cada grupo caberá a execução de todos os serviços de controle de avarias dentro de sua área de responsabilidade. (CBINC-D-001 2000)

Os números de grupos de reparos e suas localizações dependem do tipo e tamanho do navio. Na Figura 1, se pode observar claramente a sistemática de compartimentação de uma embarcação, sua divisão de áreas para melhor equilíbrio do trabalho de um eventual combate a incêndio, com as especificações e localizações de todos os sistemas de detecção, extinção automática e equipamentos manuais de combate ao fogo e comunicação interfônica.

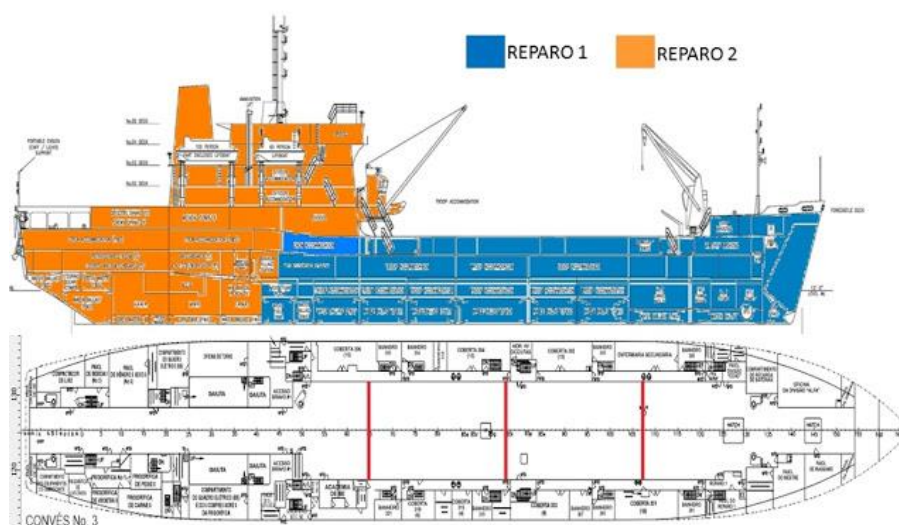


Figura 1 – Planta técnica detalhada com divisão de reparos do navio Almirante Sabóia da Marinha do Brasil. Fonte: (Orbis Defense 2016).

O serviço dos vários grupos de reparos é coordenado e dirigido pela Estação Central de Controle de Avarias (ECCAV). Um grupo de reparos é a unidade de serviço do controle de avarias. O reparo deve ser dividido em turmas e distribuído em áreas de responsabilidade, evitando que todo o grupo venha ser destruído por uma possível ocorrência. Esse procedimento tem como objetivo propiciar a detecção mais rápida das avarias que possam estar ocorrendo na área do reparo. (CBINC-D-001 2000)

2.3 Procedimentos

Conforme a revista eletrônica, *Orbis Defense* (2016), a detecção inicial nos primeiros 5 minutos é o que faz a diferença entre conter um foco de fogo em desenvolvimento e o combate a um incêndio que eventualmente pode sair do controle e causar danos irreparáveis a embarcação com a possibilidade de perdas humanas.

Por este motivo, de acordo com o Manual de Combate a Incêndio, CBINC-D-001 (2000), qualquer pessoa a bordo, ao defrontar-se com um incêndio, fumaça ou explosão, deverá informar imediatamente o fato ao passageiro pelo meio mais rápido ao seu alcance, citando: o tipo de avaria (incêndio, fumaça, etc.); a localização (nome do compartimento); a extensão da avaria; e nome, posto e número do telefone do informante.

A providência seguinte, é dar o combate inicial à avaria. O Oficial de Serviço, sabendo do que ocorre a bordo, fará soar o alarme geral, avisando pelo fonoclama: “Incêndio no compartimento nome e número tal”. Ao soar o alarme de incêndio, a tripulação guarnecerá os postos de Combate, onde todos os reparos serão guarnecidos, os acessórios de fechamento do material estarão na condição máxima de estanqueidade (impedindo a propagação do incêndio) e as máquinas inteiramente guarnecidas, para controle das bombas de incêndio. (CBINC-D-001 2000)

O reparo responsável pela área incendiada atacará o incêndio e providenciará a investigação dos compartimentos vizinhos e fechamento de ventilações. A ECCAV providenciará reforço para o reparo da área incendiada, se necessário, por pessoal de outros reparos. O restante da tripulação formará em local preestabelecido, ficando disponível para quaisquer necessidades. (CBINC-D-001 2000)

Segundo a revista eletrônica Orbis Defense (2016), todo este procedimento, é dividido na ação de três turmas principais:

- ✓ **Turma de Ataque:** é a primeira equipe ou grupo de tripulantes que chega ao local do incêndio, do jeito que estiver, efetua a tentativa inicial de extinção ou controle do incêndio e estabelece a linha de mangueiras para o combate inicial;
- ✓ **Suporte Alfa:** substitui a equipe ataque com macacão operativo e máscara/EPI de proteção respiratória e permanece combatendo fogo até ser substituída pela equipe principal; e o
- ✓ **Suporte Bravo:** time já vestido com o uniforme completo para o combate ao fogo. Capuz e luvas antiflash, botas de aproximação, capacete "Gallet" ou "MSA" com lanterna, roupa de aproximação, máscara "Draguer" ou "MSA" e cilindro de ar comprimido respirável com 30 minutos de duração (PA - Proteção autônoma ou ERI - Equipamento de respiração individual; os termos usados variam para os Bombeiros de terra e outras instituições, mas o equipamento é o mesmo variando somente o fabricante).

2.4 Dificuldades

Segundo Nakamura (2007), estatisticamente, 70 a 80% das mortes ocorridas em incêndios são causadas pela inalação de fumaça. Esta atua, ainda, como transmissora de calor, prejudicando o ataque ao incêndio e contribuindo para a propagação do fogo, além de reduzir a visibilidade, prejudicando a aproximação ao compartimento e o trânsito a bordo.

O incêndio a bordo de navios ocorre, na maioria das vezes, em ambientes confinados, onde são praticamente certos o acúmulo de gases tóxicos e a redução do percentual de O₂. As máscaras que dispõem apenas de filtros, utilizadas em atmosferas contaminadas, porém com um percentual adequado de O₂, são impróprias para o combate a Incêndio. Nesses casos, é necessária a utilização de máscaras que possam prover em seu interior uma atmosfera independente de ar exterior, comunicando-se com o ambiente externo apenas para exalação. Além das máscaras de combate a Incêndio, os navios devem ter a bordo máscaras de escape de emergência, concebidas apenas para o escape dos locais tomados por fumaça espessa. (Nakamura 2007)

O controle da fumaça compreende o estabelecimento de procedimentos para os sistemas de ventilação do navio, associado ao estabelecimento dos limites de fumaça. É recomendável que os navios possuam Planos de Controle de Fumaça por área afetada, indicando os limites de fumaça, as rotas para a sua remoção e os sistemas e equipamentos a serem utilizados. (Nakamura 2007)

De acordo com a Revista Passadiço (2010), a utilização das ventilações e extrações visa permitir maior tempo de permanência para o pessoal no combate a incêndio enquanto ainda sob controle, com melhor visibilidade, possibilitando atacar o foco do incêndio, e ainda evitar o espalhamento da fumaça, dentro dos limites já estabelecidos. A utilização de uma ventilação negativa tem como único propósito permitir a extinção do incêndio pela turma de ataque, e deve ser imediatamente parada, se esses homens abandonarem o compartimento antes da chegada das turmas de incêndio. Levando-se em consideração que o abandono será causado pela dimensão do incêndio, a utilização dessa medida de apoio poderá provocar focos secundários de incêndio nas descargas das extrações.

Finalizando, o controle da fumaça durante um incêndio a bordo constitui um trabalho complexo, que demanda a conscientização e o adestramento contínuo de toda a tripulação para a execução das ações necessárias a atenuar os riscos à segurança do navio. (Revista Passadiço 2010)

2.5 Incêndio no Navio-Aeródromo São Paulo

Um exemplo da importância de se manter um CAV bem treinado a bordo, pode ser verificado no incêndio ocorrido, no porta-aviões São Paulo da Marinha do Brasil, em fevereiro de 2012. Segundo o jornal eletrônico Folha de São Paulo (2012), o navio apresentava dificuldades com a manutenção dos propulsores a vapor, usados para fazer o porta-aviões se mover, e com a rede elétrica. Faltavam ainda peças de reposição e mão de obra capacitada para realizar consertos. fatores que colocavam em risco a vida da tripulação, de cerca de 2.450 militares.

De acordo com a revista eletrônica Poder Naval (2012), O Grupo de Serviço do Navio-Aeródromo São Paulo era composto por 5 Oficiais e 123 Praças, todos presentes a bordo. Dentre esses militares havia um Grupo dedicado ao Controle de Avarias, composto por 3 Oficiais e 69 Praças, sendo que um dos Oficiais de Serviço é dedicado, exclusivamente, à supervisão das situações de emergências.

Conforme o portal de notícias G1 (2012), o incêndio no porta-aviões São Paulo, da Marinha do Brasil, matou uma pessoa e deixou outras duas feridas, as chamas teriam sido causadas por uma pane elétrica e foram controladas por homens do Grupo de Controle de Avarias, que são treinados e especializados em combate a incêndios. A assessoria de imprensa da Marinha divulgou a seguinte nota:

A Marinha do Brasil, por meio do Comando da Força de Superfície, informa que, por volta das 03:00 desta quarta-feira (22FEV), ocorreu um incêndio de pequeno vulto a bordo do NAe São Paulo, em um alojamento de Praças, situado na popa do navio.

O incêndio foi controlado e extinto pelo Grupo de Controle de Avarias de bordo. Na ocorrência, dois militares não conseguiram sair do alojamento nos primeiros momentos do incêndio, sendo ambos retirados, posteriormente, do local do sinistro.(G1 2012)

3 Conclusões

Diante de todas as informações coletadas, é notória a diferença do combate a incêndio nas edificações e nas embarcações. Para que a NR-23 e a NR-30 sejam seguidas e colocadas em prática pelo profissional de segurança do trabalho dentro das embarcações, será necessário um treinamento muito mais profundo dos trabalhadores que fazem parte da tripulação no que se diz respeito a conhecer o funcionamento dos equipamentos de combate a incêndio.

No Navio-Aeródromo São Paulo, o estado precário da manutenção tanto do sistema mecânico como elétrico aumentavam o risco de um acidente. Percebe-se também, que os militares que estavam no compartimento não possuíam treinamento, pois além de não combaterem o foco do incêndio, também não se retiraram na fase inicial da ocorrência.

Por não haver uma manutenção no sistema elétrico do navio, subentende-se que não havia sistema de detecção de incêndio, ou o mesmo estaria fora de operação. O ponto interessante neste estudo, é que, em meio a todos esses fatores desfavoráveis nas instalações do navio, a presença de pessoas treinadas, exemplificada pelo

Grupo de Controle de Avarias de bordo, foi eficiente ao controlar e extinguir o incêndio, evitando um sinistro ainda maior na embarcação.

Dessa forma, entende-se que há uma necessidade de que os trabalhadores embarcados sejam treinados como verdadeiros combatentes profissionais, para manterem a fluabilidade e operação do navio, com o objetivo de manter a segurança da navegação sem que haja a necessidade de um eminente abandono da embarcação seguido de um naufrágio. Contudo podemos concluir que a bordo de um navio quase todo tripulante deve ser treinado como um bombeiro.

4 Referências bibliográficas

CBINC – D-001 (2000) Manual de Combate a Incêndio. Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão – Marinha do Brasil.

G1 (2012) “Incêndio em porta-aviões deixa 1 morto e 2 feridos no Rio, diz Marinha”. <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2012/02/incendio-em-porta-avioes-deixa-1-morto-e-2-feridos-no-rio-diz-marinha.html>. Acessado em 05 de dezembro de 2018

MB (2017) Marinha do Brasil. P-122 "Araguari" em CAV - Controle de Avarias, no mar todos são Bombeiros também. <https://www.marinha.mil.br/content/p-122-araguari-em-cav-controle-de-avarias-no-mar-todos-sao-bombeiros-tambem>. Acessado em 06 de dezembro de 2017

Nakamura J (2007) Fogo Contido. Técnica, São Paulo.

Norman-01 (2018) Normas da Autoridade Marítima Brasileira. Diretoria de Portos e Costas - Marinha do Brasil.

NR-23 (2011) Proteção Contra Incêndios. Ministério do Trabalho e Emprego.

NR-30 (2015) Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário. Ministério do Trabalho e Emprego.

Orbis Defense (2016) Controle de Avarias (CAV). <https://orbisdefense.blogspot.com.br/2016/09/control-de-avarias-cav-no-mar-todos.html>. Acessado em 06 de dezembro de 2017

Poder Naval (2012) Notas de 23.02 sobre incêndio ocorrido a bordo do NAe ‘São Paulo’.

<https://www.naval.com.br/blog/2012/02/23/notas-de-23-02-sobre-incendio-ocorrido-a-bordo-do-nae-sao-paulo/>. Acessado em 09 de dezembro de 2018

Revista passadiço (2010) Controle da Fumaça: Uma Prioridade no Combate a Incêndio. Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão, Capitão-de-Corveta Walter Cruz Junior.

Destino Final de Medicamentos Vencidos ou Não Utilizados: Conhecimento da População de Santo Antônio do Glória – MG

Amilton José Maia¹; Isamara Reis Gomes²; Juliana Maria Rocha e Silva Crespo³

¹Biólogo, Pós Graduando em Análise Ambiental FASM 2018.

²Bióloga, Pós Graduanda em Análise Ambiental FASM 2018 e Mestranda em Produção Vegetal pela UENF.

³Farmacêutica, professora coordenadora da Pós Graduação em Análise Ambiental FASM 2018, colaboradora do artigo.

amiltonmaia@hotmail.com, isamarareisgomes@gmail.com, julianamariarsc@gmail.com.

