

Revista
Engenharia, Meio
Ambiente e Inovação

ISSN 2595-5616

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 terceiro volume vários grupos de pesquisas contribuem significativamente com pesquisas relevantes e temas importantes. Parabéns aos grupos e autores pelos trabalhos se consolidando como uma via de apresentação de trabalhos relevantes e geradores de análises visando fomento, desenvolvimento da ciência e direcionamento ações para 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. Fabio Barbosa Batista

Pró-Reitor Acadêmico

Prof.^a Paula Guidone Pereira Sobreira

Coordenadora de Extensão e Assuntos Comunitários

Prof.^a Adalgiza Mafra Moreno

Coordenadora de Pesquisa

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 Luís 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.02, n.3 (Julho 2019). Nova Iguaçu – Rio de Janeiro

ISSN 2595-5616

Semestral

FOCO E ESCOPO

A REVISTA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO é o periódico oficial da Universidade Iguaçu (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

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM ÁREAS DE RISCO SOCIOAMBIENTAL E AÇÕES DE DEFESA CIVIL: ANÁLISE DA MICROBACIA DA GAMBOA DO BRACUÍ – ANGRA DOS REIS/RJ – BRASIL	7
Maykon da Silva de Oliveira ¹ ; Carolina Souza Leite de Jesus ² ; Wanderson Luiz Silva ³	7
O USO DE BIODISGETORES NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	18
Altobelly Mattos Gomes Miranda ¹ , Bruna Grazielle Correa Machado ² , Karen Batalha Buy ³ , Lucas Capita Quarto ⁴	18
CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA POR MEIO DE ALGORITMOS DE <i>MACHINE LARNING</i>	24
Rafael João Sampaio ¹ , Carol Santos Shuenck Maya ² , Gisele Dornelles Pires ³ e Fabrício Polifke da Silva ⁴	24
MÉTODOS ANÁLISE DE PREVENÇÃO PARA ESTABILIDADE DE ENCOSTA MAPEADA NO MUNICÍPIO DO NOVA IGUAÇU	34
Jhonny Medeiros de Brito Amaral ¹ ; Cintia Kelly dos Santos Silva ² ; Gisele Dornelles Pires ³ ;	34
ANÁLISE ANUAL E MENSAL DOS TRANSBORDAMENTOS DO RIO PAVUNA	44
Marcelo Negreiros de Araújo Junior ¹ , Bruno Vinicius de Oliveira Castro ² , Fabricio Polifke da Silva ³ , ...	44
Gisele Dornelles Pires ⁴ , Rafael João Sampaio ⁵	44
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: ELEMENTOS INICIAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM DIAGNÓSTICO	50
Raoni Lucena de Souza.....	50
EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL ÀS RADIAÇÕES IONIZANTES NO SETOR INDUSTRIAL	63
Charles dos Anjos de Oliveira ¹ ; Luiz Felipe Alonso ²	63
CONSIDERAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RISCOS E SUAS APLICAÇÕES NA SEGURANÇA DO TRABALHO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS RISCOS EM UMA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA	70
Guilherme Verdam Lessa ¹ , Sergio Ferreira do Couto ²	70
ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO SIMULADA PELO MODELO WRF DURANTE EVENTO DE CHUVAS EXTREMAS OCORRIDOS NA CIDADE DE NOVA IGUAÇU	87
Daniela Dantas da Silva ¹ , Gleison Rodrigues da Silva ² , Fabricio Polifke da Silva ³ e Gisele Dornelles Pires ⁴	87
ANÁLISE DAS NORMAS PARA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE UNIDADE DE SAÚDE.....	94
Cintia Kelly dos Santos Silva ¹ ; Jhonny Medeiros de Brito Amaral ² ; Gisele Dornelles Pires ³ ;	94
NORMATIZAÇÃO DA RDC Nº 306/2004 E NR 6 NA ECOEARTH S.A.	105
Luana Soares Silvestre Scardini ¹ ; Carlos duardo Moreira Guarido ²	105
ANÁLISE DOS RISCOS E SEUS FATORES COMO PATOLOGIAS CONSIDERANDO A SEGURANÇA DE TRABALHO EM OBRAS DE ARTES ESPECIAIS	112
Kelly de Melo Remann ¹ ; Marco Aurélio Gomes de Mello ² ;.....	112
ANÁLISE DE INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA EM UM EDIFÍCIO DE PEQUENO PORTE.....	123
¹ Erick Caetano de Oliveira Bastos, ² Bruno Lúcio Moura da Silva	123
IMPLEMENTAÇÃO DE MÁQUINAS VENDING MACHINE NO FORNECIMENTO DE EPI, PARA FACILITAR A ACESSIBILIDADE DOS OPERADORES DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NA BAIXADA FLUMINENSE	138
Jean Nascimento dos Santos.....	138

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS EM ÁREAS DE RISCO SOCIOAMBIENTAL E AÇÕES DE DEFESA CIVIL: ANÁLISE DA MICROBACIA DA GAMBOA DO BRACUÍ – ANGRA DOS REIS/RJ – BRASIL

Maykon da Silva de Oliveira¹; Carolina Souza Leite de Jesus²; Wanderson Luiz Silva³

¹ Coordenador de Geoprocessamento da Secretaria Executiva de Proteção e Defesa Civil de Angra dos Reis; Mestrando em Defesa e Segurança Civil – UFF

² Engenheira Florestal, Mestranda em Ciências Ambientais e Florestais – UFRRJ

³ Meteorologista e Doutor em Engenharia Civil, Professor Convidado – UFF

deoliveiramaykon@gmail.com, leitecarolina02@gmail.com, wanderweather@gmail.com

Resumo - *Através de uma abordagem integrada de todo o meio físico, o geoprocessamento associado aos aspectos sociais, econômicos e políticos, pode ser adotado como ferramenta para localizar áreas críticas. Nessas regiões, esforços devem ser concentrados visando à manutenção e/ou recuperação de áreas degradadas, bem como a prevenção de desastres e assistência à vida da sociedade que habita o espaço. O objetivo desse estudo é identificar e analisar as fragilidades ambientais da comunidade Gamboa do Bracuí, localizada no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro. O ambiente é complexo e o planejamento urbano é estrategicamente uma ferramenta essencial, econômica e sustentável. Foram produzidos e analisados mapas temáticos de pedologia, geomorfologia, geologia, vegetação, relevo, hidrografia, rede triangular irregular, declividade e carta de suscetibilidade de erosão nos limites pertinentes à área de estudo, além das informações climáticas. Por meio dos mapas foram avaliados diversos aspectos da microbacia que levaram a corroborar a ação da Defesa Civil de interditar a área e a concluir tecnicamente que a localidade deve permanecer cercada devido à presente fragilidade ambiental.*

(Palavras-chave: erosão, fragilidade ambiental, geoprocessamento)

Abstract - Through an integrated approach of the whole physical environment, geoprocessing associated with social, economic and political aspects, can be adopted as a tool to locate critical areas. In these regions, efforts should be concentrated on the maintenance and/or recovery of degraded areas, as well as prevention of disasters and maintenance of the life of the society that inhabits there. This study aims to identify and analyze the environmental fragilities of the Gamboa do Bracuí community, located in the city of Angra dos Reis, in the state of Rio de Janeiro. The environment is complex and urban planning is strategically an essential, economic and sustainable tool. Thematic maps of pedology, geomorphology, geology, vegetation, relief, hydrography, irregular triangular network, slope and erosion susceptibility map were produced and analyzed, besides the climate information. Through the maps were evaluated several aspects of the micro-watershed that led to corroborate the Civil Defense's action to interdict the area and to technically conclude that the locality should remain walled due to the present environmental fragility.

(Key-words: erosion, environmental fragility, geoprocessing)

1 Introdução

As áreas montanhosas na interface entre a floresta e o meio urbano são reconhecidas pela associação com movimentos gravitacionais, porém esses eventos podem assumir uma dimensão catastrófica quando relacionados aos riscos promovidos pelo uso e ocupação dos centros urbanos (Coelho Netto 2005). Assim, a ocupação desordenada das cidades tem gerado constantes desastres ambientais, provocando perdas materiais e humanas. Os desastres naturais são causados por fenômenos de origem hidrometeorológica, climatológica, geofísica ou biológica que degradam o ambiente natural e construído das regiões afetadas, ocasionando prejuízos materiais e vítimas a níveis que excedem a capacidade de autorrecuperação da comunidade local, exigindo recursos da assistência externa (Alcántara-Ayala 2002; Noy 2010; Guha-Sapir *et al.* 2012).

Áreas proibidas à construção pela legislação, ainda assim são edificadas. Dessa forma, a ocupação imprime padrões de intervenções totalmente incompatíveis com as condições naturais. Neste contexto, a pressão

exercida pela expansão urbana vem resultando num processo de ocupação desordenada e irregular, restringindo a sustentabilidade e proteção ambiental.

Vários municípios do Brasil apresentam condições urbanísticas precárias, ocasionando ocupações em áreas de encostas e margens de rios, tornando-as vulneráveis a eventos de grandes impactos. Dentre esses municípios está Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro, o qual apresenta esta realidade de apropriações irregulares associadas às condições geológicas e geotécnicas.

No *réveillon* de 2009 para 2010, 54 pessoas morreram no município por conta de deslizamentos de terras que atingiram a Ilha Grande e o Morro da Carioca, na porção continental. No Formulário de Avaliação de Danos (AVADAN), a Gerência de Engenharia aponta os 61 bairros que sofreram com escorregamentos ou deslizamentos, enxurradas ou inundações bruscas. No período entre 15h do dia 30 de dezembro de 2009 até às 03h30 do dia 1 de janeiro de 2010 foi registrado no pluviômetro instalado na sede da Defesa Civil um acumulado pluviométrico de 417 mm, ultrapassando a média para todo o mês de dezembro (225 mm) e representando cerca de 70% de todo o volume de chuva climatológico do verão (600 mm).