Resumo - O consumo de fármacos se tornou indispensável pela população, no entanto, a fácil aquisição desses medicamentos gerou uma preocupação muito grande, principalmente pelo consumo excessivo e o descarte inadequado dos mesmos que estão em desuso, gerando um problema ambiental e para saúde humana. O presente estudo tem como objetivo discutir com a população pesquisada sobre o gerenciamento e o destino dos fármacos. Identificar o conhecimento, proporcionar a conscientização, sensibilizar, alertar e orientar a comunidade sobre o assunto. Para atingir o objetivo contou – se com uma metodologia qualiquantitativa e um estudo exploratório. De acordo com a pesquisa, 98% dos entrevistados possuem medicamentos em casa. 88% das famílias possuem algum tipo de medicamento sem bula. Um fato considerável é que 86% dos pesquisados afirmam armazenar os medicamentos adequadamente. 98% possuem analgésicos e antitérmicos. Constatou – se que 92% dos entrevistados verificam a data de validade dos fármacos. 96% não tem conhecimento da importância de se fazer o descarte correto. Revelou – se que 48% faz o descarte em lixo comum, 44% pias e vasos, 8% faz a queima. As consequências do descarte inadequado são desconhecidas para 70% dos entrevistados. 82% das pessoas não tem conhecimento dos locais correto para se fazer o descarte. A pesquisa demonstrou uma comunidade carente de informação, entretanto, durante o trabalho o objetivo foi atingido, para que a comunidade participe de sua própria realidade.

Palavras chaves: resíduo, contaminação, fármacos.

Abstract - The consumption of drugs has become indispensable for the population, however, the easy acquisition of these medicines has generated a great deal of concern, mainly due to the excessive consumption and the inadequate disposal of the same ones that are in disuse, generating an environmental problem and for human health. The present study aims to discuss with the researched population about the management and destination of the drugs. Identify knowledge, provide awareness, raise awareness, alert and guide the community on the subject. To reach the objective, a qualitative quantitative methodology and an exploratory study were used. According to the survey, 98% of respondents have medicines at home. 88% of families have some type of unlabeled drug. A considerable fact is that 86% of those surveyed claim to store medicines properly. 98% have analgesics and antipyretics. It was verified that 92% of the interviewees verified the expiration date of the drugs. 96% are unaware of the importance of doing the correct disposal. It was revealed that 48% dispose of common trash, 44% sinks and pots, 8% burn. The consequences of inappropriate disposal are unknown to 70% of respondents. 82% of people are not aware of the correct places to get discarded. The research demonstrated a community lacking information, however, during the work the objective was reached, so that the community participates in its own reality.

Key words: residue, contamination, drugs.

1 Introdução

O desenvolvimento das ciências farmacêuticas e o crescimento acelerado da população mundial resultam no aumento da variedade e quantidade de medicamentos produzidos. Devido a este crescimento, houve uma elevação na produção de medicamentos e consequentemente geração de resíduos dessa atividade, como também, o descarte desenfreado desses medicamentos, afetando o meio ambiente e a saúde humana (SILVA, 2005).

Na atualidade, tem se colocado em discussão a problemática que envolve poluição e suas consequências ao meio ambiente decorrente de alterações ambientais que o mundo tem sofrido. Uma preocupação recente tem sido a contaminação do meio ambiente por medicamentos, devido à grande produção, fácil aquisição, consumo e descartes inadequados.

No mundo tem se identificado a presença de fármacos, tanto nas águas, como no solo. Essa contaminação resulta do descarte impróprio, que não são eliminados no processo de tratamento de esgotos. Os medicamentos podem possuir substâncias resistentes que contaminam a água, que posteriormente pode ser consumida pela população e trazer graves enfermidades para o ser humano e peixes. Como também, o consumo dos fármacos pelos animais, quando presente em lixões, acarretando a morte dos mesmos. Contaminação de plantas através de águas e solos contaminados. Não poderia deixar de mencionar a produção de resíduos, assim considerados. Intoxicação de pessoas que faz o consumo dos fármacos mesmo vencidos.

Os medicamentos administrados na própria residência, quando vencidos, trazem riscos à saúde no caso de ingestão por idosos ou crianças. Outro problema é a degradação do meio ambiente causada pelo descarte indevido por falta de informação. Embora não seja de conhecimento da maioria da população, o lixo comum ou a pia, não são os destinos corretos para eliminação desses produtos.

No Brasil, estas ações inadequadas são decorrentes da falta de uma política pública para o descarte de medicamentos, resultando em uma população deficiente de conhecimento sobre os impactos ambientais que as substâncias químicas contidas nos medicamentos podem causar à natureza no contato com a água e solo.

O órgão responsável pela regulamentação dos meios de descarte desses medicamentos é a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), através da resolução RDC 306/04, decreta que estabelecimentos de serviços saúde disponham de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS), entretanto, ainda não foram editadas normas que abranjam o consumidor final com relação ao descarte de medicamentos. Desse modo, o correto seria entregar os medicamentos vencidos em farmácias, postos de saúde ou hospitais que os recebam, para que sejam processados por empresas especializadas juntamente com o lixo hospitalar.

O objetivo desse trabalho foi discutir sobre o gerenciamento e o destino de medicamentos em desuso (vencidos ou não vencidos) no distrito de Santo Antônio do Glória, município de Vieiras, MG e apontar propostas para minimizar o problema, uma vez que o descarte inadequado de medicamentos se constitui como um importante motivo da contaminação do meio ambiente e um risco a saúde.

- Identificar o conhecimento da população quanto aos métodos de descarte de medicamentos vencidos e seu risco quando feito de forma indevida.
- Proporcionar a conscientização e sensibilizar a comunidade sobre o correto descarte dos medicamentos em desuso.
- Alertar a população sobre o perigo de se ter medicamentos vencidos.
- Orientar a comunidade do local correto de fazer o descarte dos medicamentos.

2 Metodologia

O trabalho segue uma metodologia quali-quantitativa e elaborou-se um estudo exploratório para essa finalidade. Como procedimento técnico utilizou-se um levantamento amostral, mediante a aplicação de um

questionário estruturado contendo oito perguntas diretas, aplicado no período de 07 à 25 de setembro de 2018 no distrito de Santo Antônio do Glória. A pesquisa foi construída com 50 famílias em caráter quantitativo.

A pesquisa foi consolidada e desenvolvida com trabalho de campo, na comunidade de Santo Antônio do Glória, em que as atividades estavam relacionadas ao descarte de medicamentos vencidos ou não utilizados. Do ponto de vista do meio ambiente, trata-se de uma pesquisa participativa, no qual a comunidade interage ativamente na análise de sua própria realidade, a fim de permitir uma transformação social em benefício dos participantes e comunidade.

Aplicou-se o questionário aleatoriamente na comunidade, sendo uma família por vez, explicando a elas todas as questões contidas na pesquisa. As questões tiveram como objetivo identificar os conhecimentos da população quanto aos métodos de descarte de medicamentos vencidos e seus eventuais riscos quando feito de forma inadequada. Após o término das perguntas, foi feito um pequeno esclarecimento aos participantes sobre a forma correta de descarte dos medicamentos vencidos ou que estavam fora de uso, também foram alertados quanto aos perigos de se ter medicamentos em casa e o uso indevido dos mesmos.

A ideia da pesquisa é fazer uma abordagem quantitativa, visando às características e o problema a ser estudado. O objeto principal desse estudo engloba o destino final dos medicamentos descartados relevando os aspectos ambientais, na qual as mudanças de atitudes e hábitos são fundamentais para prevenir riscos à saúde e ao meio ambiente.

A pesquisa bibliográfica foi realizada a fim de levantar o destino dos medicamentos descartados e os riscos causados à saúde humana e ao meio ambiente. Esse estudo prévio trouxe contribuições para a inserção dos pesquisadores no local de pesquisa, propondo uma prática coerente, aliando teoria e prática, ao conhecimento elaborado por outros pesquisadores e que se reelabora com a pesquisa em questão.

3 Resultados

Analisando-se os respondentes da pesquisa, observou-se maior participação de mulheres 88%, com idade média de 39 anos, com um grau de escolaridade baixo. Sendo ensino fundamental incompleto 42%, ensino fundamental completo 8%, ensino médio incompleto 2%, ensino médio completo 14%, curso técnico 26%, superior incompleto 2%, superior completo 6%.

De acordo com a pesquisa, 98% dos entrevistados possuem medicamentos em suas residências e apenas 2% não possuem os fármacos. Sendo um resultado esperado pela facilidade de adquirir medicamentos e pela distribuição gratuita feita pela secretaria de saúde de Vieiras e Santo Antônio do Glória (Figura 1). Esse resultado é coerente com outras pesquisas. De acordo com Gasparini et al (2011), 92,75% dos entrevistados possuem medicamentos em casa. Bueno et al (2009) afirma que 91,59% possuem medicamentos em casa. Silva (2005) relatou essa questão com 88%. Segundo Trindade et al (2013), 100% dos entrevistados afirmam ter medicamentos em casa.

A fácil aquisição dos medicamentos é essencial para o alto percentual encontrado, gerando uma “farmácia caseira”. Outro fator importante está ligado com a crescente indústria de fármacos em países industrializados como o Brasil e outros. É comum a prática de vender medicamentos como analgésicos e antitérmicos sem prescrição médica, esses medicamentos ficam disponíveis em farmácias e supermercados, e ainda, em postos de saúde.

Muitas vezes, o acúmulo de medicamentos em residências se dá pela interrupção do tratamento, na qual o paciente adquire os medicamentos e não segue corretamente a prescrição médica.

Uma situação que requer muita atenção está no fato de que 88% das famílias relatam possuir medicamentos sem bula, 12% possuem os mesmos com bula (Figura 2). Segundo Gasparini et al (2011), 65,85% relatam ter medicamentos sem bula. Quanto a presença de bula, Bueno et al (2009) afirma que 50,47% dos entrevistados disseram não a possuir, 28,35% possuíam somente algumas e 21,18% guardavam todas. Trindade et al (2013), demonstra que 54% dos participantes possuem fármacos sem bula.

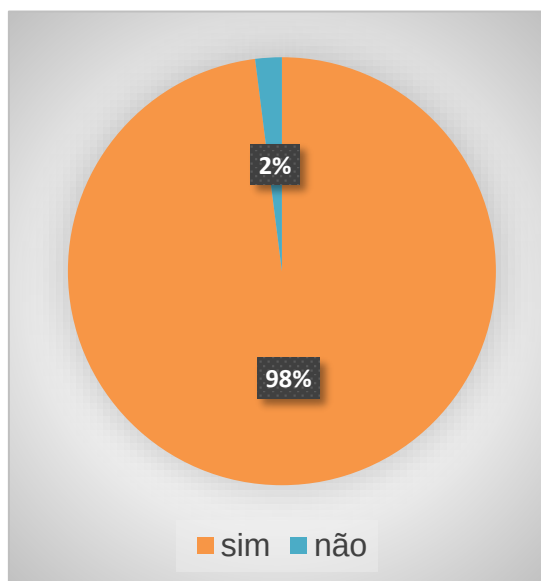


Figura 1 - Percentual de residências que possuem medicamentos no distrito de Santo Antônio do Glória . - MG, (2018)



Figura 2 - Percentual de residências que possuem medicamentos com bula no distrito pesquisado.

De acordo com o questionário, esse fato se dá porque os medicamentos adquiridos na Secretaria de Saúde de Vieiras não são acompanhados de bula, o que não quer dizer que esses medicamentos não sejam distribuídos sob prescrição médica. Os de maior aquisição no posto de saúde da comunidade entrevistada são os de regulação da pressão arterial, analgésicos e antitérmicos.

Segundo os pesquisados, os medicamentos adquiridos em farmácias e drogarias tem o acompanhamento da bula, sendo essa de difícil linguagem, o que dificulta o entendimento das pessoas. De acordo com a ANVISA, as bulas estão sendo reformuladas com linguagens mais simples e diretas para facilitar o entendimento.

Um fato a ser considerado na pesquisa, está no modo de armazenamento dos medicamentos nas residências. A pesquisa revelou que 86% dos medicamentos ficam armazenados em locais adequados e 14% dos entrevistados relataram que os fármacos ficam em qualquer lugar da casa (Figura 3). Segundo Gasparini et al (2011), 89,75% dos entrevistados consideram o local de armazenamento adequado e fora do alcance de crianças. Bueno et al (2009) relata que 30,77% dos medicamentos ficavam ao alcance de crianças. Na mesma linha de pensamento, Trindade et al (2013), afirma que 80% dos entrevistados deixam os medicamentos ao alcance de crianças. Os dados apontam uma porcentagem que precisa ser levado em consideração, pois as consequências são perigosas, isso pode estar atrelado à falta de informação.

Verifica-se que 98% dos pesquisados possuem analgésicos e antitérmicos em suas residências e 2% não possuem nenhum tipo de medicamento. Desses 98%, 96% não usam os antitérmicos e analgésicos sob prescrição médica e 4% somente sob prescrição medica (Figura 4). Trindade et al (2013) relatam que 45% dos entrevistados possuem analgésicos e antitérmicos em suas residências.

Assim, podemos justificar uma prática muito comum nas residências em geral, a automedicação, que pode causar vários problemas de saúde.

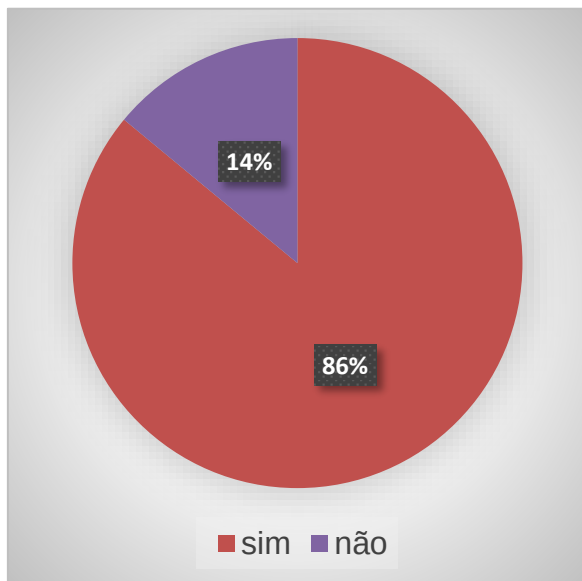


Figura 3 - Percentual de residências que armazenam medicamentos em local apropriado em Santo Antônio da Glória – MG.