Considerando o nível de detalhamento fornecido pelo trabalho de campo realizado pela defesa civil municipal de Angra dos Reis, a consistência dessas informações apresentadas com o superdimensionamento dos parâmetros que avaliam a ocorrência de eventos de escorregamentos em áreas de encosta em situações de chuva intensa e/ou prolongada, além da dinâmica do cenário, faz-se necessário atualizar o mapa do local de estudo. Nota-se que a falta de infraestrutura e planejamento urbano vem causando grande pressão tanto no espaço urbano quanto no meio físico, ecológico e biológico. Dessa maneira, é possível perceber a crescente necessidade de adoção de novas tecnologias que sirvam de base para o planejamento e gestão de áreas irregularmente ocupadas.

Dentro desse contexto, o geoprocessamento, por permitir um tratamento integrado de todo o meio físico, relacionando-o às perspectivas sociais, econômicas e políticas, pode ser aplicado como instrumento para localizar áreas críticas, centralizando esforços que visem à manutenção e/ou restauração de áreas deterioradas, bem como a mitigação de desastres e assistência à vida da sociedade que habita o espaço. Diante disso, antecipa-se o valor potencial das informações georreferenciadas advindas da utilização das geotecnologias empregadas para avaliar as áreas de riscos ambientais e analisar os aspectos físicos da região de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro.

Desse modo, essa pesquisa tem como objetivo identificar e analisar as fragilidades ambientais especificamente da comunidade Gamboa do Bracuí, no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro, visando avaliar a aplicabilidade de técnicas de geoprocessamento em outras áreas de risco do município e do estado.

2 Metodologia

2.1 Área de Estudo

A área de estudo, denominada Microbacia da Gamboa do Bracuí, está localizada no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro, com coordenadas geográficas central 22°56'20 S e 44°24'58 O, na margem à montante da BR-101 no Km 507, a aproximadamente 170 km da capital e no sudoeste do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A área total é de aproximadamente 1,1 km², confrontando com a rodovia BR-101, com uma altitude 10 m e cota máxima de 360 m.



Figura 1 Limite da Microbacia da Gamboa do Bracuí – Angra dos Reis/RJ delimitada em amarelo
Fonte Google Earth

O município de Angra dos Reis está inserido no setor sul fluminense da Serra do Mar, o qual sofreu intensos processos de deformação, com geração de estruturas que atuam como zonas de fraqueza na crosta, recorrentemente ativadas. A geologia local é caracterizada pela instabilidade de taludes e pela proximidade das vertentes da Serra do Mar com o litoral (Salvador e Pimentel 2009).

A vegetação dominante da região é a Mata Atlântica e Angra dos Reis é coberta por floresta ombrófila e vastas áreas de vegetação típica de manguezais, recorrente em regiões litorâneas. No entanto, desde sua colonização, a flora da região vem sofrendo com fortes pressões antrópicas. Os tipos de solo são o latossolo vermelho-amarelo presentes em ambientes bem drenados e os neossolo quartzarênico que são mais suscetíveis à erosão (RESENDE, 1985).

2.2 Métodos

Através da produção e análise de mapas temáticos, foram avaliados a combinação das características físicas de relevo, a cobertura vegetal, o solo exposto, a drenagem, entre outros. A análise desses aspectos associados à ocupação humana visa buscar possíveis fragilidades causadas pelo tipo de ocupação e urbanização densa na Microbacia da Gamboa do Bracuí.

Os procedimentos adotados neste estudo consistiram na identificação de arquivos em formato *shapefile* existentes na Secretaria Municipal de Defesa Civil de Angra dos Reis cedidos pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Dessa forma, foram avaliados os aspectos físicos da paisagem, tanto pedológico como geomorfológicos, vegetação, declividade e dados pluviométricos da Carta de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação do Município de Angra dos Reis/RJ em escala 1:100.000 de 2014. Essas informações foram estruturadas em mapas temáticos de pedologia, geomorfologia, geologia, vegetação, relevo, hidrografia, rede triangular irregular (TIN), declividade e carta de suscetibilidade de erosão nos limites pertinentes à área de estudo, além das informações climatológicas.

Para a identificação do relevo e da declividade da área, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) adquirido do Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil, disponibilizados pelo Projeto Topodata (VALERIANO, 2005) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esses dados são provenientes da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), disponibilizados pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) na rede mundial de computadores. A imagem possui resolução espacial de 20 m x 20 m, pertencente à folha 22s45_SN referente à data de 19 de julho de 2016.

Os registros de eventos pretéritos da região foram verificados nos arquivos da Defesa Civil Municipal de Angra dos Reis/RJ, fornecidos pela instituição, possibilitando a localização das áreas interditadas. Com auxílio do *software Google Earth Pro* realizou-se a vetorização das residências inseridas em área interditada pela Defesa Civil Municipal. A aquisição dos dados para a representação da drenagem principal foi feita em visita à área de estudo, utilizando o *Global Positioning System* (GPS) de navegação modelo Garmin GPSmap 60CSx.

O sistema de informação geográfica (SIG) utilizado para a criação da base digital no levantamento de campo foi o programa ArcGis, versão 10.3 (*Environmental Systems Research Institute – ESRI, Redlands, Califórnia, Estados Unidos*). No ArcMap foram sobrepostas as informações de levantamento planimétrico e áreas interditadas para as ações reconstrutivas realizadas no local.

Através dos dados cedidos pelo IBAMA (ano de referência 2013), foram verificados os mapas de relevo, hidrografia, rede triangular irregular (TIN) e declividade a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) Topodata. Para a carta de potencial de erosão, o método de elaboração foi a análise de multicritério, que permitiu a investigação combinada das variáveis estudadas. O método de álgebra de mapas também contribui para esse tipo de análise, uma vez que consiste na aplicação de operações aritméticas para associar várias camadas de modo a obter como resultado, classificações que permitem exames diversos. A análise de multicritério com o método de álgebra de mapa permite agrupar e classificar áreas que apresentem potencial de suscetibilidade erosiva semelhante (Benavides Silva e Machado, 2014).

Neste trabalho associou-se a geologia (25%), pedologia (30%), declividade (30%) e vegetação (15%) para a avaliação do potencial de erosão. Realizou-se a reclassificação de cada variável utilizando a ferramenta *Spatial Analyst* do software ArcGis 10.3, em que foram associados pesos para que todas as informações se estabelecessem em uma mesma escala de valor (Willen, 1965). Isso mostra que os índices de erosão variam significativamente em função de outras variáveis geralmente não consideradas nas suas definições: material geológico de origem, tipo de cobertura vegetal e forma, declividade e elevação dos terrenos.

A partir do MDE foram geradas as curvas de nível utilizando a ferramenta *Contour* com equidistância de 20 metros compatível com a resolução do modelo utilizado. A TIN (*Triangulated Irregular Network*), Rede Triangular Irregular, foi criada a partir das curvas de nível, através da interpolação dos valores de altitude, utilizando a ferramenta *Create TIN*. Também foram avaliadas as problemáticas e demandas encontradas pela Defesa Civil de Angra dos Reis acerca da ocupação das áreas de risco do município.

3 Resultados

Em visita à área de estudo foi possível encontrar na parte inferior da rodovia ocupações com pouca ou nenhuma técnica construtiva no sopé do morro que constitui um dos divisores da Microbacia da Gamboa do Bracuí (Figuras 2 e 3). Esta elevação natural apresenta cicatrizes de movimento de massa significativo por toda a superfície da elevação. Além disso, também foram localizadas manchas de deslizamentos apontando que são áreas que requerem estudos ambientais e restrições quanto à urbanização.



Figura 2 Construções na área de estudo - Fonte: Arquivo da Defesa Civil de Angra dos Reis



Figura 3 Edificação em área interdita - Fonte: Arquivo da Defesa Civil de Angra dos Reis

A área de estudo compreendida entre as escarpas da Serra do Mar e a Rodovia BR-101 está limitada quanto à expansão urbana, e em visitas foi possível perceber a ausência de planejamento no espaço disponível, observando-se ocupação desordenada, gerando assim um grave problema para o local. O sistema de fiscalização, ações preventivas e de socorro elaborado pela Defesa Civil municipal se mostra efetivo e vem apresentando resultados positivos, no entanto muitos ainda são os obstáculos a serem superados. A expansão da ocupação em áreas de risco ainda se mostra um problema em curso, onde áreas que são monitoradas periodicamente estão suscetíveis à ocupação e à construção de casas durante um final de semana, quando não existe fiscalização.

A área interdita pela Defesa Civil na microbacia Gamboa do Bracuí (Figura 4) está sobre ameaça de movimento gravitacional de massa, iniciando-se a partir da confluência da rodovia BR-101 com a Rua João Marinho, englobando todas as residências inseridas à montante da via, até a confluência da Rua João Marinho com a Travessa do Campinho. Foram localizadas 20 residências na área de estudo e identificadas como interditas, conforme relatório da Secretaria Municipal de Defesa Civil – Prefeitura Municipal de Angra dos Reis de 2012.

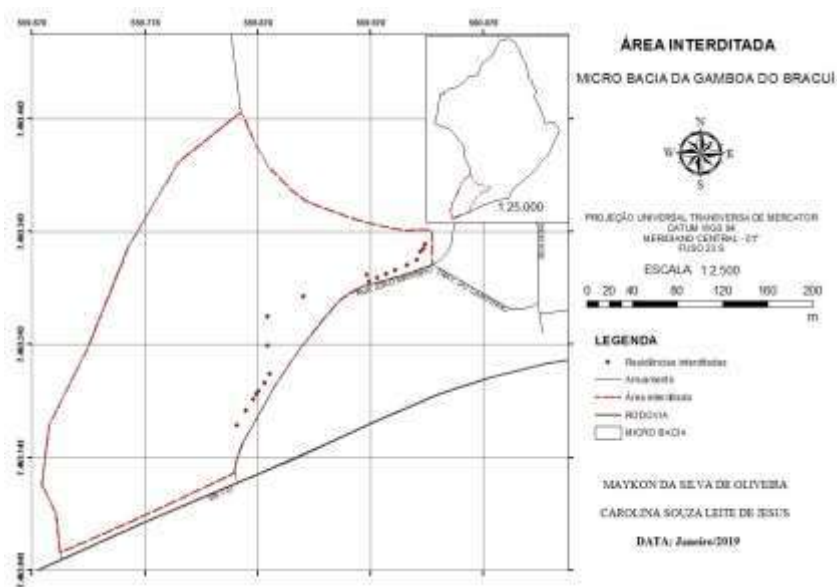


Figura 4 Mapa de Área Interditada da Microbacia Gamboa do Bracuí

Na investigação de campo realizou-se o cadastro dessas casas para verificar a atual situação. Verificou-se que 11 residências estão ocupadas, e que essas estão interditas pelo fato de estarem situadas em áreas de deslizamento de solo, oferecendo riscos de vida à população.