Figura 4 - Percentual de pessoas que usam analgésicos e antitérmicos com prescrição médica em Santo da Glória – MG.

Com a realização do questionário constatou-se que 92% dos entrevistados verificam a validade dos medicamentos no momento do uso, representando a maioria das pessoas, no entanto, 8% não verificam a validade dos medicamentos, nem no momento da compra (Figura 5). Em relação ao aspecto do medicamento antes do uso, Bueno et al (2009) afirma que 75,39% dos entrevistados não o observam, enquanto 24,61% observam-no. Trindade et al (2013) afirmam que 51% dos entrevistados conferem a validade dos fármacos na hora do uso, 28% somente na hora da compra. Os 92% mostram um número expressivo de pessoas que tem a preocupação e o cuidado com a data de validade dos fármacos.

A verificação do prazo de validade e da data de fabricação é de extrema importância, pois isso é a garantia de que o medicamento está em condições adequadas de consumo quando armazenados de maneira adequada e em local apropriado. Outro fato importante, evitar o armazenamento de fármacos vencidos ou em desuso que pode trazer problemas futuros para família.

É importante lembrar que alguns medicamentos têm seu prazo de validade alterado a partir do momento de abertura do frasco, como acontece com as suspensões pediátricas de antibióticos, que a validade passa a ser de, no

máximo, 15 dias, pois após a abertura do produto, o mesmo é exposto a agentes externos que podem trazer alterações aos fármacos. Assim, quando concluído o tratamento, se faz necessário o descarte dos fármacos que restarem. Vale a pena ressaltar, nem todos os tipos de medicamentos precisam ser descartados, somente os que tiverem essa recomendação.

O questionário demonstra que 96% dos entrevistados não tem conhecimento da importância de fazer o descarte correto de fármacos, no entanto, somente 4% tem conhecimento da importância (Figura 6). Situação extremamente preocupante, um número significativo de pessoas que não faz destino correto dos medicamentos vencidos ou em desuso. Segundo Gasparini et al (2011), 84,55% relatam nunca terem recebido nenhuma informação sobre esse assunto. Trindade et al (2013) relatam que 50% dos entrevistados acham importante o correto descarte dos medicamentos.

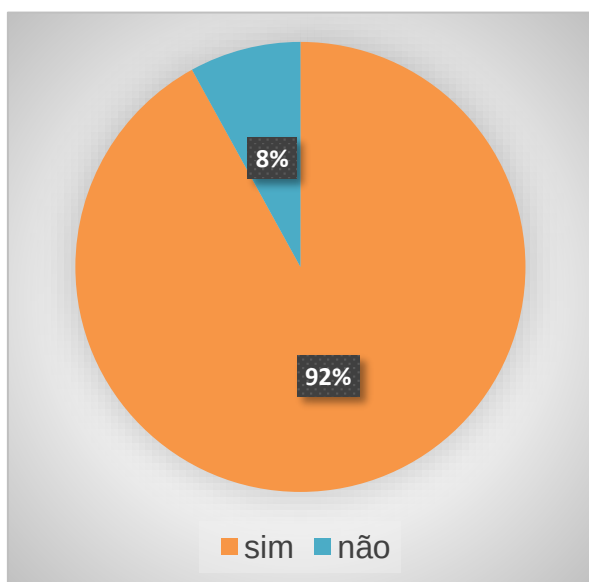


Figura 5 - Percentual demonstra o hábito dos entrevistados de olhar a validade dos medicamentos, no distrito de Santo Antônio do Glória – MG.



Figura 6 - Percentual demonstra o conhecimento da população quanto ao descarte correto de fármacos em desuso no distrito pesquisado.

O presente estudo revelou que desses 96%, o lixo comum e a pia representam as principais formas de descartar os fármacos vencidos ou não utilizados, representado na porcentagem de 48% descartado em lixo comum, 44% em pias e vasos sanitários, 8% queimados (Figura 7). De acordo com Gasparini et al (2011), 61,35% relatam descartar os medicamentos em desuso no lixo. Bueno et al (2009) afirma no seu estudo que grande parte da população o faz no lixo, 56,87%. No estudo de Silva (2005) 83% dos entrevistados descartam seus medicamentos vencidos no lixo comum. Segundo Trindade et al (2013), 95% dos entrevistados não fazem o destino correto dos medicamentos vencidos. Sendo pia e tanque 47%, lixo comum 30%, vaso sanitário 17% e 1% consumo.

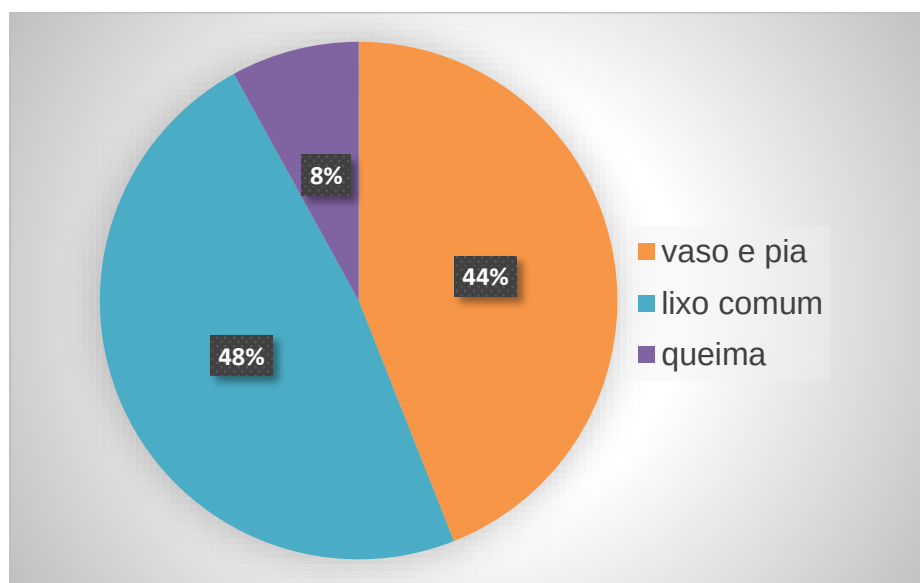


Figura 7 Percentual demonstra os locais mais comum em que a população pesquisada destina os medicamentos em desuso.

De acordo com EICKHOFF et al. (2009), no Brasil ainda não existe legislação específica sobre o gerenciamento e descarte de medicamentos direcionada ao usuário final. Essa legislação é direcionada aos estabelecimentos de saúde e não engloba a população em geral, sendo assim, deficitária. Mesmo que a contaminação do meio ambiente por resíduos seja considerada crime ambiental, não há fiscalização adequada e nem aplicação de punição.

Verifica-se que 70% dos entrevistados não tem conhecimento das consequências que o descarte inadequado de fármacos vencidos ou em desuso pode acarretar, trazendo problemas para o meio ambiente e a saúde humana. Entretanto, 30% da população entrevistada tem conhecimento das consequências. Figura 7. Gasparini et al (2011), relata que 80,04% dos entrevistados tem conhecimento que o descarte inadequado causa problemas ambientais. Quanto ao recebimento de informações sobre armazenamento e descarte no domicílio, Bueno et al (2009), relata que 88,16% dos entrevistados afirmam não ter recebido qualquer tipo de informação em seu domicílio. Trindade et al (2013), afirmam que 52% dos entrevistados tem conhecimento que descarte incorreto pode trazer problemas para meio ambiente. Foi constatado na pesquisa que o descarte incorreto realizado por grande parte da população é feito por falta de conhecimento e divulgação sobre as consequências causadas pelos fármacos na fauna e flora, e por não saber onde é feito o descarte correto.

A realização do trabalho mostrou que 82% das pessoas entrevistadas não tem conhecimento do local correto para fazer o descarte dos medicamentos vencidos ou não utilizados, apenas 18% tem conhecimento do local correto de descarte. Figura 8. No entanto, desses 18%, apenas dez por cento faz o descarte ideal dos medicamentos



Figura 8 - Percentual demonstra o hábito dos entrevistados pesquisados não tem conhecimento das consequências ao destinar o descarte incorreto dos fármacos não utilizados.



Figura 9 - Percentual demonstra que os entrevistados não tem conhecimento do local correto do medicamentos em desuso.

No decorrer da pesquisa, nas ruas de Santo Antônio do Glória, pôde ser feita uma pequena discussão sobre o local correto de descarte dos fármacos em desuso, foi informado aos participantes onde pode ser feito o descarte, e também foram levantadas questões acerca das consequências que o descarte incorreto pode trazer.

4 Conclusões

O estudo demonstrou que a comunidade pesquisada não tem a prática correta de destinar os fármacos em desuso, isso ocorre pela falta de informação e conhecimento. No entanto, apresentaram grande interesse pelo assunto, demonstrando vontade de aprender para dar o destino correto aos fármacos.

Através do questionário, foi identificado que 96% não faz o destino correto para os medicamentos, sendo o lixo comum e a pia, o local de maior descarte, juntos somam 92% do destino dos resíduos. 70% não tem conhecimento das consequências do descarte incorreto e 82% não sabe qual o local correto para fazer o descarte.

No ato da pesquisa, a população foi alertada sobre os riscos de se ter medicamentos vencidos e foi orientada do local correto de descarte dos medicamentos vencidos (posto de saúde e farmácia Santo Antônio). Houve uma troca de informações, onde a pesquisa extraiu conhecimento da população e o pesquisador pôde transmitir conhecimento, conscientização e sensibilizar os entrevistados.

É urgente no Brasil o desenvolvimento de políticas públicas para o descarte correto de medicamentos, além de conscientização da população deficiente de conhecimento sobre os impactos ambientais que as substâncias químicas contidas nos medicamentos podem causar à natureza no contato com a água e solo.

No decorrer do trabalho foi identificado que é preciso realizar uma pesquisa nos tempos futuros para saber se a população pesquisada absorveu o conhecimento transmitido e saber se hábitos errôneos continuam.

Referências bibliográficas

Eickhoff P, Heineck I, Seixas LJ (2009) Gerenciamento e destinação final de medicamentos: uma discussão sobre o problema. *Rev. Bras. Farm.* 90(1): 64-68

Bueno CS, Weber D, Oliveira KR (2009) Farmácia caseira e descarte de medicamentos no bairro Luiz Fogliatto do município de Ijuí –RS *Rev Ciênc Farm Básica Apl.* 30 (2): 203-210

Trindade MS, Nishijima T, Hillig C, Salau NPG (2013) Descarte final de medicamentos: a percepção dos alunos de uma escola pública de sobradinho, RS. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/804/Trindade_Mylene_Serena.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acessado em 15 de novembro de 2018

ANVISA (2004) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução RDC 306, 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento resíduos de serviços de saúde. http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html. Acessado em 15 de novembro de 2018

Silva ER (2005) Problematizando o descarte de medicamentos vencidos: para onde destinar? Monografia, Fundação Oswaldo Cruz

Gasparini JC, Gasparini AR, Frigieri MC (2011) Estudo do descarte de medicamentos e consciência ambiental no município de Catanduva-SP. *Ciência & Tecnologia: FATEC-JB, Jaboticabal* 2 (1): 38-51

Impactos dos agrotóxicos na saúde: Estudo transversal com trabalhadores da cafeicultura na Zona da Mata Mineira

Isamara Reis Gomes¹; Amilton José Maia²; Juliana Maria Rocha e Silva Crespo³

¹Bióloga, pós graduanda em Análise Ambiental FASM 2018 e Mestranda em Produção Vegetal pela UENF.

²Biólogo, pós graduando em Análise Ambiental FASM 2018.

³Farmacêutica, professora coordenadora da Pós Graduação em Análise Ambiental FASM 2018, colaboradora do artigo.

isamarareisgomes@gmail.com, amiltonmaia@hotmail.com, julianamariarsc@gmail.com.

Resumo- Com o avanço da agricultura no mundo e no Brasil, aumentou-se o consumo de agrotóxicos para combater pragas e doenças que causam danos e perdas nas produções. Na cafeicultura, atividade de grande importância econômica em Minas Gerais, também é comum o uso de agrotóxicos para garantir a otimização da produção. Embora traga benefícios para produção os agrotóxicos poluem o meio ambiente e podem causar danos a saúde do ser humano quando são expostos aos mesmos sem proteção adequada. É comum o trabalho de jovens, mulheres e homens na agricultura e estes estão sujeitos a contato direto com agrotóxico quando não usam equipamentos de proteção individual e não possuem conhecimento adequado para lidar com segurança com estes produtos tóxicos. O presente trabalho foi realizado com cafeicultores e trabalhadores da cultura de café, no Município de Eugenópolis – MG, distrito de Alto Gavião, onde o café é a principal fonte de renda da população. Os cafeicultores foram entrevistados por meio de questionário e teve como objetivo identificar como os cafeicultores do Município de Eugenópolis lidam com o uso de agrotóxicos, os principais tipos de agrotóxicos usados e levantar os riscos que os cafeicultores estão sujeitos.

Palavras- chave: Intoxicação, riscos e roundup

Abstract- With the advancement of agriculture in the world and in Brazil, the consumption of agrochemicals has increased to combat pests and diseases that cause damages and losses in production. In coffee cultivation, an activity of great economic importance in Minas Gerais, it is also common to use agrochemicals to ensure the optimization of production. Although it brings benefits to production, agrochemicals pollute the environment and can cause harm to human health when exposed to them without adequate protection. The work of young men, women and men in agriculture is common and they are subject to direct contact with pesticides when they do not use personal protective equipment and do not have adequate knowledge to deal safely with these toxic products. The present work was carried out with coffee growers and coffee growers, in the municipality of Eugenópolis - MG, Alto Gavião district, where coffee is the main source of income for the population. The coffee farmers were interviewed by means of a questionnaire and had as objective to identify how the coffee growers of the Municipality of Eugenópolis deal with the use of agrochemicals, the main types of pesticides used and to raise the risks that the coffee growers are subject.

.Keywords: Poisoning, risks and roundup)

1 Introdução

A utilização de produtos químicos no campo aumentou de forma espantosa após as grandes guerras mundiais, sendo a utilização destes cada vez mais comuns pelos produtores rurais, tendo a finalidade de combater pragas e doenças das lavouras e pastagens, garantindo assim, a otimização de sua produção.