Outras informações sobre a área de estudo puderam ser obtidas através do geoprocessamento, como o georreferenciamento dos imóveis inseridos na área interditada, possibilitando o controle eficaz do quantitativo de famílias expostas ao risco. Também foi possível representar as características físicas do terreno com mapas.

No mapa pedológico foram identificados os tipos de solos presentes no local, que podem ser classificados como latossolos vermelho-amarelos e estão situados em extensas áreas do relevo, mais intensamente ao norte e em ambientes bem drenados. Ao sul encontra-se o neossolo quartzarênico, que são solos originados de depósitos arenosos, apresentando textura franco-arenosa ao longo de pelo menos 2 m de profundidade. Esses solos são constituídos essencialmente de grãos de quartzo, sendo praticamente destituídos de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo (RESENDE, 1985).

A classificação geomorfológica da área de estudo é dividida em dois grupos: as escarpas em anfiteatro (80%) e a região de planície flúvio-marinha (20%) que vem se formando através de processos geomorfológicos. Nas encostas de maior declividade foi identificado um solo jovem e de baixa espessura. A base das escarpas, pelo fato da existência de uma associação a cortes de estrada, se torna um ambiente de grande instabilidade. As residências estão localizadas na área de planície flúvio-marinha, que predomina o neossolo quartzarênico, que é mais suscetível ao processo erosivo e, conseqüentemente, havendo riscos de deslizamento de solo e das residências sofrerem soterramento.

Analisando o mapa de geologia (Figura 5) foi possível identificar a classe geológica da área. Entre os tipos de rocha há o domínio do tipo gnaisses, uma rocha de origem metamórfica, resultante da deformação de sedimentos de arcóscicos ou de granito. No sopé das escarpas nota-se a presença de depósito de colúvio-aluviâres, porção de solos e detritos resultante de erosão. Na parte menos íngreme, verifica-se depósitos flúvio-marinhos resultante da combinação de processos erosivos de acumulação fluvial e marinha. No sopé existem mais sedimentos livres, que com a precipitação pluvial podem ser transportadas para a parte inferior da área, favorecendo o desprendimento do solo e da rocha do morro.

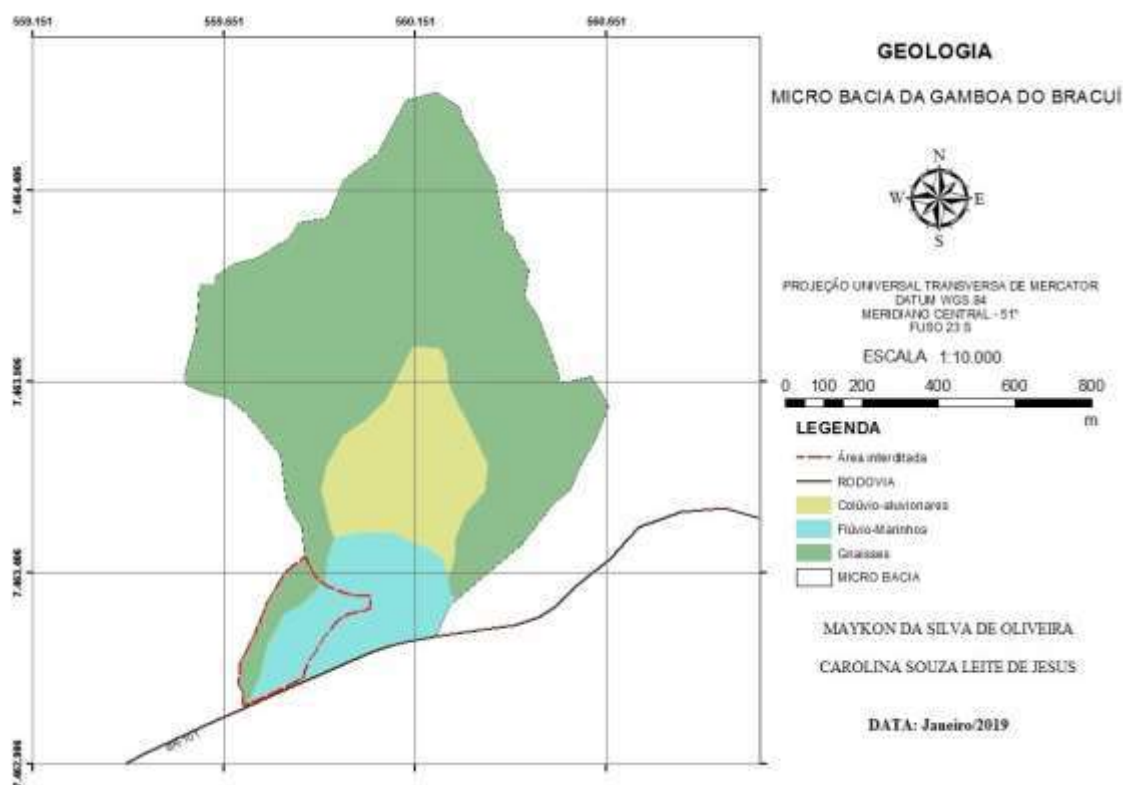


Figura 5 Mapa de Geologia da Microbacia Gamboa do Bracuí.

No mapa de vegetação (Figura 6) foi possível perceber que uma parte da área ainda se encontra recoberta por Mata Atlântica, no entanto, a maior cobertura do solo se dá por floresta degradada e vegetação rasteira de pasto, sendo evidente a ação antrópica substituindo a cobertura vegetal na área. Esse fator afeta os

processos e serviços ambientais prestados pela microbacia, favorecendo a erosão e tornando o solo mais vulnerável a deslizamentos.

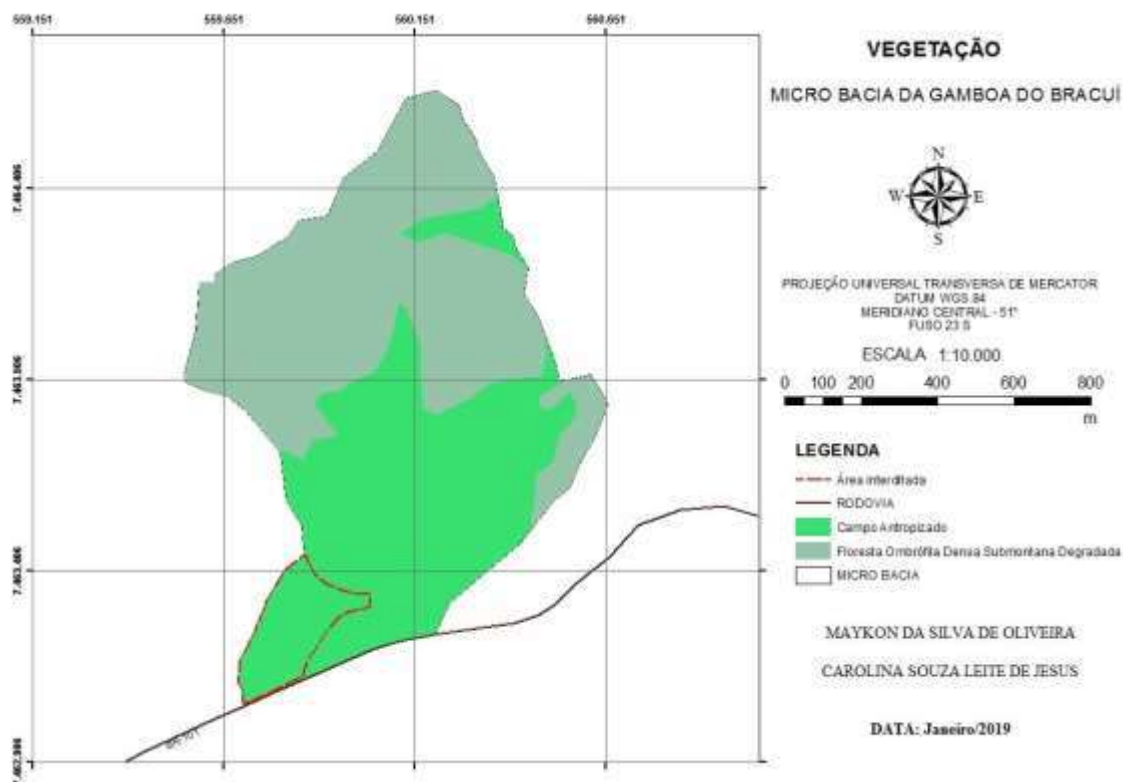


Figura 6 Mapa de Vegetação da Microbacia Gamboa do Bracuí.

O mapa de relevo elaborado mostra curvas de nível de 20 em 20 m e a hidrografia associada (Figura 7). Observa-se que em uma pequena distância existem significativas diferenças altimétricas. Nota-se também que o Córrego Gamboa possui nascentes em cotas aproximadas de 160 m chegando ao vale com cota de 20 m, numa distância aproximada de 1.000 m. Deve-se ressaltar que toda a água da planície acumulada deve ser drenada para o outro lado da rodovia pavimentada por obras de galerias.