Na cafeicultura também não é diferente, é comum a utilização de produtos químicos, sobretudo inseticidas e herbicidas, que é comumente realizada por homens, mulheres e adolescentes.

O café é uma cultura importante para o Brasil e umas das principais culturas presentes no Município de Eugenópolis - MG. Se destaca por sua importância econômica e social no município. Adultos e adolescentes, homens e mulheres trabalham no cultivo do café, desde a etapa do plantio até sua colheita.

A utilização dos agrotóxicos no meio rural brasileiro tem trazido uma série de consequências para a saúde humana e para os ecossistemas naturais. Os impactos na saúde podem atingir tanto o trabalhador rural que tem contato direto com agrotóxico, como os membros da comunidade e os consumidores dos alimentos contaminados com resíduos, mas, sem dúvida, a primeira categoria é a mais afetada. Em geral, essas consequências são condicionadas por fatores intrinsecamente relacionados, tais como o uso inadequado dessas substâncias, a alta toxicidade de certos produtos, a falta de utilização de equipamentos de proteção, precariedade dos mecanismos de vigilância e falta de conhecimento sobre os riscos que os agrotóxicos apresentam à saúde.

Os agrotóxicos podem causar intoxicação aguda, fatal ou não, com aparecimento súbito de sintomas. A intoxicação crônica, por sua vez, é caracterizada por aparecimento tardio, mediante baixa exposição, moderada e contínua, com danos irreversíveis como neoplasias ou paralisias. Os sintomas da intoxicação subaguda, associada a uma exposição moderada, são subjetivos e vagos como, por exemplo, dor de cabeça, mal-estar, dor no estômago, fraqueza e sonolência, entre outros.

Esta pesquisa teve como objetivo identificar como os cafeicultores do Município de Eugenópolis lidam com o uso de agrotóxicos, os principais tipos de agrotóxicos usados e levantar os riscos que os cafeicultores estão sujeitos.

2 Revisão bibliográfica

Há mais de dez mil anos que a agricultura está presente nas atividades humanas, porém, o uso intensivo de agrotóxico para o controle de pragas e doenças das lavouras existe há pouco mais de meio século. A utilização massiva de produtos químicos no campo se originou após as grandes guerras mundiais, quando a indústria química era voltada para produção de armas químicas, encontrando na agricultura um novo mercado para os seus produtos (LONDRES, 2011).

A partir do uso mais intenso destes agrotóxicos pode-se notar uma profunda mudança nas relações sociais, econômicas e culturais das populações rurais, que, desde a década de 1950, quando se iniciou a “Revolução Verde”, foram observadas profundas mudanças no processo tradicional de trabalho na agricultura bem como em seus impactos sobre o ambiente e a saúde humana. (MOREIRA Et al, 2002, p. 300).

Com o advento da “Revolução Verde” o uso sempre crescente de agrotóxico é de vez incorporado a agricultura. Esta “Revolução” impôs a vários países em desenvolvimento uma política internacional promovida pelos Estados Unidos com vistas a aumentar a produção de alimentos através do emprego de sementes melhoradas, agrotóxicos e adubos nitrogenados, tornando países como o Brasil dependentes destas tecnologias. A introdução desta tecnologia aconteceu sem considerar as características ambientais e sociais dos países causando sérias consequências, entre elas o êxodo rural e a contaminação dos rios e dos lençóis freáticos, além dos prejuízos ainda não totalmente conhecidos para saúde humana (MEADOWS, 1972).

Segundo a ANVISA (2010), o Brasil é o país que mais consome agrotóxico em todo o mundo. Só em 2008, o comércio destes produtos movimentou mais de US\$ 7 bilhões no país. Esse consumo se reflete na saúde dos

agricultores que os aplicam em suas lavouras e também na saúde das pessoas que os consomem pelo excesso de resíduos destes agentes tóxicos (RODRIGUES, 2006).

Soares, Almeida (2009) pesquisaram o alto grau de risco à saúde a que estão submetidos os trabalhadores rurais que utilizam agrotóxicos. Os autores apontam que os agrotóxicos agropecuários são os mais letais e seu uso indiscriminado afeta os consumidores dos alimentos contaminados por resíduos, os membros das comunidades próximas à lavoura, mas principalmente, os aplicadores desses produtos, ou seja, os próprios trabalhadores rurais.

Existem atualmente 366 ingredientes ativos registrados no Brasil para uso agrícola, pertencentes a mais de 200 grupos químicos diferentes, que dão origem a 1.458 produtos formulados para venda no mercado. São inseticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, acaricidas, rodenticidas, moluscidas, formicidas, reguladores e inibidores de crescimento. Os herbicidas sozinhos representam 48% deste mercado, seguidos pelos inseticidas (25%) e pelos fungicidas (22%) (Pelaez et al, 2009).

3 Metodologia

A pesquisa contou com uma amostra de 20 trabalhadores agrícolas da cafeicultura na região da Zona da Mata Mineira, município de Eugenópolis, distrito de Alto Gavião. O município de Eugenópolis apresenta área territorial de 309,395 Km² e uma população de 10.540 habitantes, segundo dados do último censo do IBGE (2010).

A coleta de dados com os cafeicultores do município de Eugenópolis, distrito de Gavião, foi feita por meio de questionário estruturado, contendo questões fechadas de múltipla escolha e algumas questões abertas de ampla resposta. O questionário é composto de 15 tópicos diferentes (tabela 01).

Os cafeicultores participaram da pesquisa com entusiasmo, se dispondo a responder as questões propostas e a colaborar com a pesquisa. Durante o questionário foram escolhidos dois cafeicultores, que trabalham em diferentes etapas para gravarem uma entrevista, abordando os pontos do questionário e falando sobre seu trabalho e o uso do agrotóxico na cultura do café. A entrevista ocorreu no próprio no local de trabalho dos cafeicultores e teve como objetivo obter informação necessária que validem as informações apuradas e que relatem situações vividas pelos cafeicultores.

Tabela 1 - Tópicos do questionário e suas porcentagens Fonte: Questionário aplicado aos cafeicultores

Perguntas abordadas	Nº de entrevistados	Porcentagem %
1) SEXO :	-	-
Feminino	04	20%
Masculino	16	80%
2) Idade em anos:		
≤ 32 anos		
≥ 32 – 44	04	20%
≥ 44-55	02	10%
≥ 55 anos	08	40%
	06	30%

3) Escolaridade em anos:		
0		
1/-3	00	0 %
3/-7		
7/-11	06	30%
≥11	06	30%
	08	40%
	00	0%
5) Tipo de relação trabalhista:		
proprietário	14	70%
Arrendatário	0	0%
assalariado	04	20%
temporário	02	10%
6) Atuação na lavoura:		
Somente colheita	08	40%
Somente aplicação	00	0%
Todas as etapas da lavoura	04	20%
Todas exceto aplicação	04	20%
Nenhum	00	0%
7) Uso de equipamentos de segurança		
Sempre	0	0 %
As vezes	14	70%
Nunca	06	30%
8) Forma de contato com o agrotóxico:		
Não tem contato	02	10%
Todas as etapas da aplicação	04	20%
Somente aplicação	04	20%
Supervisão da aplicação	10	50%
9) Qual agrotóxico mais utilizado na lavoura?		
Roundup	16	80%
Nenhum	04	20%
10) Já teve intoxicação prévia na lavoura?		
Sim, suspeito	02	10%
Não	18	90%
11) Já foi internado por intoxicação?		
Sim	0	0%
Não	20	100%
12) Já foi afetado por acidentes com agrotóxicos?		
Sim		
Não	04	20%
	16	80%
13) Dorme bem?		
Sim		
Não	18	90%
	02	10%
14) Usa algum tipo de medicamento?		
Sim		
Não	06	30%

	14	70%
15) Local de residência?		
Zona Rural		
Zona urbana	20	100%
	00	0%

4 Resultado e discussão

Segundo dados da consulta EMATER- MG, ao todo o município de Eugenópolis apresenta 450 cafeicultores cadastrados, sendo destes 95 localizados no distrito de Alto Gavião. Dentre os respondentes ao questionário 70% eram proprietários, 20% assalariados e 10 % trabalhadores temporários durante a colheita.

Conforme, Leite e Torres (2008), que ao estudar o uso de agrotóxicos na região nordeste do Brasil verificou que 92,2 % dos seus entrevistados eram compostas de homens, assim, constatou que os homens estão mais vulneráveis aos riscos ocupacionais decorrentes do uso de agrotóxicos, considerando que na lida do campo estes também são maioria. A grande maioria dos entrevistados eram homens, totalizando 80 % dos respondentes e somente 20% são mulheres.

Quando se trata de pesquisar sobre a importância do uso dos EPI's na prevenção de danos à saúde do trabalhador, as pesquisas são unânimes na comprovação de sua eficácia. Por outro lado, quando os acidentes ocupacionais são constatados, verifica-se que a maioria das ocorrências relacionam-se frequentemente à não utilização de EPI's, assim como ao não cumprimento das normas de proteção e cuidados (CARVALHO, 2001).

Sobre o uso de equipamentos de proteção individual (EPI's), tais como roupas protegidas, botas, luvas e máscaras, que têm a função de proteger o ser humano da exposição aos agrotóxicos, é evidenciado um grande problema, visto que não há relatos do uso completo destes equipamentos por nenhum entrevistado. Dentre os entrevistados 70% relataram que às vezes usam os EPI's e 30% nunca usam (Figura 1).

A exposição excessiva aos agrotóxicos pode levar a problemas respiratórios, tais como bronquite asmática e outras anomalias pulmonares; efeitos gastrointestinais, e, para alguns compostos, como os organofosforados e organoclorados, distúrbios musculares, debilidade motora e fraqueza (ANTLE e PINGALI, 1994 *apud* SANDRI, 2008).

Dentre os trabalhadores que fizeram parte da pesquisa somente 10% afirmaram que nunca tiveram contato com agrotóxico, 20% têm contato em todas as etapas da lavoura, 20% somente na aplicação e 50% têm contato na supervisão da aplicação (Figura 2). O total de entrevistados que têm contato com agrotóxico é a maioria (90%) , assim fica evidenciado que os agricultores precisam ter conhecimento sobre os cuidados necessários para não colocarem a saúde em risco ao estarem em contato com os agrotóxicos.

O glifosato é uma molécula herbicida que tem maior participação no mercado mundial, com mais de 150 marcas comerciais sendo comercializado em mais de 119 países, com registro para mais de uma centena de culturas (HARTZLER, 2006; TONI et al., 2006). O glifosato é também conhecido pelos cafeicultores como Roundup e se mostrou o agrotóxico utilizado na lavoura de café que os trabalhadores têm mais contato, 80% afirmaram terem contato com o Roundup e 20% afirmaram não ter contato com agrotóxico nenhum. (Figura 3).

Embora não apresente bioconcentração, o glifosato é considerado ligeiramente tóxico (BATTAGLIN et al., 2005). Dos entrevistados, 10% afirmaram suspeitar que já tiveram intoxicação e 90% afirmaram não terem tido nenhuma intoxicação por contato com agrotóxicos, demonstrando que não comuns casos de intoxicação oriundas de agrotóxicos na lavoura de café (Figura 4). Este baixo número de relatos de intoxicação pode estar associado a dificuldades dos trabalhadores a detectarem os sintomas, visto que estes podem demorar anos para aparecer, podem ser confundidos com sintomas de outras doenças e da dificuldade de buscarem ajuda médica para um diagnóstico correto.

De forma semelhante, Andrade e Tera Apud, Chaves (2007), revela a dificuldade de acesso dos agricultores às unidades de saúde, o despreparo das equipes de saúde para relacionar os problemas de saúde do trabalhador com a exposição aos agrotóxicos, os diagnósticos incorretos, a escassez de laboratórios de monitoramentos biológicos e a inexistência de biomarcadores precoces e/ou confiáveis.

Dentre os cafeicultores que responderam ao questionário, 80% afirmaram não ter tido nenhum acidente com agrotóxicos e 20% informaram que já tiveram algum tipo acidente envolvendo agrotóxico (Figura 5).

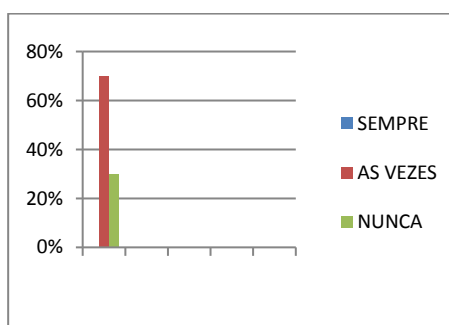


Figura 1 - Uso de EPI's pelos trabalhadores da cafeicultura.

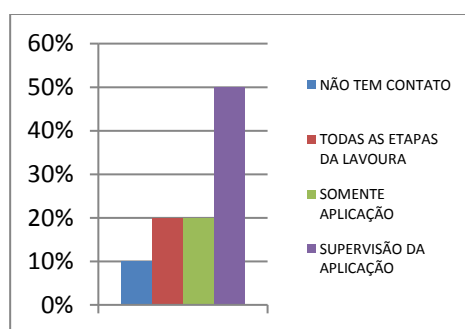


Figura 2 - Formas de contato com agrotóxico.

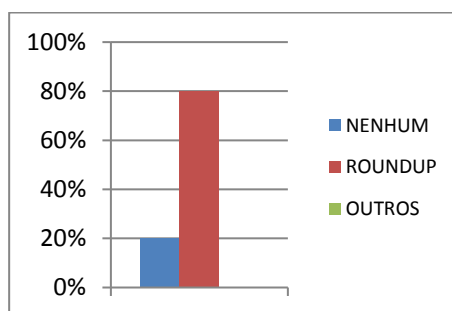


Figura 3 - Agrotóxicos que os cafeicultores têm mais contato

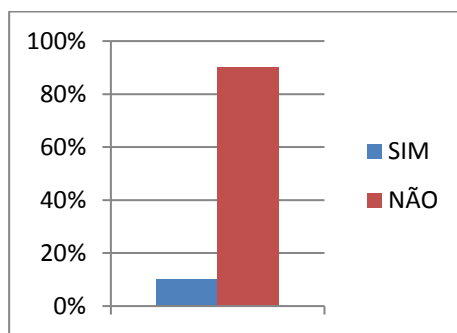


Figura 4 - Suspeita de intoxicação por agrotóxicos da lavoura de café.