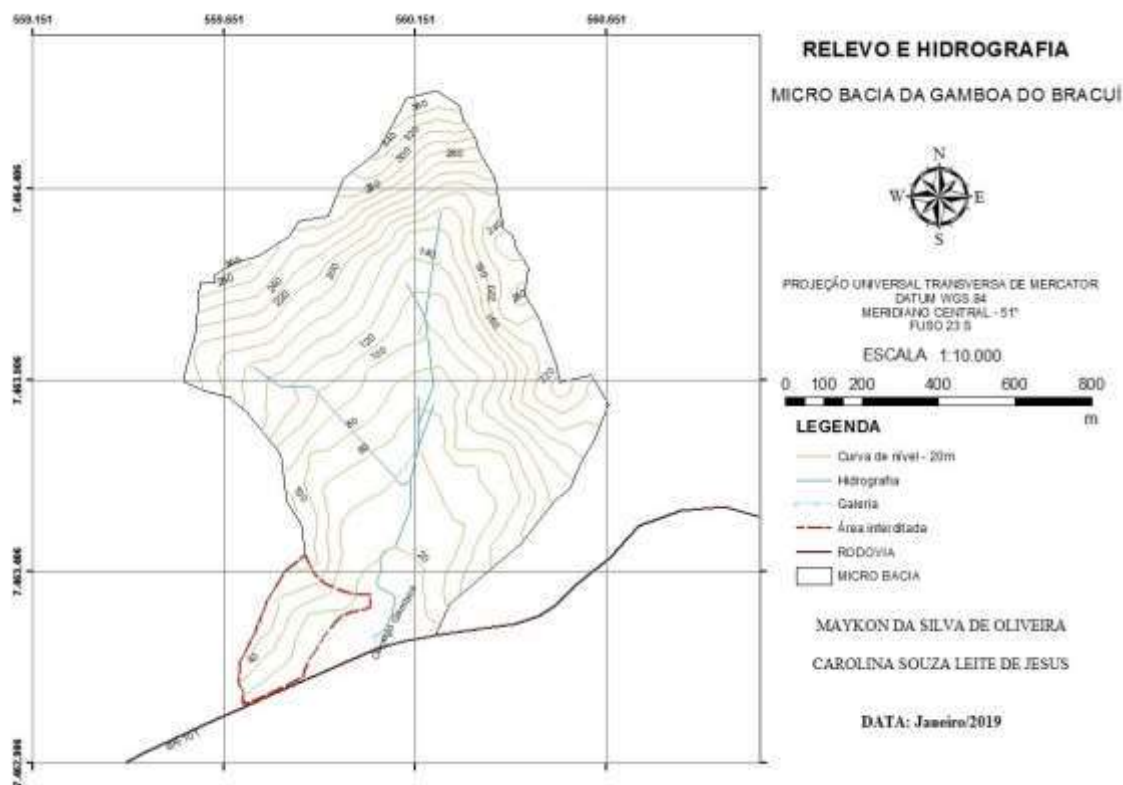


Figura 7 Mapa de Relevo e Hidrografia da Microbacia Gamboa do Bracuí.

O mapa de declividade foi elaborado criando-se uma grade numérica (*grid*) de declividade em graus, que posteriormente classificou-se em 5 (cinco) intervalos de classes de declividades expressas em porcentagem (Figura 8). Logo, os resultados dos valores de declividade percentuais da área foram agrupados em: 0-5%; 5-15%; 15-30%; 30-45%; e acima de 45%. Através do mapa foi possível constatar que grande parte do terreno pode ser aproveitada em termos de ocupação, porém a declividade varia de 0 a valores acima de 45°. À medida que a declividade aumenta, também cresce a velocidade do escoamento da água superficial, gerando um gradiente hidráulico significativo e uma vulnerabilidade considerável aos imóveis (RESENDE, 1985). Com declividade na faixa de 0 a 5°, o terreno é praticamente plano, e terrenos rasos implicam em problemas que geralmente ocorrem nesta faixa de inclinação, como inundações. Até então, não foi observado nem relatado qualquer caso de inundação nessa área de estudo.

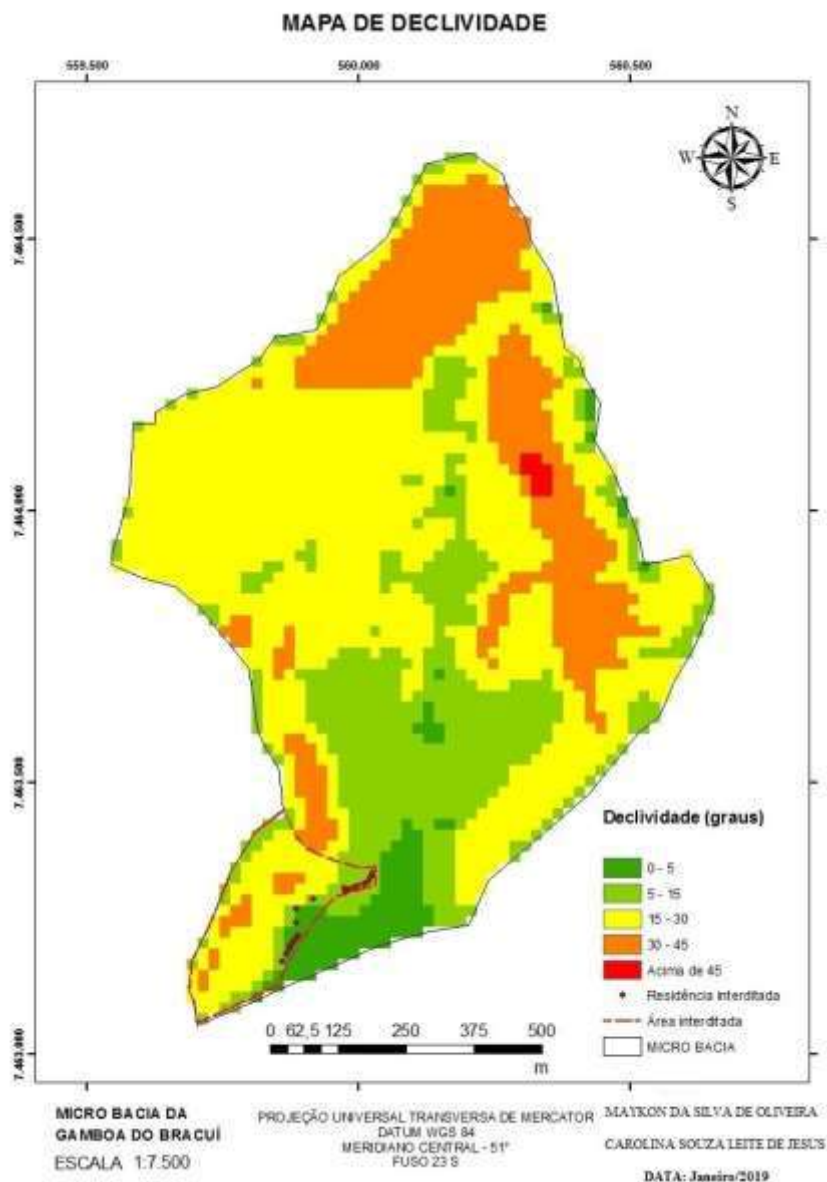


Figura 8 Mapa de Declividade da Microbacia Gamboa do Bracuí.

Observa-se que à medida que a declividade vai se elevando e, principalmente ao se aproximar de 30°, o potencial de escoamento superficial relacionado às chuvas acelera com o terreno sujeito à erosão hídrica em função da suscetibilidade da composição do solo (Resende 1985). Esse fator se torna ainda mais relevante uma vez que a área do município de Angra dos Reis é sujeita à influência de importantes sistemas meteorológicos ocasionadores de acentuada precipitação quando associados à topografia local, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) na primavera e no verão e as frentes frias ao longo de todo o ano. Essa região da Costa Verde apresenta totais pluviométricos médios anuais por volta de 1.600 mm (Luiz Silva e Dereczynski 2014). Normalmente, medidas preventivas devem ser tomadas a fim de se evitar problemas futuros como deslizamentos de terra.

Declividades de 30 a 45° ocupam uma área considerável do mapa e a área interditada está inserida nessa faixa, sendo assim necessárias providências imediatas, sejam de obras de contenção de encosta ou da retirada dos ocupantes dessa área. Regiões com declividades maiores que 45° (encostas) não são edificantes (Lei Federal 6.766; Brasil 1979) e no momento dessa pesquisa se encontram sem edificações.

A carta de potencial à erosão combinou dados de geologia, pedologia, declividade e vegetação (Figura 9). Nesta carta, adotou-se 5 (cinco) classes para avaliar o potencial: muito alto, alto, moderado, baixo e muito

baixo. É possível notar que a maior parte da área apresenta potencial muito alto de erosão, cobrindo 47,4% da área. Somando o potencial alto de 13,7%, juntas ultrapassam 60% da área. O potencial moderado é de 14,9%, o baixo de 19,5% e um pequeno trecho apresenta potencial muito baixo, abrangendo área de somente 4,3%.

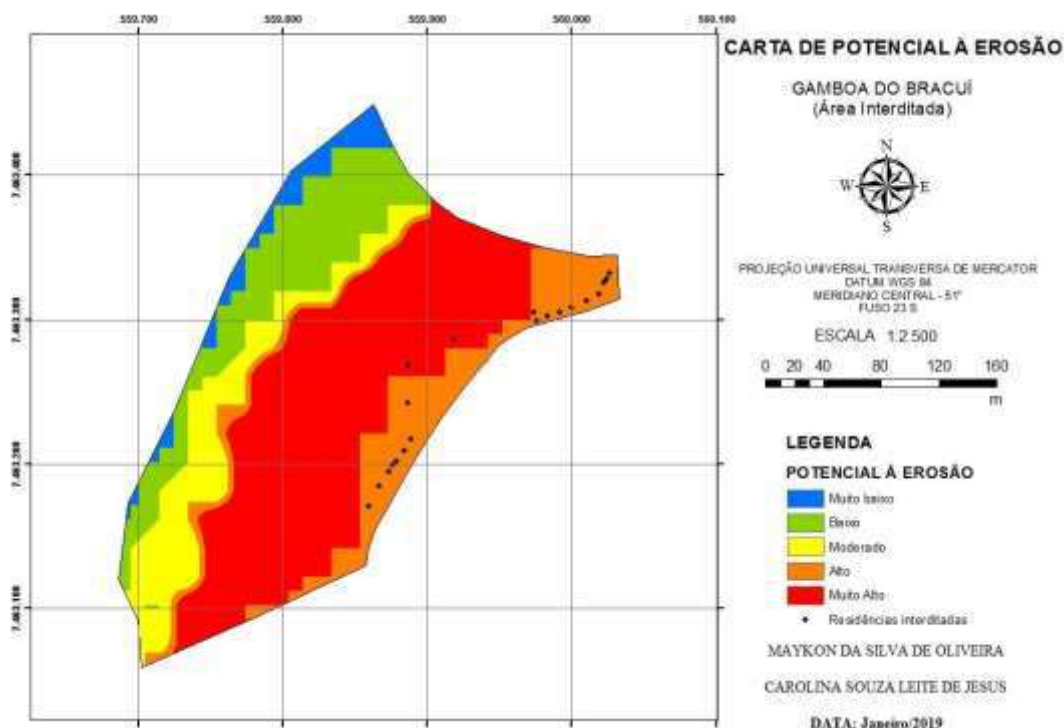


Figura 9 Carta de Potencial a Erosão da Microbacia Gamboa do Bracuí.