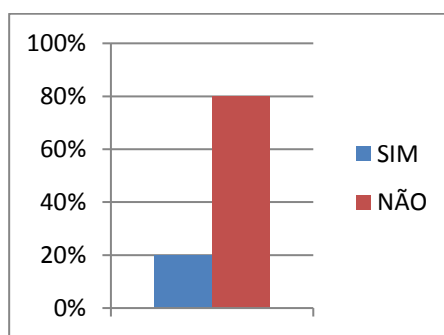


Figura 5 - Porcentagem de acidentes com agrotóxico

5 Considerações finais

Os cafeicultores da Zona da Mata Mineira, município de Eugenópolis, distrito de Alto Gavião não têm uma preocupação assídua em usar equipamentos que garantam proteção do contato direto com os agrotóxicos, sendo que nenhum cafeicultor usa esses equipamentos sempre e 20% nunca usam.

O Roundup é o agrotóxico que os cafeicultores de café têm mais contato, sendo que 80% afirmaram ter contato com este agrotóxico e apenas 20% disse não ter contato com agrotóxico nenhum.

Os cafeicultores relatam que é comum acidentes envolvendo agrotóxicos, 80 % afirmou já ter tido algum tipo de acidente com agrotóxico e apenas 20% não tiveram.

Os dados apresentados permitem concluir que os trabalhadores da cultura de café não possuem orientação suficiente para trabalhar com produtos tão perigosos como os agrotóxicos, não utilizam todos os equipamentos necessários sempre, não se preocupam com os riscos oferecidos a saúde no contato direto com o produto. Portanto, é necessário orientação para os mesmos, palestras e debates sobre o tema, a fim capacitar os trabalhadores no manuseio correto e com segurança desses produtos químicos tóxicos, para não colocarem sua vida e a de outras pessoas em risco.

São necessárias novas pesquisas que identifiquem as doses dos diferentes agrotóxicos utilizados e promoção da conscientização dos cafeicultores, de modo que possam compreender os riscos à saúde iminente e, assim, optarem pelo seu uso correto e seguro.

6 Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer a Deus por me conceder saúde, disposição e oportunidades para enriquecer cada vez mais o meu conhecimento. Agradecer aos meus familiares, em especial minha mãe, meu irmão e meu namorado pelo apoio, pelas palavras de incentivo e por sempre acreditarem em mim. Ao meu pai, que mesmo não estando mais aqui, me permite sentir sua presença forte em meu coração. A FASM por me proporcionar a oportunidade de cursar a Pós Graduação em Análise Ambiental. Aos meus professores por todo incentivo e troca de saberes. Aos meus colegas de turma em especial a meus amigos Amilton, Brenda e João pela amizade fortalecida e pelo conhecimento construído. Em especial a minha professora e orientadora Juliana Crespo por plantar palavras de estímulo em meu coração, por me fazer acreditar que somos construtores da nossa própria paz e que cada um tem muito a contribuir com todo o universo.

7 Referências bibliográficas

Battaglin WA, Kolpin DW, Scribner EA, Kuivila KM, Sandstrom MW (2005) Glyphosate, other herbicides, and transformation products in Midwestern streams, 2002. *Journal of the American Water Resources Association* 41 (2): 323-332

Bull C, Hattaway D (1986). *Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo*. Vozes, Petrópolis

Carvalho GM (2001) *Enfermagem do trabalho*. EPU, São Paulo

Ferreira HS (1993) Pesticidas no Brasil: impactos ambiental e possíveis conseqüências de sua interação com a desnutrição humana. *Ver Bras Saúde Ocup* 80:51-60

Graziano NF (1982) *Questão agrária e ecologia-crítica da moderna agricultura*. Brasiliense, São Paulo

Leite KC, Torres MBR (2008) O uso de agrotóxicos pelos trabalhadores rurais do Assentamento Catingueira Baraúna-RN. *Revista verde* 3 (4): 06-28

Londres F (2011) *Agrotóxico no Brasil: Um guia para ação e defesa da vida*. Rio de Janeiro. AS-PTA – Assessoria de Serviços a Projetos em agricultura Alternativa

Meadows DL (1972) *Limites do crescimento: um relatório para o projeto Clube de Roma sobre o dilema da humanidade*. Perspectiva, São Paulo.

Moreira JC et al. (2002) Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. *Ciência e Saúde Coletiva* 42: 299-311

Rodrigues NR (2006) Agrotóxicos: Análises de Resíduos e Monitoramento *Revista Multiciência*, 7: 1-7

Rüeg EF (1991) *Impacto dos agrotóxicos sobre o ambiente, a saúde e a sociedade*. Ícone, São Paulo

Soares W, Almeida RMR, Moro S (2003) Trabalho Rural e fatores de risco associados ao regime de uso de agrotóxicos em Minas Gerais, Brasil. Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro

Toni LRM, Santana H, Zaida DAM (2006) Adsorção de glifosato sobre solos e minerais. Química Nova 29: 829-833

Anvisa (2008) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/>. Acessado em 15 de outubro de 2018

Hartzler B (2018) Which glyphosate product is best? <http://www.weeds.iastate.edu/mgmt/qtr01-1/glyphosateformulations.htm>. Acessado em 15 de outubro de 2018

OMS (1996) Organização Mundial da Saúde. Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos. <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/livro2.pdf>. Acessado em 15 de outubro de 2018

Pelaez V, Terra FHB, Silva LR (2008) A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. http://www.sep.org.br/artigo/1521_b91605d431331313c8d7e1098bb1dd34.pdf. Acessado em 15 de outubro de 2018

Peres F, Moreira JC (2007) Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um polo agrícola Estado de Rio de Janeiro, Brasil. Cadernos de Saúde Pública 23 (4): 612-621

Almeida MT (2009) O Agrotóxico como Tema Problemático no Ensino de Química na Formação Técnico Agrícola. Dissertação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Andrade MJFV (1995) Economia do meio ambiente e regulamentação: análise da legislação brasileira sobre agrotóxicos. Dissertação, Escola de Economia da Fundação Getúlio Vargas

Chaves VS (2007) Avaliação do Impacto do Uso de Agrotóxico dos Trabalhadores Rurais dos Municípios de Ribeiro Gonçalves, Baixa Grande Ribeiro e Urucuí – PI. Dissertação, Universidade Federal do Ceará

Garcia EG (1996) Segurança e saúde no trabalho rural com agrotóxicos: contribuição para uma abordagem mais abrangente. Dissertação, Universidade de São Paulo

Sandri EA (2008) Agrotóxicos: Utilização por trabalhadores rurais em lavouras de feijão no município de Alta Floresta do Oeste-RO. Dissertação, Universidade de Brasília

Silva MV (2006) A utilização de agrotóxico em lavouras cafeeiras frente ao risco da saúde do trabalhador rural no município de Coacal – RO (Brasil). Dissertação, Universidade de Brasília

Silva JM (2007) Cânceres hematológicos na região sul de Minas Gerais. Tese, Universidade Estadual de Campinas

Resíduos de Serviço de Saúde: O Desafio Do Descarte Adequado Pela Enfermagem

Izilda Maria Nunes Amaro de Souza¹; Izabella Christynne Ribeiro Pinto Valadão²; Saulo Roni Moraes³; Fabiana de Souza Pugliese⁴; Wagner Pereira de Souza⁵

¹Universidade Veiga de Almeida (UVA). Mestranda em Ciências do Meio Ambiente e professora do curso de graduação de Enfermagem (UVA) – Avenida São Pedro, n.159, Centro, São Pedro da Aldeia. Tel: 22-99804 5253,

² Universidade Veiga de Almeida (UVA), Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente. Pós Doutora em Engenharia (UFF). Cabo Frio, RJ, Brasil

³Universidade Veiga de Almeida (UVA), Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente. Doutor em Farmácia. Vassouras, RJ, Brasil

⁴ Universidade Iguaçu. Mestre em Ciências do Meio Ambiente e coordenadora do curso de graduação em Farmácia (UNIG) – Nova Iguaçu, RJ, Brasil

⁵. Universidade Veiga de Almeida (UVA), Mestrado Profissional em Ciências do Meio Ambiente. Doutor em Biologia. Resende, RJ, Brasil

izilda.amaro@yahoo.com.br, izavaladao5@gmail.com, sauloroni@gmail.com, fabianapugliese@gmail.com, pereiraws@gmail.com

Resumo - A segregação adequada dos resíduos hospitalares ainda é uma preocupação observada no ambiente hospitalar. O enfermeiro uma vez orientado representa importante papel neste contexto. O objetivo geral deste estudo é avaliar o grau de conhecimento dos profissionais de enfermagem, de um hospital público do Município de Cabo Frio – RJ, quanto à segregação adequada destes materiais gerados na área da Clínica Médica e Clínica Cirúrgica a fim de evitar danos no meio ambiente. Para tanto realiza uma pesquisa quantitativa e qualitativa para investigar o conhecimento dos profissionais de enfermagem quanto aos procedimentos da correta segregação de resíduos hospitalares, aplicando um questionário em 20 indivíduos, para avaliar a forma de segregação dos resíduos hospitalares pelos profissionais de enfermagem. Os resultados demonstram que 70% da enfermagem define os resíduos produzidos, seus impactos e efeitos ao meio ambiente e 90% necessitam de orientação sobre a segregação adequada dos resíduos hospitalares, demonstrando que apesar do conhecimento da maioria, ainda é necessário treinamento e orientação dos envolvidos.

Palavra chave: Enfermagem. Resíduos hospitalares. Segregação.

Abstract - Adequate segregation of hospital waste is still a concern in the hospital environment. Once the nurse has been given an important role in this context. The objective of this study is to evaluate the degree of knowledge of nursing professionals from a public hospital in the Municipality of CaboFrio - RJ, regarding the adequate segregation of these materials generated in the area of the Medical Clinic and Surgical Clinic in order to avoid environmental damages In order to do so, it carries out a quantitative and qualitative research to investigate the knowledge of nursing professionals about procedures for correction of hospital waste segregation, applying a questionnaire in 20 individuals, to evaluate a form of segregation of hospital waste by nursing professionals. The results show that 70% of nursing define the waste produced, its impacts and the effects they cause in the environment and 90% need guidance on the segregation of hospital waste.

Key words: residue, contamination, drugs

1 Introdução

A geração de resíduos pelas diversas atividades humanas é um problema que tem merecido especial atenção. Atualmente a geração dos resíduos é um grande desafio a ser enfrentado, sobretudo nos grandes centros urbanos. Além dos elevados volumes, a segregação inadequada desses resíduos pode ser capaz de colocar em risco e comprometer os recursos naturais e a qualidade de vida das atuais e futuras gerações.

Os Resíduos de serviço de saúde (RSS), especialmente os produzidos pela enfermagem, se inserem dentro desta problemática e vêm assumindo grande importância nos últimos anos. A segregação correta é fundamental para que

o meio ambiente não seja impactado. Neste sentido foram criadas políticas públicas e legislação relacionadas ao gerenciamento de RSS que tem como eixo de orientação a sustentabilidade do meio ambiente e a preservação da saúde (Resolução RDC nº 33/2003).

A medicina dispõe de técnicas para que seja possível cuidar da saúde humana em sua totalidade e para tais cuidados é inevitável a geração dos RSS. As diferentes características dos RSS podem impactar o meio ambiente de forma diferente, podendo contaminar os seres humanos, solo, atmosfera ou recursos hídricos, necessitando de segregação, acondicionamento, armazenamento e destinação final diferente. Essa é a base da classificação dos RSS (BRASIL, Lei n. 12.305/2010).

O gerenciamento dos RSS é um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas legais, a fim de minimizar a produção de resíduos e proporcionar aos resíduos gerados, um encaminhamento seguro, de forma eficiente visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente (citação).

A segregação Consiste na separação do resíduo no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, a sua espécie, estado físico e classificação. A segregação é uma atividade obrigatória na fonte geradora (Conama, 2005), para fins de redução do volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente.

Já para a ANVISA (BRASIL, 2004) O processo de segregação consiste em acondicionar cada grupo de resíduo em um local previamente determinado, isso porque cada um tem características que necessitam de cuidados específicos.

A classificação dos RSS, segundo (Brasil, 2004 e 2005) e feita em cinco grupos e alguns subgrupos. Neste trabalho os subgrupos de interesse são: A2 – Bolsa contendo sangue e derivados com volume residual superior a 50 ml e; A6 – Kit de linhas arteriais, endovenosos, filtro de ar e gases derivados de áreas críticas conforme RDC 50/2002.

Esse RSS devem ser acondicionados em sacos branco leitoso, resistente a ruptura e vazamento, impermeável baseado na NBR 9191/2000 e substitutivas, respeitando o limite de peso de cada saco. O saco deve ser preenchido somente até 2/3 de sua capacidade. É proibido o seu esvaziamento ou reaproveitamento.

Os RSS do grupo B1 sólidos devem ser acondicionados em recipientes de material rígido, adequado para cada tipo de substância química, respeitando as características físicas, químicas e seu estado físico, e identificados de acordo a ANVISA (Brasil, 2004).

Já o grupo C são os materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas do CNEN e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista.

Esses grupos líquidos devem ser segregados conforme CNEN 8.01. As fontes seladas não podem ser descartadas, devendo a sua destinação final seguir orientações específicas contidas na CNEN 8.01.

Os RSS do grupo D são aqueles que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Nesta classe podemos incluir: luva, esparadrapo, algodão, compressas e equipo de soro que tiveram contato ou não com o sangue, bolsas transfundidas com menos de 50 ml residual e fraldas.

Esses RSS devem ser acondicionados em saco preto ou de acordo com orientação do serviço local de limpeza urbana, utilizando sacos impermeáveis contidos em recipientes e receber identificação a seguir: I cor Azul, papel; II cor Amarela, metal; III cor verde, vidros; IV cor Vermelha, Plástico e; V cor Marrom, Resíduos orgânicos

E1 composto de lâmina de barbear, bisturi, agulha, scalps, ampola de vidro e lâminas e; E2 composto de bolsas de coleta incompleta descartada no local da coleta, quando acompanhada de perfuro cortantes, agulha independente do volume coletado.