O maior potencial à erosão em que as ocorrências da perda do solo pelas condições ambientais são agravadas (alta e muito alta) estão localizadas exatamente na área ocupada pela população. É possível relacionar que a força da água de montante juntamente com o peso do solo em dias chuvosos pode afetar de maneira expressiva essa região, impactando o ambiente e colocando em risco a vida dos moradores do local.

4 Conclusões

Neste trabalho foram examinados diversos aspectos da Microbacia da Gamboa do Bracuí (Angra dos Reis, RJ) através de ferramentas SIG, que conjuntamente levaram a corroborar a ação da Defesa Civil de interditar a área. Esse estudo conclui tecnicamente que a localidade deve permanecer bloqueada pela presente fragilidade ambiental que pode ser analisada nos mapas, principalmente de hidrografia, declividade e potencial de erosão.

A Microbacia da Gamboa do Bracuí é uma bacia ambientalmente fragilizada pela forte ação antrópica exercida no local, onde a substituição da vegetação nativa constitui perda significativa dos principais serviços ecossistêmicos prestados e crescente instabilidade geológica. O ambiente é complexo e o planejamento urbano é estrategicamente uma ferramenta essencial, econômica e sustentável.

A utilização de geotecnologias em estudos multidisciplinares voltados para a organização do espaço urbano e conservação dos recursos naturais visando à redução de desastres naturais foi avaliada de forma positiva, tornando-se fortemente recomendada por órgãos competentes. Essas pesquisas são enfáticas facilitadoras para o desenvolvimento de práticas de defesa civil para solução de possíveis problemas já existentes ou para a prevenção da ocorrência de eventos futuros. Além do mais, tais estudos servem de base para a criação de um plano de ação de resposta para o momento do desastre que resulte em menores perdas ambientais, sociais e econômicas por meio de ações específicas para as particularidades de cada região.

Espera-se que este trabalho seja de utilidade imediata para o processo de verificação de mudanças do ambiente, se mostrando fundamental para a compreensão da paisagem de forma integrada, permitindo

principalmente apresentar as informações para tomadas de decisão em todas as fases de proteção e defesa civil: prevenção, mitigação, preparação, resposta e reconstrução.

O município de Angra dos Reis, especificamente, carece de mais pesquisas e investigações por ser um território com histórico de desastres, e diante deste estudo de caso da Microbacia da Gamboa do Bracuí é possível atestar que o método pode ser expandido e repetido em todo o município de modo preventivo e imediatista. As geotecnologias se mostraram ferramentas eficazes, tanto para aplicações no ordenamento urbano quanto em ações preventivas ou de resposta a desastres para Defesas Cíveis e outros órgãos associados. Por fim, essa metodologia pode ser útil não somente para o município de Angra dos Reis, mas também para outros que disponham de fragilidades semelhantes em seus territórios.

Referências Bibliográficas

Alcántara-Ayala I (2002) Geomorphology, natural hazard, vulnerability and prevention of natural disasters developing countries. *Geomorphology*, 47:107-124

Benavides Silva VC; Machado PS (2014) SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais, *Revista de Geografia (UFPE)* 31(2):20-32

Brasil (1979). LEI No 6.766 de 19 de Dezembro de 1979. Parcelamento do Solo Urbano, Brasília, Distrito Federal

Coelho Neto AL (2005) A Interface Florestal-Urbana e os Desastres Naturais Relacionados à Água no maciço da Tijuca: Desafios ao Planejamento Urbano numa Perspectiva Sócio Ambiental. *Revista do Departamento de Geografia*, 16:46-60

Guha-Sapir D; Vos F; Below R; Ponsérre S (2012) Annual Disaster Statistical Review 2011: the numbers and trends. CRED, Brussels. http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2011.pdf. Acessado em 26 de abril de 2019

Luiz Silva W; Dereczynski CP (2014) Caracterização Climatológica e Tendências Observadas em Extremos Climáticos no Estado do Rio de Janeiro. *Anuário do Instituto de Geociências*, 37:123-138

Noy I; Nualsri TB (2010) The Economics of Natural Disasters in a Developing Country: the case of Vietnam. *Journal of Asian Economics*, 21:345-354

Resende M (1985) Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. *Informe Agropecuário*, 11(128):3-18

Salvador ED; Pimentel J (2009) Avaliação da neotectônica no município de Angra dos Reis, setor sul-fluminense da Serra do Mar, com base em mapas morfométricos gerados em Sistemas de Informações Geográficas (SIG). *Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 3347-3354

Valeriano MM (2005) Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 1-8

Willen DW (1965) Surface soil textural and potential erodibility characteristics of some Southern Sierra Nevada Forest sites. *Soil Science Society Proceedings*, 29:213-218

O USO DE BIODISGETORES NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

Altobelly Mattos Gomes Miranda¹, Bruna Grazielle Correa Machado², Karen Batalha Buy³, Lucas Capita Quarto⁴

^{1,2} Faculdade Única de Ipatinga – Rua Maria Matos, nº 345 – Loja 05, Centro – Coronel Fabriciano/MG, CEP: 35.170-111

³ Universidade Cândido Mendes – Rua Anita Peçanha, 100, Parque São Caetano, Campos dos Goytacazes/RJ, CEP: 28.030-335

⁴ Universidade Iguaçu – campus V – BR 356, 12, Cidade Nova, Itaperuna/RJ, CEP: 28.300-000

altobelly.miranda@gmail.com; brunagcm01@hotmail.com; karenbatalha@bol.com.br; lcapitaiv@gmail.com

RESUMO- *A função básica deste estudo é refletir sobre a importância dos biodigestores na preservação ambiental, assunto considerado por especialistas como relevante. O objetivo principal deste artigo é discutir sobre alguns pontos chaves na produção de energia elétrica a partir da biomassa, já que o Brasil possui áreas com agropecuária bem desenvolvida, especialmente em propriedades rurais de agricultura familiar, às quais representam um grande potencial de desenvolvimento desta área. Foram realizadas pesquisas bibliográficas de alguns autores, procurando enfatizar as principais definições relacionadas aos biodigestores, como seus principais aspectos históricos, tipos, funções, aspectos construtivos e principais componentes. Concluiu-se que a energia elétrica obtida a partir da biomassa (em biodigestores) representa um importante passo no desenvolvimento da economia, além de ser uma boa opção para melhoria do meio ambiente, pois o resíduo que antes seria lançado ao ambiente, pode ser reaproveitado.*

(Palavras-chave: Biodigestor. Geração. Energia Elétrica.)

ABSTRACT- The basic function of this study is to reflect on the importance of biodigestors in environmental preservation, a subject considered by experts as relevant. The main objective of this article is to discuss some key points in the production of electric energy from the biomass, since Brazil has areas with well developed agriculture, especially in rural farms of family agriculture, to which they represent a great potential of development of this area. Some bibliographical researches were carried out by some authors, trying to emphasize the main definitions related to biodigestors, such as their main historical aspects, types, functions, constructive aspects and main components. It was concluded that the electric energy obtained from biomass (in biodigestors) represents an important step in the development of the economy, as well as being a good option to improve the environment, since the residue that would previously be released to the environment can be reused.

(Key-words: Biodigestor. Generation. Electricity).

INTRODUÇÃO

Atualmente a grande produção de resíduos sólidos, devido à intensificação das atividades humanas tornou-se um problema de escala global, pois, na maioria das vezes, os resíduos são depositados em lugares inapropriados e de forma irregular, acarretando diversos problemas ambientais, como, por exemplo, a contaminação do solo e dos lençóis freáticos (SILVA e OLIVEIRA, 2014).

Por outro lado, o crescimento acelerado da população nos últimos anos acarreta a falta de um abastecimento adequado de energia elétrica para determinadas parcelas da sociedade, o que nos leva a buscar soluções alternativas para que o problema não se agrave, ou seja, gerar energia elétrica para atender maior parte da população gerando o mínimo possível de impactos socioambientais (PEREIRA, 2011).

No Brasil, a atividade agropecuária ligada à criação de suínos é bastante desenvolvida em algumas áreas, predominantemente em pequenas propriedades rurais de mão de obra familiar. Neste contexto, surge uma alternativa para a geração de energia elétrica por meio do biodigestor (PEREIRA, 2011).

O biodigestor além de gerar energia elétrica de forma limpa, auxilia na geração de renda e melhoria do meio ambiente, através da recuperação de pastagens degradadas e melhoria na qualidade do solo, já que os dejetos animais deixam de ser lançados na natureza de forma irregular (BEZERRA et al., 2014).

2 BREVE HISTÓRICO

Os primeiros biodigestores do mundo surgiram na Inglaterra, em 1806. Foram criados por Humphrey Davy, que identificou um gás rico em carbono e CO₂ como resultado da decomposição de dejetos animais (BEZERRA et al., 2014).

Após a descoberta desta tecnologia, os chineses buscaram o aproveitamento do biofertilizante para produção de alimentos, enquanto os indianos, a produção de energia elétrica para cobrir os déficits de energia elétrica que o país enfrentava (PALHARES, 2008 *apud* BEZERRA et al., 2014).

No Brasil foram adotados dois modelos, o chinês, identificado pela primeira vez em 1979, na cidade de Brasília, mais simples e econômico, e o indiano, mais técnico e sofisticado (BEZERRA et al., 2014).

Na Europa, a expansão do uso de biodigestores deu-se durante a Segunda Guerra Mundial, utilizando-se o biogás em veículos para substituir o petróleo. Na China, a utilização do biogás foi motivada por sua implantação na Índia, enquanto no Brasil a ampla utilização iniciou a partir de 1973 com a crise energética, onde há fartos relatos de sua utilização. (BEZERRA et al., 2014).

3 O BIODIGESTOR

O biodigestor pode ser definido como um sistema com capacidade de produção de gás natural, rico em metano (CH₄), por meio de um processo anaeróbico, ou seja, sem a presença de oxigênio. Nesse processo, a matéria orgânica é decomposta por bactérias metanogênicas, ou seja, aquelas que produzem o gás metano durante o processo de decomposição da matéria orgânica. (BEZERRA et al., 2014). O biodigestor também pode ser definido

[...] como, sendo um equipamento que se compõe, basicamente, de uma câmara fechada na qual uma biomassa (dejetos de animais) é fermentada anaerobicamente (sem a presença de ar) (BEZERRA et al., 2014, p. 4)

O biodigestor é um tanque vedado, para que não ocorra contato com o ar atmosférico, onde a matéria orgânica é metabolizada por bactérias anaeróbicas; desse processo resulta o biogás (composto, principalmente, de metano e gás carbônico), uma parte sólida no fundo do tanque (biofertilizante) e uma parte líquida (PEREIRA, 2011). Esse processo é conhecido por biodigestão.

Segundo Pereira (2011), a biomassa utilizada nos biodigestores pode ser definida como qualquer matéria orgânica capaz de sofrer decomposição. A produção do biogás a partir das bactérias metanogênicas sofre variações de quantidade por diversos fatores, como temperatura, nível de pH, presença de oxigênio, umidade e quantidade de bactérias.

Diversas são as fontes de biomassa para produção de biogás, entretanto as mais utilizadas são os dejetos de origem animal, como suínos, caprinos, bovinos e aves. O quadro abaixo relaciona o tipo de dejetos e sua produção média diária:

Quadro 1- Produção de dejetos por rebanhos de animais – continua

Tipo de animal	Média de dejetos (em kg/dia)
Aves	0,18
Bovino	10,0
Equino	10,0
Ovino	2,80
Suíno	2,25

Fonte: Sganzerla, 1983 *apud* Pereira, 2011

A produção do biogás a partir de dejetos suínos e equinos é analisada por Catapan et al. (2013) no quadro a seguir, que relaciona o tipo de dejetos com sua produção diária e capacidade de produção de biogás.

Quadro 2 - Produção de dejetos e potenciais de produção

Dejetos	Produção diária	kg de biogás/kg de dejetos	Concentração de metano
Suínos	2,25 kg/animal	0,062	66%
Equinos	10 kg/animal	0,048	60%

Fonte: Barrera (1983) *apud* Catapan et al. (2013)

3.1 O BIODIGESTOR NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O biogás obtido durante o processo de decomposição da biomassa pode ser canalizado para abastecimento de gás residencial ou direcionado para queima e posterior produção de energia elétrica (SILVA e OLIVEIRA, 2014). A produção de energia elétrica a partir do biodigestor dá-se por meio da produção controlada do biogás, onde ocorre a produção de energia mecânica, que acoplada a um gerador produz energia elétrica (PEREIRA et al., 2015).

Segundo Quadros (2009) *apud* Catapan et al. (2013), a cada 1 m³ de dejetos suínos ou equinos, é gerada em média 5,5 kWh de energia elétrica.

3.2 VANTAGENS DO BIODIGESTOR

Segundo Pereira (2011) as principais vantagens do biodigestor são:

- Baixos custos de operação e implementação;
- Eficiência na remoção de gases poluentes da atmosfera;
- Não há consumo de energia elétrica durante a produção;
- Favorece a preservação das colônias de bactérias;

3.3 MODELOS DE BIODIGESTORES

Dentre os tipos de biodigestores mais comuns no Brasil, estão o indiano, o chinês e o de manta de PVC (Policloreto de Vinila), que serão analisados nos itens a seguir.

3.3.1 Modelo Indiano

É constituído de uma cúpula móvel de ferro ou fibra de vidro, onde o gás é armazenado. A produção incessante aliada ao armazenamento permite que o aproveitamento ocorra de forma ininterrupta. Este modelo possui uma divisória central que separa a biomassa já fermentada para posteriormente ser descartada.

Segundo Bezerra et al. (2014), o modelo indiano apresenta a vantagem de poder ser instalado em qualquer solo, apresentando a forma de um poço coberto por uma tampa cônica, chamada de campânula flutuante, que permite o controle da pressão e da emissão do gás metano, podendo, desta forma, manter a pressão constante.

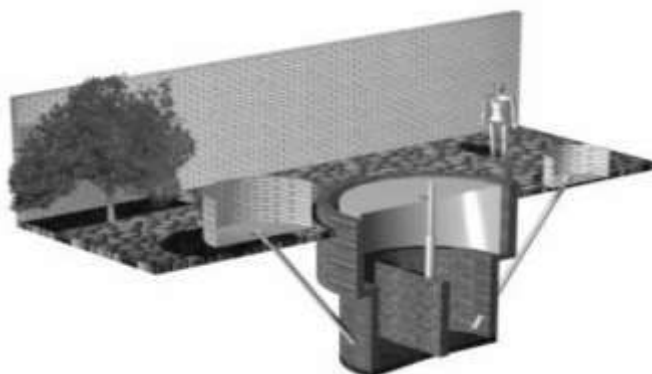


Figura 10- Vista em 3D do biodigestor modelo indiano Fonte: Deganutti et al., 2002 *apud* Bezerra et al., 2014

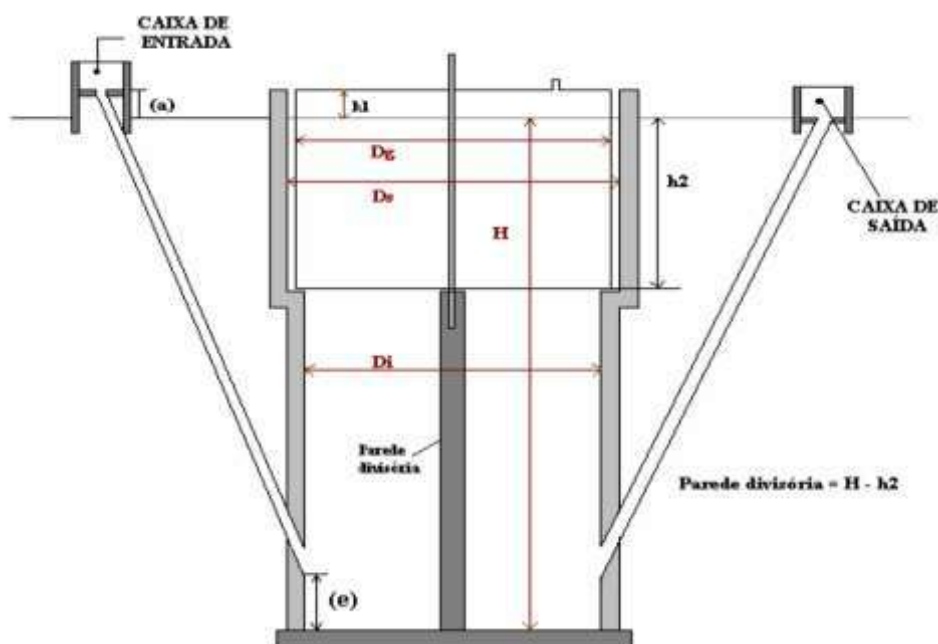


Figura 11 - Biodigestor modelo indiano Fonte: Deganutti et al., 2002 *apud* Bezerra et al., 2014

3.3.2 Modelo Chinês

O modelo chinês é mais rústico e construído em alvenaria, composto por uma câmara cilíndrica com teto impermeável, destinada ao armazenamento do biogás. Este modelo foi uma adaptação do modelo indiano devido a condições climáticas características da China (BEZERRA et al., 2014).

O funcionamento do biodigestor modelo chinês é baseado na diferença de pressão em seu interior. Desta forma, quando há o aumento da pressão, a biomassa é deslocada da câmara de fermentação para a caixa de saída, quando a pressão diminui, ocorre o movimento contrário.

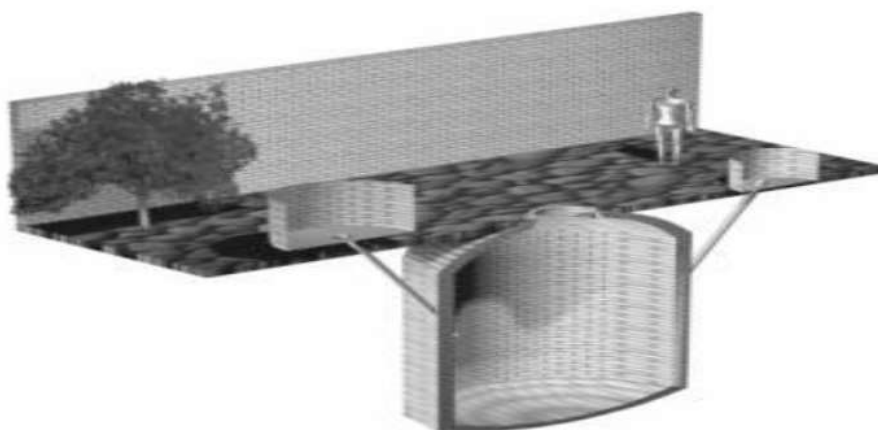


Figura 12 - Vista em 3D do biodigestor modelo chinês Fonte: Deganutti et al., 2002 *apud* Bezerra et al., 2014