A segregação dos perfurocortantes devem ser descartados separadamente, no local de sua geração imediatamente após o uso, em recipientes, rígidos, resistentes a punctura, ruptura e vazamento, com tampa e devidamente identificados conforme a NBR 13853/1997- coletores para RSS perfurocortantes e NBR 9259/1997 - Agulhas hipodérmicas estéreis e de uso único sendo expressamente proibido o esvaziamento desses recipientes para seu reaproveitamento. As agulhas descartáveis devem ser desprezadas juntamente com as seringas, quando descartáveis, sendo proibido reencapa-las ou proceder a sua retirada manualmente.

Este estudo tem como objetivo geral avaliar o grau de conhecimento dos profissionais de enfermagem, de um hospital público do município de Cabo Frio - RJ, quanto ao descarte adequado de RSS gerados na área da Clínica Médica e da Clínica Cirúrgica. Especificamente este trabalho visa aplicar questionário em profissionais de saúde do município de Cabo Frio para avaliar a forma de segregação dos RSS, pelos profissionais de enfermagem.

2 Materiais e Métodos

O presente estudo realizou uma pesquisa quantitativa e qualitativa, para investigar o conhecimento dos profissionais de enfermagem quanto aos procedimentos da segregação correta de resíduos hospitalares, dentro de ambiente de Clínica Médica e Clínica Cirúrgica de um hospital público do município de Cabo Frio, Rio de Janeiro. Para tanto foi desenvolvido e aplicado questionário, com posterior tabulação e análise dos dados obtidos.

O questionário utilizado apresentou as seguintes perguntas: Você saberia classificar o que são Resíduos Hospitalares?; Você consegue definir quais são os Resíduos Hospitalares que são produzidos pela enfermagem?; E se mal descartados podem causar impacto ao meio ambiente?; Em sua opinião existe orientação adequada sobre a segregação correta destes resíduos?; Você tem noção dos efeitos causados por estes resíduos ao meio ambiente quando ocorre descarte inadequado?; Você saberia definir como seria o correto descarte de ampolas antibióticos?; Você saberia definir como seria o correto descarte de fraldas?; Você sente necessidade de orientação sobre o descarte de Resíduos Hospitalares adequado?

A rede municipal de saúde tem em seus quadros 70(setenta) profissionais, Os participantes da pesquisa foram escolhidos aleatoriamente por terem atuação continua no ambiente das Clínicas do hospital em análise, Foram distribuídos 20(Vinte) formulários, gerando uma amostragem de 28,5 % dos profissionais.

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade Veiga de Almeida. A Coordenadora Municipal de Enfermagem de Cabo Frio foi informada sobre o estudo, dos objetivos da pesquisa, da aprovação pelo conselho de ética, da preservação da identidade das unidades de saúde participante assim como das pessoas.

A participação na pesquisa foi de caráter voluntário e os participantes eram informados previamente dos objetivos da pesquisa, da natureza sigilosa das informações, do resguardo do anonimato e da possibilidade de desistência do preenchimento do questionário a qualquer tempo caso desejarem, de acordo com a Resolução nº 466

do Conselho Nacional de Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012). Dos participantes foi exigido que assinassem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A pesquisa não teve fins lucrativos, nem conflito de interesse, sendo meramente de caráter científico.

3 Resultados

Gráfico 1

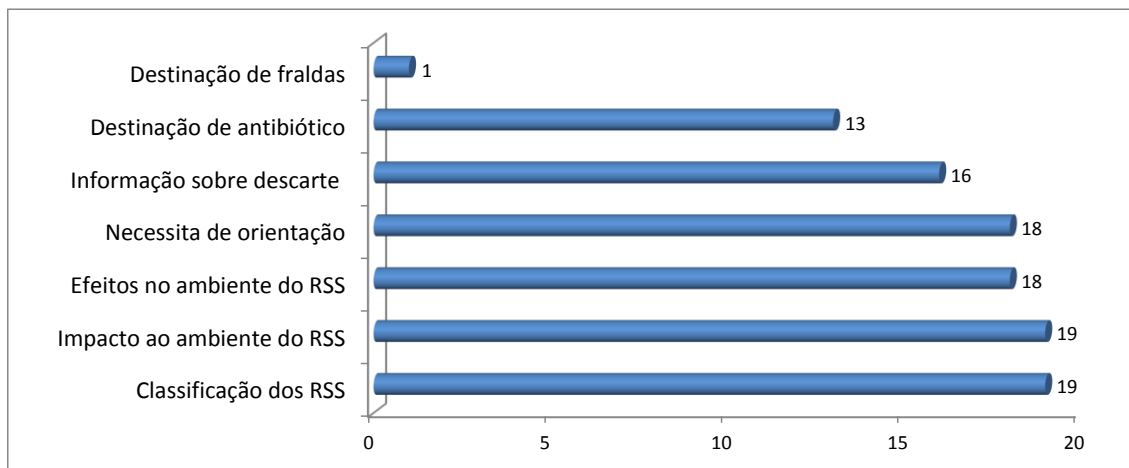
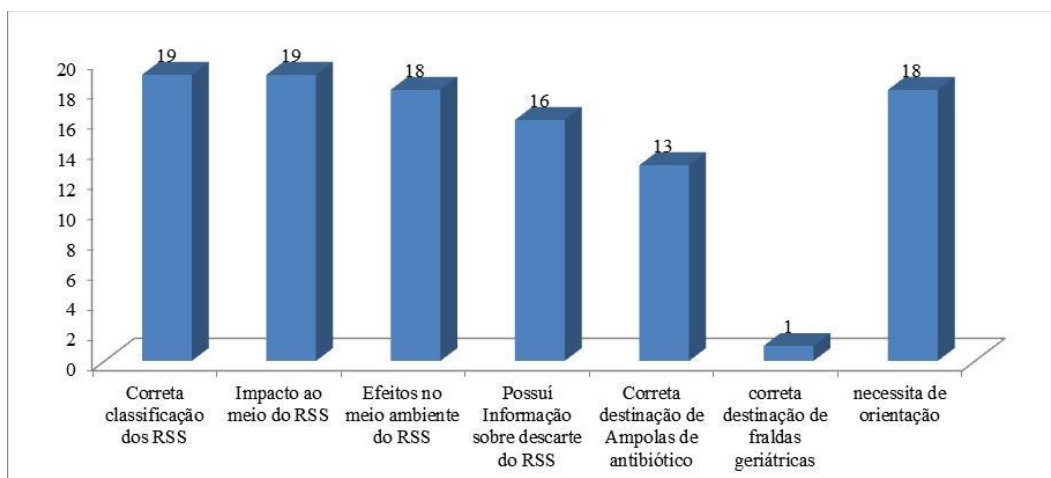


Gráfico 2



Para o desenvolvimento da pesquisa foi aplicado questionário a 20 (vinte) funcionários envolvidos, sendo os resultados obtidos, divididos em categorias, sendo elas:

a) CATEGORIA I - Identificação de resíduos hospitalares e impactos no meio ambiente.

Esta categoria avaliou se a enfermagem consegue identificar os resíduos produzidos no ambiente hospitalar e os impactos que podem causar ao meio ambiente, uma vez que os resíduos hospitalares produzidos pela enfermagem vêm assumindo grande importância nos últimos anos, necessitando de um descarte adequado a fim de evitar impactos ao meio ambiente. A Resolução RDC 33 trabalha o regulamento técnico para gerenciamento dos resíduos hospitalares, a fim de reduzir riscos à saúde e ao meio ambiente. Quanto à classificação dos resíduos hospitalares, todos os 20(vinte) profissionais de enfermagem conseguem classificar. Quanto à definição de resíduos produzidos

pela enfermagem, 19 (Dezenove) profissionais de enfermagem conseguem definir quais são os resíduos produzidos e apenas um não consegue definir quais resíduos são produzidos pela enfermagem. Quanto ao impacto que podem causar ao meio ambiente, 19 (Dezenove) profissionais de enfermagem conseguem definir os impactos que os resíduos hospitalares podem causar ao meio ambiente e apenas um não conseguiu definir. Quanto aos efeitos causados ao meio ambiente, se o descarte for inadequado, 18(dezoito) profissionais conseguiram definir os efeitos que podem causar ao meio ambiente e apenas 2(dois) profissionais de enfermagem não conseguiram definir os efeitos.

b) CATEGORIA II – Relaciona formas adequadas de descartes corretos

Esta categoria relaciona os descartes realizados de forma adequada, amparados pelo Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) que é um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados com bases científicas e técnicas, normativas e legais a fim de minimizar a produção de resíduos e proporcionar um encaminhamento seguro, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente. Quanto à orientação sobre o descarte correto destes resíduos, seis profissionais de enfermagem disseram ter recebido orientação sobre o descarte correto e 16 profissionais de enfermagem disseram não ter recebido a mesma orientação. Quanto à destinação do descarte correto de ampolas de antibióticos, 13 profissionais de enfermagem indicaram a destinação correta de ampolas no Descarpak e sete profissionais de enfermagem indicaram uma destinação errônea. Quanto à destinação do descarte correto de fraldas utilizadas no ambiente, apenas um profissional de enfermagem indicou a destinação correta no saco preto, enquanto 19 profissionais de enfermagem indicaram destinação errônea das mesmas fraldas.

c) CATEGORIA III – Relaciona a necessidade de orientação sobre descarte correto

Esta categoria avalia a necessidade de orientação sobre o descarte correto dos resíduos gerados. O processo de segregação, conforme ANVISA 306 (2004) consiste em acondicionar cada grupo de resíduos em um local previamente determinado, isso porque cada um tem características que necessitam de cuidados específicos. A segregação dos resíduos deve acontecer no momento e local de geração de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, espécie, estado físico e classificação, amparado pela Resolução nº 358 (CONAMA, 2005) que determina a segregação dos resíduos na fonte e o momento de sua geração de acordo com suas características, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente. É obrigatória a segregação dos resíduos na fonte e no momento de sua geração de acordo com suas características para fins de redução de volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente. Quanto à necessidade de orientação sobre o descarte correto, 18 (Dezoito) profissionais de enfermagem sentem necessidade de maior orientação sobre o descarte correto e apenas dois profissionais de enfermagem não sentem a mesma necessidade de orientação.

4 Conclusões

Esta pesquisa avaliou o grau de conhecimento dos profissionais de enfermagem, de um hospital público do município de Cabo Frio - RJ, quanto: à identificação dos resíduos produzidos no ambiente hospitalar e seus impactos no meio ambiente, ao descarte adequado de resíduos hospitalares gerados na área da Clínica Médica e da Clínica Cirúrgica e quanto a necessidade de orientação sobre o descarte correto dos resíduos gerados. A segregação é uma etapa relevante neste processo de descarte adequado, justamente porque consistem na separação do resíduo no momento e local de sua geração. O amparo da ANVISA 306 (2004) consiste em acondicionar cada grupo de resíduo em um local previamente determinado. Justamente porque cada resíduo hospitalar tem uma característica que necessita de cuidados específicos. 90% dos entrevistados definem quais são os resíduos produzidos pela enfermagem, seus impactos e os efeitos que estes podem causar ao meio ambiente. 70% definem a necessidade de orientação quanto à segregação adequada destes resíduos, o que se comprova onde eles não definem corretamente o local de descarte adequado, mostrando assim que 90% dos entrevistados sentem necessidade de orientação sobre o descarte dos resíduos hospitalares. A pesquisa contribuiu para o aperfeiçoamento profissional da equipe de enfermagem através da elaboração de um Manual de Orientação de Segregação Adequada dos resíduos hospitalares.

5 Referências Bibliográficas

- ANVISA (2004) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução RDC 306, 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento resíduos de serviços de saúde. http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html. Acessado em 15 de novembro de 2018
- Bueno CS, Weber D, Oliveira KR (2009) Farmácia caseira e descarte de medicamentos no bairro Luiz Fogliatto do município de Ijuí –RS Rev Ciênc Farm Básica Apl. 30 (2): 203-210
- Eickhoff P, Heinck I, Seixas LJ (2009) Gerenciamento e destinação final de medicamentos: uma discussão sobre o problema. Rev. Bras. Farm. 90(1): 64-68
- Gasparini JC, Gasparini AR, Frigieri MC (2011) Estudo do descarte de medicamentos e consciência ambiental no município de Catanduva-SP. Ciência & Tecnologia: FATEC-JB, Jaboticabal 2 (1): 38-51
- Silva ER (2005) Problematizando o descarte de medicamentos vencidos: para onde destinar? Monografia, Fundação Oswaldo Cruz.
- Trindade MS, Nishijima T, Hillig C, Salau NPG (2013) Descarte final de medicamentos: a percepção dos alunos de uma escola pública de sobradinho, RS. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/804/Trindade_Mylene_Serena.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acessado em 15 de novembro de 2018

Uso de lodo provenientes de unidades industriais de tratamento de águas (ETA's) na fabricação de materiais de construção – revisão

Felipe Machado Freire¹; Daiane Cecchin²; Izabella Christynne Ribeiro Pinto Valadao³

¹Desenhista industrial, mestrando de Engenharia Biossistemas, UFF, Niterói, RJ

²Engenheira agrícola, Professora do Mestrado em Engenharia Biossistemas, UFF, Niterói, RJ

³Engenheira civil, Professora do Mestrado em Ciências do Meio Ambiente, UVA, Rio de Janeiro, RJ

fellipe.freire.uff@gmail.com, daianececchin@yahoo.com.br, izavaladao5@gmail.com.

Resumo Atualmente a construção civil é responsável por consumir grande parte das reservas naturais disponíveis no planeta, assim como, as unidades industriais de tratamento de águas (ETA's) são responsáveis pela cogeração de toneladas de resíduos sólidos dispostos sem tratamento nos mais variados ecossistemas. Objetivou-se com essa pesquisa sistematizar uma revisão bibliográfica acerca da influência do lodo de ETA's na fabricação de materiais de construção. As informações foram coletadas por meio de buscas na literatura, e em bases de dados como: IBICT, SCIELO, Periódicos Capes e Science Direct. Observou-se limitações na formulação de misturas homogêneas entre o lodo de ETA's e os insumos já consagrados na fabricação de materiais de construção, e que tais resultados, estão relacionados a métodos experimentais pouco evidenciados e a ausência de padrões relevantes. Diante dos dados analisados, conclui-se que a substituição mesmo que parcial do solo por lodo de ETA na fabricação de materiais de construção a base de solo-cimento provocam alterações significativas nas propriedades tecnológicas (absorção de água, massa específica bulk e resistência a ensaios mecânicos de compressão) e que o alto índice de matéria orgânica interfere na hidratação do cimento gerando diversas restrições de aplicação neste segmento.