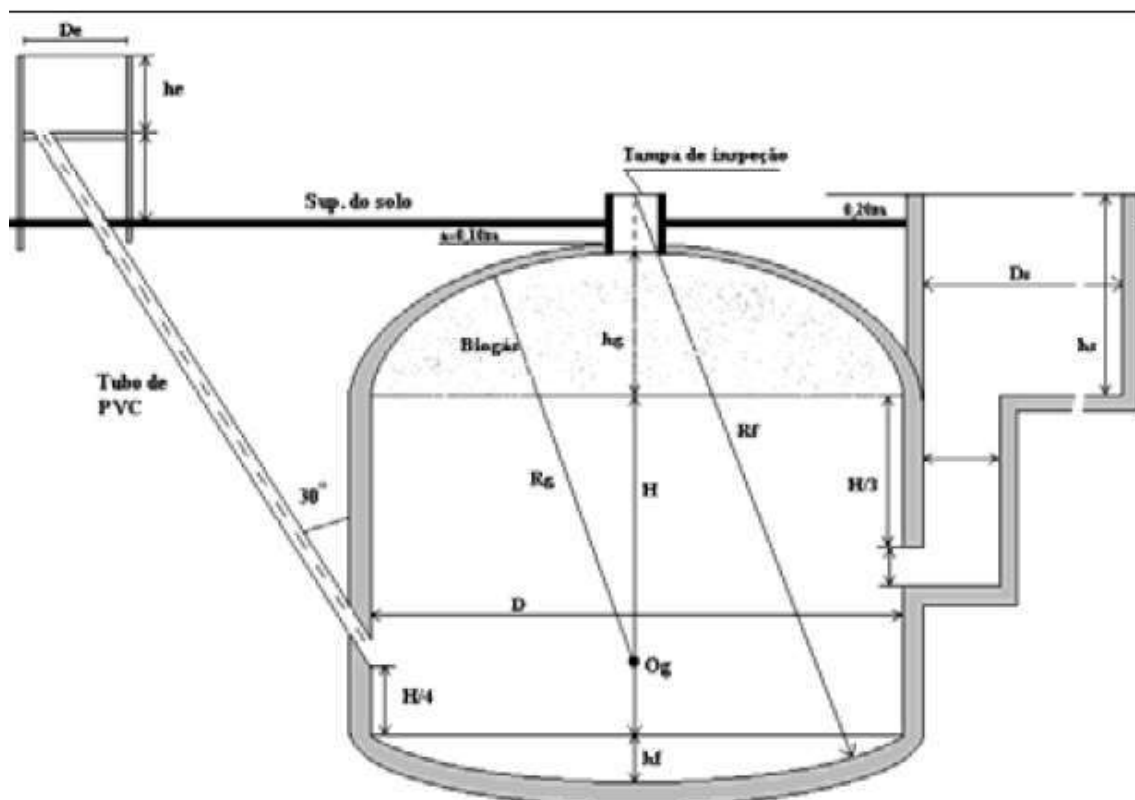


Figura 13 - Biodigestor modelo chinês Fonte: Deganutti et al., 2002 *apud* Bezerra et al., 2014

3.2.3 Biodigestor de manta de PVC

Este tipo de biodigestor é tipicamente horizontal, possui a largura maior que a profundidade, permitindo, assim, maior exposição ao sol e conseqüente aumento na produção do biogás. Possui uma cúpula de plástico maleável (PVC), que, após a produção do gás, se infla, podendo ou não ser enterrado. A cúpula pode ser retirada para facilitar a limpeza. Este tipo de biodigestor é o mais utilizado no Brasil, aplicado tanto em pequenas quanto em grandes propriedades (BEZERRA et al., 2014).

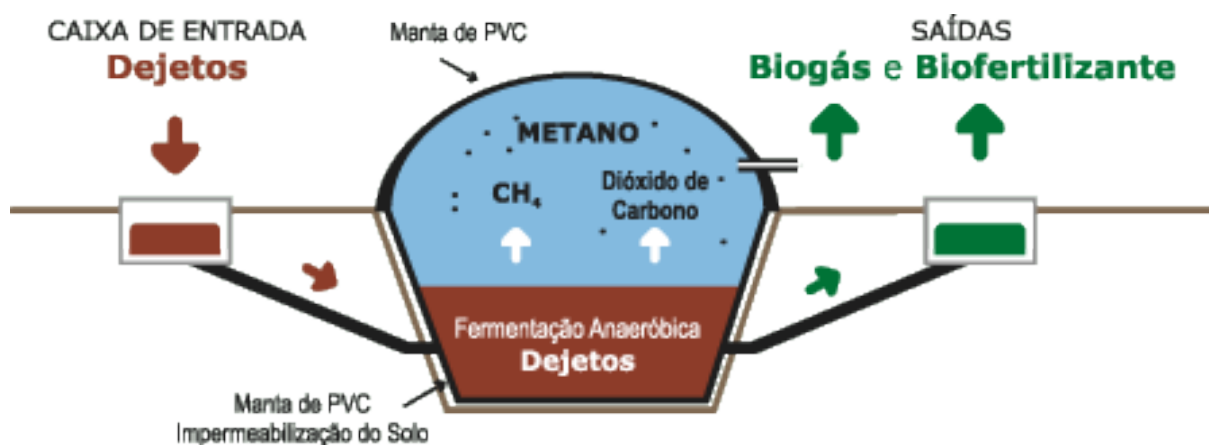


Figura 14 - Biodigestor de manta de PVC Fonte: Master, Videira/SC (online)

As tubulações são projetadas para permitir o abastecimento dos dejetos e saída do biofertilizante e biogás, utilizado em fogões, geladeiras, combustível para motores e geração de energia elétrica.

3 CONCLUSÃO

Por meio deste estudo, constatou-se a importância dos biodigestores no cenário atual, onde a preocupação com o meio ambiente e o abastecimento de energia elétrica ensejam a busca de novas formas de geração de energia elétrica.

O uso de biodigestores contribui de maneira positiva e significativa para preservação da água, do solo e da atmosfera, tendo em vista que dejetos que os dejetos animais, em vez de serem lançados no ambiente, muitas vezes de forma irregular, são reaproveitados como biomassa para geração, por exemplo, de energia elétrica, contribuindo, ainda, para o desenvolvimento da economia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZERRA, Keyla Luiza Pereira; FERREIRA, Antônio Hosmylton Carvalho; CARDOSO, Elvies de Souza; MONTEIRO, João Marcos; AMORIM, Igor Sousa; JÚNIOR, Hermógenes Almeida de Santana; SILVA, Raimundo Nonato da. Uso de biodigestores na suinocultura. <www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO275.pdf> Acessado em 17 de agosto de 2018.

CATAPAN, Anderson; SOUZA, Alceu; CATAPAN, Dariane Cristina; HARZER, Jorge Harry. Utilização de Biodigestores Para Geração de Energia Elétrica a Partir de Dejetos de Suínos e Equinos: Uma Análise da Viabilidade Financeira Com o Uso da Simulação de Monte Carlo. <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/download/196/196>>. Acessado em 17 de agosto de 2018.

GONÇALVES, Hérika Fernanda E.; LIMA, Rubiléia dos Santos; WEISS, Valéria Adalina B.; MENEZES, Vanessa da Silva. O biodigestor como princípio da sustentabilidade de uma propriedade rural. Disponível em <http://www.catolica-to.edu.br/portal/portal/downloads/docs_gestaoambiental/projetos2009-1/1-periodo/O_biodigestor_como_principio_de_sustentabilidade_de_uma_propriedade_rural.pdf>. Acessado em 20 de agosto de 2018.

PEREIRA, Gilberto. Viabilidade econômica da instalação de um biodigestor em propriedades rurais. <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/214>>. Acessado em 17 de agosto de 2018.

PEREIRA, Murilo Sagrillo; GODOY, Taís Pentiado; GODOY, Leoni Pentiado; BUENO, Wagner Pietrobelli; WEGNER, Roger da Silva. Energias renováveis: biogás e energia elétrica provenientes de resíduos de suinocultura e bovinocultura na UFSM. <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/download/18064/pdf>>. Acessado em 20 de agosto de 2018.

SILVA, Ediana dos Santos; OLIVEIRA, Gisllane Santos de. Biodigestor: uma proposta de aproveitamento do lixo orgânico no município de Santarém. <<https://semanaacademica.org.br/biodigestor-uma-proposta-de-aproveitamento-do-lixo-organico-no-municipio-de-santarem>>. Acessado em 20 de agosto de 2018.

CLASSIFICAÇÃO DO USO DO SOLO DE UMA BACIA HIDROGRÁFICA POR MEIO DE ALGORITMOS DE MACHINE LARNING

Rafael João Sampaio¹, Carol Santos Shuenck Maya², Gisele Dornelles Pires³ e Fabrício Polifke da Silva⁴

^{1,3,4} Professores e Pesquisadores Engenharia Civil UNIG ² Aluna Graduação Engenharia Civil UNIG
^{1,2,3,4} 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

samprafael@gmail.com, carolshuenck@outlook.com, unigengenharia@gmail.com, briciopolifke@gmail.com

Resumo - *O monitoramento do uso do solo em uma bacia hidrográfica é fundamental para gestão dos recursos hídricos, sendo essa importância ampliada em bacias com altas taxas de urbanização, em que se eleva o grau do efeito antrópico no ambiente. O uso de algoritmos de aprendizado de máquinas aplicado a imagens de satélite tem se apresentado nos últimos anos como uma alternativa promissora para convecção de mapas de cobertura do solo. Este trabalho analisa o desempenho dos algoritmos árvore de decisão (DT), floresta aleatória (RF), máquina de vetor suporte (SVM) e k vizinhos mais próximos (K-NN) para classificar o uso do solo na bacia do rio Iguaçu – Sarapuí – RJ por meio de uma imagem Landsat 8 OLI/TIRS. Esta bacia é fortemente degradada, possuindo grandes áreas urbanas e industriais. Foram utilizados 5 mil pontos de amostragem, divididos em um conjunto de treinamento (77%) e teste (33%). As sete primeiras bandas espectrais mais o Índice de Vegetação Normalizado (NDVI) foram combinadas em treze ensaios diferentes. O algoritmo árvore de decisão e K-NN foram que obtiveram melhores desempenhos, alcançando 75% de acerto. Entre os ensaios, os melhores ensaios consideraram as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 6. As maiores taxas de acerto em relação as classes foram em áreas urbanas (83%) e floresta (88%).*

(Palavras chaves – *Aprendizado de máquinas, Uso do solo, inteligência artificial)*

Abstract - The monitoring of soil use in a river basin is fundamental for the management of water resources, being one of the largest dimensions in basins with high rates of urbanization, in which the degree of anthropic effect on the environment increases. The use of machine learning algorithms was used as one of the satellite images in recent years as a promising alternative for the convection of soil cover maps. This work analyzes the data of quantitative methods (DT), random forest (RF), support material (SVM) and k villages plus next (KNN) to separate the soil in the Iguaçu River basin - Sarapuí - RJ by means of a image Landsat 8 OLI / TIRS. This region is heavily degraded, with large urban and industrial areas. Five thousand sampling points were used, divided into a training set (77%) and test (33%). The first seven spectral bands plus the Normalized Vegetation Index (NDVI) were combined in thirteen different assays. The algorithm decision tree and K-NN were the ones that obtained better performances, reaching 75% of correct. Among the trials, the best trials are considered bands 1, 2, 3, 4, 5 and 6. Access rates are the classes in urban areas (83%) and forest (88%).