Palavras-chave: Materiais de construção, lodo de ETA, solo-cimento

Abstract Currently the construction industry is responsible for consuming a large part of the natural reserves available on the planet, as well as the industrial water treatment plants (ETAs) are responsible for the cogeneration of tons of solid waste disposed without treatment in the most varied ecosystems. The objective of this research was to systematize a bibliographical review about the influence of ETA sludge in the manufacture of construction materials. The information was collected through searches in the literature, and in databases such as: IBICT, SCIELO, Periodical Capes and Science Direct. Limitations were observed in the formulation of homogeneous mixtures between ETA sludge and the already consecrated inputs in the manufacture of construction materials, and that such results are related to experimental methods with little evidence and lack of relevant standards. Considering the data analyzed, it is concluded that even partial replacement of soil by ETA sludge in the manufacture of soil-cement-based building materials causes significant changes in the technological properties (water absorption, specific bulk mass and resistance to tests mechanics) and that the high organic matter content interferes with the hydration of the cement, generating several application restrictions in this segment.

Keywords: Building materials, ETA sludge, soil-cement.

1 Introdução

Atualmente uma das principais preocupações mundiais está relacionada com a gestão dos recursos naturais disponíveis, a degradação do meio ambiente e suas respectivas consequências para as gerações futuras (ONU, 2016). Com o avanço urbano, a demanda de produtos, bens e serviços crescem proporcionalmente com a geração de resíduos (LOPES, 2006), sendo grande, a influência das ETA's na cogeração e despejo de toneladas de lodo (IBGE, 2008) gerados nos processos de tratamento químico e manutenção do sistema e equipamentos (ACHON *et al.*, 2013).

Estima-se que o tratamento de água no Brasil gera aproximadamente 4 milhões de toneladas por ano de lodo (SILVA, 2011) e seu eventual lançamento em corpos hídricos, segundo Pompêo (2017), desregula o ecossistema aquático e gera a proliferação de espécies macrófitas, ocasionando efeitos deletérios de ordem econômica, estética e ecológica (KATAYAMA, 2014; GOUVEIA, 2012). Sendo assim, diversos segmentos da

sociedade vêm buscando alternativas para minimização desses efeitos (ALEXANDRIA e LOPES, 2008), principalmente através do reaproveitamento desses resíduos (PINHEIRO e HOLANDA, 2013; BEGUM *et al.*, 2013).

Diante dos avanços tecnológicos alcançados nos últimos anos pela indústria da construção civil, materiais como o cimento, argamassa, concreto, tijolo cerâmico e tijolo de solo-cimento (MOTTA *et al.*, 2010; FIAIS e SOUZA, 2017), vêm sendo considerados para este fim (PEREIRA e PEZZUTO, 2010; TURGUT e ALGIN, 2007). Além de gerar uma diminuição da extração de argila e a baixa emissão de CO₂ na atmosfera causadas pela fabricação do cimento e pelo cozimento dos tijolos cerâmicos, fazem do tijolo solo-cimento um bom exemplo de alternativa sustentável (SILVA, 2009; VALADÃO *et al.*, 2017).

Embora recente, o modelo de construção sustentável foi impulsionado no mercado brasileiro pela adoção de políticas conservacionistas do início do século (PINHEIRO 2006 e CÔRTEZ, 2011), principalmente a lei 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e incentivou a melhor fiscalização dos passivos ambientais (LUCHEZZI e TERENCE, 2013). Por considerar o aproveitamento do meio natural e o desenvolvimento tecnológico para uma maior poupança energética (PACHECO e SAID, 2007), sem esquecer os aspectos estéticos e de qualidade, a construção sustentável vem ao longo dos anos, diminuindo os impactos ambientais do setor que, de acordo com Oscar Neto (2004), chega a descartar 1/3 da matéria prima utilizada.

Portanto, diante dos impactos ambientais e da necessidade de solucioná-los, essa pesquisa tem como objetivo sistematizar uma revisão bibliográfica acerca da influência do lodo de ETA's na fabricação de materiais de construção

2 Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, de caráter bibliográfico, a qual visa buscar informações relevantes no que diz respeito ao uso de lodo provenientes de unidades industriais de tratamento de águas (ETA's) na fabricação de materiais de construção. Essas informações foram coletas por meio de buscas na literatura e em base de dados como: IBICT, Scielo, Periódicos Capes e Science Direct.

3 Resultados e discussões

Historicamente o setor industrial é o que mais demanda recursos naturais e degrada o meio ambiente (SJÖSTRÖM, 2000) e tanto em obras de construção como operações de manutenção, chegam a beneficiar cerca de 75% dos recursos disponíveis no planeta (LUCHEZZI e TERENCE, 2013). Além dos impactos gerados no processo de extração e beneficiamento, a construção civil (ANDRADE *et al.*, 2014) é considerada responsável pela geração da maior parcela de resíduos de toda a sociedade (SANTOS, SUZART e SILVA-JUNIOR, 2013).

A ineficácia das políticas públicas de recursos hídricos e saneamento, aliada à falta de consciência ambiental da população, influenciam através dos anos, a redução gradativa da qualidade da água bruta disponível nos mananciais e conseqüentemente o aumento do uso de produtos químicos nos processos de tratamento das ETA's, favorecendo a geração de maior quantidade de resíduos industriais (RAMIREZ, 2015) em função da tecnologia de tratamento aplicada (DI BERNARDO *et al.*, 2012). De forma resumida, Kondageski (2013) descreve que,

primeiramente a água bruta recebe uma carga de sais de ferro ou alumínio, favorecendo a desestabilização das partículas coloidais, as quais geram flocos que são sedimentados em unidades de decantação que posteriormente são filtrados. Somente após esse processo, a água atinge as condições necessárias para o consumo humano, através da clarificação.

Em relação à estimativa de geração de resíduos provenientes das ETA's e a destinação final, Di Bernardo (2012), relata que do total de municípios brasileiros, assistidos por unidades de tratamento águas, 25,43% dispõe os resíduos em rios, 0,13% no mar, 8,32% em terrenos baldios, 1,49% em aterros sanitários e 4,42% em outros lugares, prática que apresenta riscos à saúde pública e aos ecossistemas envolvidos e que vem sendo questionada pelos órgãos reguladores ambientais ao longo dos últimos anos (CAMARGO *et al.*, 2014).

Nóbrega *et al.* (2011), afirmam que as ETA's podem ser consideradas como mini fábricas de resíduos, e que, em 2011, o Brasil gerava em média 762.500 m³/dia de lodo proveniente delas. Grande parte da geração dos lodos ocorre no processo de desestabilização, quando os decantadores são submetidos à limpeza com produtos químicos, conforme relata Cordeiro (2002). Ramirez (2015), considera que o lodo de ETA é formado por água, sólidos suspensos, colóides e produtos químicos, já na perspectiva de Dvorak (2007), estão presentes algas, bactérias, partículas orgânicas suspensas, manganês, ferro, magnésio, argila, areia, siltes e cálcio, provenientes dos sólidos orgânicos e inorgânicos.

Sobre a composição química do lodo de ETA, Lin (2006), Chatveera (2009), Yague (2005), Chen (2010) e Rodrigues (2015) relatam a presença recorrente dos elementos SiO₂ (Dióxido de Silício), Al₂O₃ (Óxido de Alumínio), Fe₂O₃ (Óxido de Ferro), CaO (Óxido de Cálcio), MgO (Óxido de Magnésio), K₂O (Óxido de Potássio) e Na₂O (Óxido de Sódio). Embora estejam presentes em quase todas as caracterizações, essas substâncias, se apresentam com diferentes intensidades em sua composição (RODRIGUEZ *et al.*, 2015).

A variabilidade na composição dos lodos de ETA's, conforme relatam Andreoli e Carneiro (2013), está diretamente relacionada ao tipo e a qualidade dos mananciais utilizados, bem como as características do substrato geológico e solo, tipologia florestal, relevo, declividade, bem como a influência do manejo e ocupação do solo, fatores climatológicos, tipos e intensidade dos coagulantes utilizados nos tratamentos. Que por sua vez, dependem de alguns parâmetros (TARTARI, 2011 e DI BERNARDO, 2012), tais como demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), alcalinidade, pH, indicador de teor de matéria orgânica, turbidez, carbono orgânico total (COT), concentração de sólidos voláteis (SV) e indicadores bacteriológicos como coliformes totais, coliformes termotolerantes, E. Coli, Cisto de Giárdia, Ocisto de *Cryptosporidium* (CORDEIRO e SALES, 2001).

A correta destinação dos lodos de ETA's, conforme descrito por Hoppen (2004), é uma tarefa extremamente onerosa, dada as restrições ambientais e os custos de transporte entre as unidades e os locais de disposição final. Por isso, seu uso na fabricação de materiais de construção tem sido cada vez mais incentivado. No entanto, os lodos estão, em sua maioria, dissolvidos em água, conforme afirmam Lustosa *et al.* (2017) e para seu adequado aproveitamento é necessário submetê-los a operações de adensamento para retirada de umidade.

Araújo e Holanda (2008) mencionam que o lodo extraído de ETA quando retirado e processado, possui baixo percentual de umidade e parâmetros geotécnicos de consistência e distribuição granulométricas assemelhados aos solos tropicais, os quais são ricos em óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, assim como os solos que sofrem

intemperismo. Sobre aspectos físicos, o autor acrescenta, que quando submetidos aos ensaios de caracterização, geralmente possuem índice de consistência similares aos solos utilizados como matéria prima para construção.

Megda *et al.* (2005) relatam que, a incorporação material na fabricação de insumos para a construção civil além minimizar os impactos ambientais e custos relacionados a gestão e destinação final é uma oportunidade de aumentar a receita para ambos os setores. Dentre algumas alternativas do uso do lodo de ETA na construção civil, pode-se citar Chen *et al.* (2010), Sullivan *et al.* (2010) e Yen *et al.* (2011) que propuseram a produção de cimento com a adição do lodo de ETA. Sogancioglu *et al.* (2013), Chatveera *et al.* (2006) e Yague *et al.* (2005), propuseram o uso na produção de concreto. Mehta *et al.* (2008), Tartari *et al.* (2011), Kizinievic *et al.* (2013) e Martínez-García *et al.* (2012) analisaram seu incremento na fabricação cerâmica, Rodriguez *et al.* (2010), pesquisaram sua adição em argamassa, assim como Fontanive *et al.* (2008), Fadanelli e Wiecheteck (2010) realizaram estudos relacionadas a sua adição em misturas solo-cimento.

Chen *et al.* (2010) comentam que a incorporação de lodo de ETA em teores de 4% e 7%, tem efeitos positivos na mistura para a fabricação de produtos cimentícios, melhorando a resistência à compressão. Já Brehm *et al.* (2013) relatam em seu estudo a possibilidade da incorporação de lodo de ETA na construção civil seja em materiais cerâmicos com para materiais a base de solo-cimento.

Quanto a composição química e microbiológicas, Chen *et al.* (2010) asseguram que não apresentaram ameaça ao meio ambiente ou a qualidade dos materiais com ele confeccionados, ao mesmo tempo que Hegazy *et al.* (2012) afirmam que as substâncias presentes no lodo de ETA são bem próximas às existentes nos solos utilizados na fabricação dos tijolos cerâmicos, necessitando apenas de uma temperatura maior de sinterização durante seu processo de cura, devido a presença de sílica e alumina.

Sales e Souza (2009) afirmam que para a produção de argamassa, o lodo suporta os ensaios de compressão axial e de absorção de água. Porém, Rodriguez *et al.* (2010) descobriram que os teores entre 10 a 30% comprometeram a resistência mecânica da argamassa com cimento *Portland*. Chen *et al.* (2010) relatam que para a produção de eco-cimento, a adição de 4% a 7% influencia positivamente na resistência à compressão em insumos cimentícios.

Quanto a sua incorporação no concreto, Huang e Wang (2013) relatam, que teores entre 0,5% e 15%, não compromete a resistência de concreto com agregados leves. Chatveera *et al.* (2006) verificaram que quanto maior a proporção do lodo, menor era a resistência mecânica e maior o módulo de elasticidade. Da mesma forma Yague *et al.* (2005), afirmam que teores entre 2,5% e 10% já comprometem sua resistência mecânica, não sendo indicado para elementos estruturais e Hoppen *et al.* (2005), que teores em torno de 5% podem ser utilizados na fabricação de artefatos, blocos e pavimentos rígidos.

Analogamente, Hegazy *et al.* (2012) propõem a incorporação de lodo de ETA em teores de 25% e 50% na mistura para a fabricação de tijolos, com utilização adicional de 25% de sílica ativa e 25% de cinza de casca de arroz. Para Fadanelli *et al.* (2010) a incorporação em teores entre 3% e 7% na fabricação de tijolos solo-cimento fragiliza a qualidade do conjunto, comprometendo o índice de retração volumétrica e a sua durabilidade. Por outro lado, Silva e Fungaro (2011), relacionaram o insumo de 5 a 10% com a baixa resistência dos tijolos, mas também com possíveis falhas quanto a granulometria do material e ao teor de cimento utilizado.

Já Porras *et al.* (2008) relatam que ao incorporar teores entre 10% e 25% na fabricação de tijolos de solo-cimento, os valores de absorção de água e compressão axial, não atenderam as recomendações da norma.

4 Conclusões

O incremento do lodo de ETA como alternativa na composição e fabricação de materiais de construção, contribui para a diminuição dos impactos ambientais causados pelo descarte e armazenamento deste material.

A influência da matéria orgânica na mistura solo-cimento, mesmo em pequenas frações, interfere no processo de hidratação do cimento, comprometendo sua aplicação estrutural, desempenho e permeabilidade, favorecendo assim, o aparecimento de fissuras e trincas.

Na argamassa, essas mesmas substâncias, influenciam no retardamento das taxas de hidratação, aumentando o período de indução e favorecendo a diminuição da resistência mecânica, além do composto químico mineral induzir a uma formação amorfa do conjunto.

Já em misturas de concreto, essa influência é notada proporcionalmente à adição de lodo na mistura, alterando não só a sua consistência, como comprometendo as propriedades de absorção de água, sucção capilar, razão de vazios e porosidade do conjunto.

Diante dessas considerações, recomenda-se restrições e limitações do uso do lodo de ETA na composição de materiais de construção, mesmo sendo ele considerado uma matéria-prima em abundância. Pois, mesmo em proporções pequenas, a incorporação do lodo compromete sua aplicação. Esta revisão sugere mais investigações acerca das frações logarítmicas entre lodo e misturas de solo-cimento em materiais de construção, assim como processos de tratamento aplicados no resíduo para esta finalidade.

5 Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES). Código de Financiamento 001.

6 Referência Bibliográfica

Achon CL, Barroso MM, Cordeiro JS (2013) Residues of water treatment plants and ISO 24512: challenge of the Brazilian sanitation. Eng. Sanit Ambient 18 (2): 115-122. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522013000200003>

Andrade CF, Silva CM, Oliveira F de CO (2014) Gestão ambiental em saneamento: uma revisão das alternativas para tratamento e disposição do lodo de ETA e seus impactos na qualidade das águas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 5, Belo Horizonte, MG

Alexandria SSS, Lopes GRL (2008) Terra na construção civil: Edificações de Adobe no Município de Pedro II, Piauí. In: ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Inovação e Sustentabilidade, 12, Fortaleza, CE

Araújo FSD, Holanda JNF (2008) Influência da adição de resíduo (lodo) de estação de tratamento de águas nas propriedades e microestrutura de cerâmica vermelha. Cerâmica 54:167-173. <https://doi.org/10.1590/S0366-69132008000200005>

Begum BSS, Gandhimathi R, Ramesh ST, Nidheesh PV (2013) Utilization of Textile Effluent Wastewater Treatment Plant Sludge as Brick Material. *Journal of Material Cycles and Waste Management* 15:564-570

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 12305/2010 - "Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências." - Data da legislação: 02/08/2010 - Publicação DOU, de 03/08/2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm > Acesso em: 10 JUN 2018

Brehm FA, Kulakowski MP, Evaldt DC, Moraes CAM, Pampanelli AB (2013) Análise da estabilização por solidificação de lodo de fosfatização em matrizes de cimento Portland e de cerâmica vermelha para a utilização na construção civil. *Ambiente Construído* 13 (2):15-27

Camargo RPL, Costa OS, Fernandez IL, Gois F, Silva C, Santos GA (2014) Caracterização físico-química e bacteriológica dos resíduos de ETA: a importância do seu estudo. *Revista Eclética Química* 39 (1): 81-90

Chatveera B, Lertwattanakul P, Makul N (2009) Use of ready-mixed concrete plant sludge water in concrete containing an additive or admixture. *Journal of Environmental Management* 90 (5): 1901-1908. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.008>

Chatveera B, Lertwattanakul P, Makul N (2006) Effect of sludge water from ready-mixed concrete plant on properties and durability of concrete. *Cement & Concrete Composites* 28 (5): 441-450. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2006.01.001>

Chen H, Ma X, Dai H (2010) Reuse of water purification sludge as raw material in cement production. *Cement and Concrete Composites*. 32 (6): 436-439. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2010.02.009>

Cordeiro JS (2002) Micro propriedades de Lodos Gerenciados em Decantadores de Estações de Tratamento de Água. In: XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cancún, México, Memorias.

Côrtes RG, França SLB, Quelhasa OLG, Moreira MM, Meirino MJ (2011) Contribuições para a sustentabilidade na construção civil. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão* 6 (3): 384-397

Cordeiro JS, Sales A (2001) Imobilização da fase sólida de lodos de estação de tratamento de água (ETA's). In: Resíduos Sólidos do Saneamento: Processamento, Reciclagem e Disposição Final. PROSAB. Curitiba

Hegazy BEE, Fouad HA, Hassanain AM (2012) Incorporation of water sludge, silica fume, and rice husk ash in brick making. *Advances in Environmental Research* 1(1): 83-96

Huang CH, Wang SY (2013) Application of water treatment sludge in the manufacturing of lightweight aggregate. *Construction and Building Materials* 43:174-183. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.02.016>

Lustosa, JB, Bracarense DC, Castro FMS, Queiroz SCB, Silva GG (2017) Tratamento e aproveitamento de água de lavagem de filtro em estação de tratamento de água. *Revista DAE* 206 (1671): 44-61

Dvorak MA (2007) Interferências no Processo de Tratamento das Águas de Recirculação de Lavagem dos Filtros: Estação de Tratamento de Água do Iraí – SANEPAR. Dissertação, UFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Di Bernardo L (2012) Métodos e Técnicas de Tratamento e Disposição dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água. Luiz Di Bernardo, Angela Di Bernardo Dantas, Paulo Eduardo Nogueira Voltan. São Carlos, LDiBe

Fadanelli L, Wiecheteck GK (2010) Estudo da utilização do lodo de estação de tratamento de água em solo cimento para pavimentação rodoviária. *Revista de Engenharia e Tecnologia* 2 (2): 31-37

Fiais BB, Souza DS (2017) Construção sustentável com tijolo ecológico. *Revista Engenharia em Ação* UniToledo 2 (1): 94-108

Fontanive A, Oliveira MD, Paula RRC (2008) Avaliação da viabilidade de utilizar lodo de ETA na Produção de tijolo solo-cimento como meio de Destinação final. III Jornada de Iniciação Científica do Cefetes. In: I Jornada de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

Gouveia N (2012) Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. *Ciência & Saúde Coletiva* 17 (6): 1503-1510

Hoppen C (2004) Reciclagem de lodo de ETA centrifugado na construção civil, método alternativo para preservação ambiental. Dissertação, UFPR – Universidade Federal do Paraná

Hoppen C, Portella, K, Andreoli C, Sales A, Joukoski A (2005) Estudo de Dosagem para Incorporação do Lodo de ETA em Matriz de Concreto, como forma de disposição final. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES

IBGE (2018). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Tabela 1755 - Número de municípios, total e os com geração de lodo no processo de tratamento de água, por destino do lodo gerado <Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1755#resultado>> Acesso em: 04 de novembro de 2018

Katayama VT (2014) Quantificação da produção de lodo de estações de tratamento de água de ciclo completo: uma análise crítica. Dissertação, USP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Kondageski JH, Carneiro C, Andreoli CV (2013) Pesquisas interdisciplinares e a estruturação dos estudos da rede interinstitucional de pesquisa em lodo de água. In: Carneiro, C. andreoli, C. V. (Coord.). Lodo de Estação de Tratamento de Água - Gestão e Perspectivas Tecnológicas. Curitiba, Sanepar, p. 47-66

Kizinievic O, Zurauskiene R, Kizinievic V, Zurauskas R (2013) Utilization of sludge waste from water treatment for ceramic products. *Construction and Building Material* 41 (12): 464-473. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.12.041>

Lin C, Wu CH, Ho HM (2006) Recovery of municipal waste incineration bottom ash and water treatment sludge to water permeable pavement materials. *Waste Management* 26 (9): 970-978. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.09.014>

Lopes L (2006) Gestão e Gerenciamento Integrado dos Resíduos Sólidos Urbano – Alternativa para pequenos municípios. Dissertação, USP - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

Luchezzi C, Terence MC (2013) Logística reversa aplicada na construção civil. *Revista Mackenzie de Engenharia e Computação* 13 (1): 144-160

Martínez-García C, Eliche-Quesada D, Pérez-Villarejo L, Iglesias-Godino FJ, Corpas-Iglesias FA (2012) Sludge valorization from wastewater treatment plant to its application on the ceramic industry. *Journal of Environmental Management* 95: 343-348. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.06.016>

Megda CR, Soares LV, Achon CL (2005) Propostas de aproveitamento de lodos gerados em ETAs. In: 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, ABES

Mehta PK, Monteiro PJM (2008) *Concreto. Microestrutura, Propriedades e Materiais*. 1ª edição. São Paulo. IBRACON

Motta JCSS, Moraes PWP, Gláucia N, Rocha GN, Tavares J da C, Gonçalves GC, Chagas MA, Mageste JL, Lucas T de PB (2010) Utilização do resíduo proveniente do desdobramento de rochas ornamentais na confecção de tijolos ecológicos de solo-cimento. In: 2º Seminário da Região Nordeste sobre Resíduos Sólido

Nóbrega CC, Pereira SLM, Barbosa G (2011) Caracterização do lodo residual das lagoas de lodo da estação de tratamento de água – estudo de caso: ETA – Gramame. *Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima*. In: 4to Simposio Iberoamericano de Ingeniería de residuos (SIIR)

ONU (2016) ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS. Má gestão do meio ambiente e dos recursos naturais pode contribuir para surgimento de conflitos. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/onu-ma-gestao-do-meio-ambiente-e-dos-recursos-naturais-pode-contribuir-para-surgimento-de-conflitos/>>. Acesso: 30/10/2018

Oscar N (2004) Tijolo Ecológico é opção econômica para a construção civil: Casas Ecológicas e Sustentáveis. Disponível em Pires IBA. A utilização do tijolo ecológico como solução para construção de habitações populares. Salvador: Universidade Salvador - UNIFACS

Pacheco FT, Said J (2007) Construção sustentável. O caso dos materiais de construção. In: 3º Congresso Nacional de Construção - Coimbra Portugal. Universidade de Coimbra, Portugal, 17-19 dezembro

Pereira DB, Pezzuto CC (2010) Estudo do solo-cimento para a fabricação de tijolos ecológicos. In: Anais do XV Encontro de Iniciação Científica da PUC - Campinas

Pinheiro BCA, Holanda JNF (2013) Obtainment of Porcelain Floor Tiles Added with Petroleum Oily Sludge. *Ceramics Internacional* 39:57- 63.

Pinheiro MD (2006) *Ambiente e Construção Sustentável*. Instituto do Ambiente. Lisboa

Pompêo M (2017) Monitoramento e manejo de macrófitas aquáticas em reservatórios tropicais brasileiros, Instituto de Biociências da USP, São Paulo

Porras A, Isaac RL, Morita D (2008) Incorporação do Lodo das Estações de Tratamento de Água e Agregado Reciclado de Resíduo da Construção Civil em Elementos de Alvenaria - Tijolos Estabilizados com Cimento. *Ciencia e Ingenieria Neogranadina* 18(2): 5-26. <https://doi.org/10.18359/rcin.1486>

Ramirez G (2015) Viabilidade do Aproveitamento de Resíduos de Estação de Tratamento de Água (ETA) na Confecção de Concreto. Medianeira

Rodriguez N, Ramirez SM, Varela MTB, Guillem M, Puig J, Larrotcha E, Flores J (2010) Re-use of drinking water treatment plant (DWTP) sludge: Characterization and technological behaviour of cement mortars with atomized sludge additions. *Cement and Concrete Research* 40 (5): 778-786. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2009.11.012>

Ramirez G (2015) Viabilidade do Aproveitamento de Resíduos de Estação de Tratamento de Água (ETA) na Confecção de Concreto. Medianeira: [s.n.], 133p

Sales A, Souza FR (2009) Concretes and mortars recycled with water treatment sludge and construction and demolition rubble. *Construction and Building Materials* 23(6): 2362-2370. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.11.001>

Santos WPC, Suzart VP, Silva-Junior NFS (2013) Tendência tecnológica para o processo de preparação de compósito à base de solo-cimento e fibra de bananeira para fabricação de tijolos e tecnologias correlatas através da pesquisa em documentos de patentes. *Cadernos de Prospecção* 6(1): 36-44. <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v6i1.11455>

Silva MR (2009) Incorporação de lodo de estação de tratamento de água (ETAs) em tijolos de solo-cimento como forma de minimização de impactos ambientais. Dissertação, Faculdade de Aracruz

Silva M, Fungaro DA (2011) Caracterização de Lodo de Estação de Tratamento de Água e Cinzas de Carvão Visando sua Utilização na Manufatura de Tijolo. “CLEANER PRODUCTION INITIATIVES AND CHALLENGES FOR A SUSTAINABLE WORLD” São Paulo, Brazil

Sullivan C, Tyrer M, Cheeseman CR, Graham NJD (2010) Disposal of water treatment wastes containing arsenic - A review. *Science of The Total Environment* 408 (8): 1770-1778. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.01.010>

Sogancioglu M, Yel E, Keskin UPY (2013) Utilization of andesite processing wastewater treatment sludge as admixture in concrete mix. *Construction and Building Materials* 46: 150-155. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.04.035>

Sjöström C (2000) Durability of Building Materials and Components. In: CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice. 23-24 de novembro de 2000. São Paulo

Tartari R, Díaz-Mora N, Módenes AN, Pianaro AS (2011) Lodo gerado na estação de tratamento de água Tamanduá, Foz do Iguaçu, PR, como aditivo em argilas para cerâmica vermelha. Parte I: Caracterização do lodo e de argilas do terceiro planalto paranaense. *Cerâmica* 57 (344): 387-394. <http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69132011000400003>

Turgut P, Algín HM (2007) Limestone Dust and Wood Sawdust as Brick Material. *Building and Environmental Journal* 42 (9): 3399-3403. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.08.012>

Yague A, Valls S, Vázquez E, Albareda F (2005) Durability of concrete with addition of dry sludge from waste water treatment plants. *Cement and Concrete Research* 35 (6): 1064-1073. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.07.043>

Yen C, Tseng DH, Lin TT (2011) Characterization of eco-cement paste produced from waste sludges. *Chemosphere* 84 (2): 220-226. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.04.050>

Valadão ICRP, Domingos FN, Queiroz ILL, Domingos FN (2017) Tijolo ecológico confeccionado com cédulas de dinheiro sem valor, *Revista Semioses* 11(4):64-69. <https://doi.org/10.15202/1981996x.2017v11n4p64>