(Keywords - *Machine learning, Soil use, artificial intelligence)*

1 Introdução

Nas últimas décadas ocorreram importantes avanços para desenvolvimento métodos de sensoriamento remoto que permitam a caracterização precisa da mudança da cobertura do solo (Rogan & Chen 2004), incluindo a expansão das cidades (Chan et al. 2001, Scheneider et al. 2012, Lyu et al. 2018). No entanto, o mapeamento de áreas urbanas continua vem sendo um desafio complexo devido à heterogeneidade característica de urbanizações que podem levar a diferentes variações dentro dos pixels de cada imagem espectral (Small e Lu 2006). Particularmente problemático também é o fato de que as áreas urbanas recém-desenvolvidas aparentam tipicamente às terras cultivadas em pousio em um dado momento, uma vez que ambas exibem alta refletância nos comprimentos de onda do visível-infravermelho (Long et al. 2009). Fator que dificulta a identificação da classe por meio de imagens.

A classificação de imagens espectrais utilizando algoritmos de aprendizado de máquina tem recebido atenção considerável nas últimas décadas (Hepner et al. 1990; Lawrence et al. 2004), fazendo com que pesquisadores na área de sensoriamento remoto estão adotando cada vez mais esses classificadores para mapeamento de uso do solo. Quando comparados com produtos derivados de classificadores estatísticos tradicionais (por exemplo, distância mínima, máxima verossimilhança e classificadores de paralelepípedos), os resultados de pesquisas geralmente demonstram que os classificadores de aprendizado de máquina geram

resultados mais precisos e confiáveis, particularmente se estiverem disponíveis dados abundantes de treinamento (Schneider 2012, Pal e Mather 2005). Embora há uma disponibilidade de imagens remotamente capturadas, como MODIS (Shao e Lunetta, 2012) e Worldview (Zhen et al. 2013), para serem testadas como entrada para classificadores de aprendizado de máquina, as imagens da série Landsat comumente são mais utilizadas devido sua acessibilidade livre e moderada resolução temporária. Dois de muitos exemplos são Li et al. (2013) que aplicaram o aprendizado de máquina para mapear e rastrear mudanças para espécies florestais, e Rogan et al. (2008) para o mapeamento da mudança da cobertura da terra.

A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí abrange uma parte expressiva da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). A região apresenta áreas com grande crescimento urbano e industrial, além de áreas rurais em processo de urbanização e áreas onde a ocupação do solo conflita com as condições de habitabilidade, em especial nas áreas mal drenadas (Carneiro et al. 2008). A bacia também apresenta recorrentes e graves problemas de inundações e possui mananciais importantes para o abastecimento de parte da Baixada Fluminense (Paiva 2014).

À medida que o número de algoritmos de aprendizado de máquina aumenta é benéfico para a comunidade científica a avaliação desses métodos nas mais diversas circunstâncias, afim de obter um melhor conhecimento sobre os desempenhos de cada algoritmo. No campo da classificação de imagens por sensoriamento remoto é necessária uma comparação mais abrangente dos principais algoritmos de aprendizado de máquina. Isso deve ser feito com o mesmo esquema de classificação de cobertura e uso da terra e a mesma imagem de satélite (Li et al 2014). Acredita-se que os resultados finais da classificação de imagem dependem de vários fatores: esquema de classificação, dados de imagem disponíveis, seleção de amostra de treinamento, pré-processamento dos dados incluindo seleção e extração de características, algoritmo de classificação, técnicas de pós-processamento e coleta de amostra. e métodos de validação (Gong e Howarth 1990). Neste contexto, o presente estudo busca analisar o desempenho de dos algoritmos árvore de decisão, floresta aleatória, máquina de vetor suporte para a classificação do uso de solo da bacia do rio Iguaçu-Sarapuí a partir de uma imagem Landsat 8 OLI / TIRS.

2 Metodologia

2.1 Área de estudo

A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí (BHIS) tem uma área de drenagem que mede 726 Km², dos quais 168 Km² representam a sub-bacia do Sarapuí e 558 Km² a do Iguaçu (Carneiro et al. 2004). Esta bacia abriga parte dos Municípios do Rio de Janeiro, Nilópolis, Mesquita, São João de Meriti, Nova Iguaçu, Belford Roxo e Duque de Caxias, todos inseridos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, conforme demonstra a Figura 1. Possui como limites no norte, a bacia do rio Paraíba do Sul, no sul, a bacia dos rios Pavuna/Meriti, no leste, a bacia dos rios Inhomirim/Estrela e no oeste, a bacia do Rio Guandu e afluentes da baía de Sepetiba. O rio principal, rio Iguaçu, tem suas nascentes na serra do Tinguá, a 1000 m acima do mar, aproximadamente. Possui uma extensão de 43 km e deságua na Baía de Guanabara. Seus principais afluentes são os rios: Tinguá, Pati e Capivari pela margem esquerda e Botas e Sarapuí, pela margem direita. O rio Sarapuí, segundo em importância para a bacia, nasce na serra de Bangu, no maciço da Pedra Branca, município do Rio de Janeiro, numa altitude de aproximadamente 900 m. De sua nascente até a sua foz no rio Iguaçu, percorre cerca de 36 Km.

O relevo da bacia se caracteriza principalmente por duas unidades: a serra do Mar, onde se encontra o ponto culminante da bacia, o pico do Tinguá, (1600m), e a Baixada Fluminense. O clima é quente e úmido, com estação chuvosa no verão, temperatura média em torno de 22°C e precipitação média anual em torno de 1700 mm.

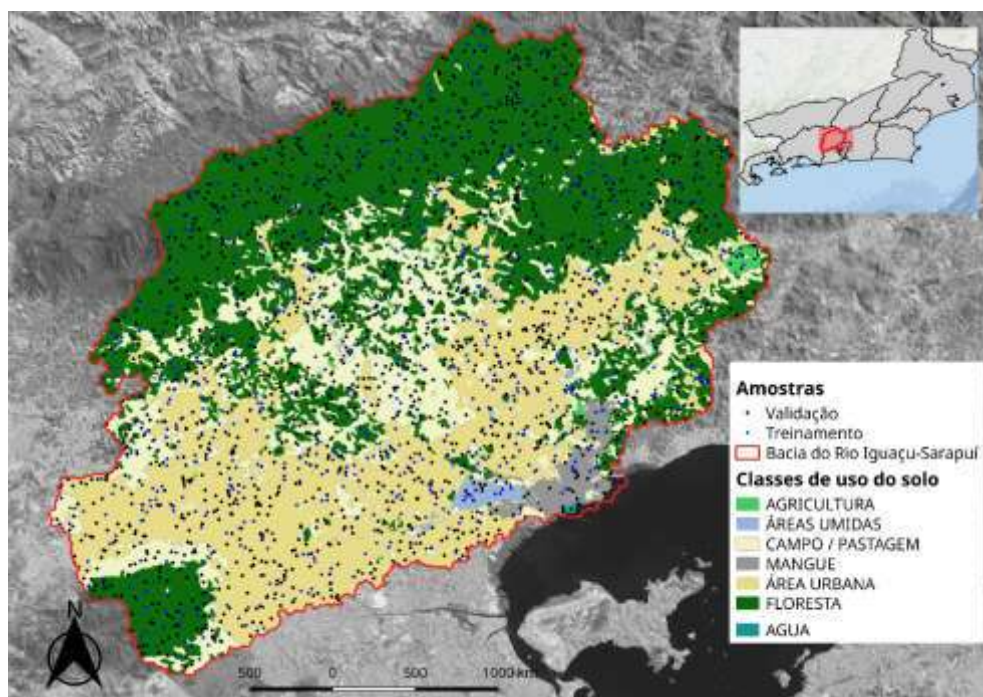


Figura 1 - Uso do solo na bacia do rio Iguaçu-Sarapuí (linha vermelha). Pontos azuis e pretos indicam, respectivamente, as amostras de treinamento e de validação do algoritmo.

2.2 Dados de treinamento e Algoritmos de classificação

O estudo teve como base uma cena Landsat 8 OLI/TIRSS (cena 217/76) coletada em 12/05/2018, obtida no endereço *online earthexplorer.usgs.gov*. As 7 primeiras bandas espectrais mais o Índice de Vegetação Normalizado (NDVI), obtidos por uma relação algébrica entre as bandas 5 e 4 (Schlerf et al. 2005), foram analisadas. Estes dados foram combinados em 13 ensaios diferentes (Tabela 1) no intuito de eleger as melhores combinações para classificação.

Tabela 1 - Ensaios analisados para

Ensaios	Bandas Landsat 8 OLI/TIRS
A1	1, 2, 3, 4, 5, 6
A2	1, 2, 3
A3	2, 3, 4
A4	3, 4, 5
A5	5, 6, 7
A6	2, 3, 6
A7	1, 2, 6
N1	2, 3, 4, NDVI
N2	1, 2, 3, NDVI
N3	2, 3, NDVI
N4	3, 4, NDVI
N5	1, 2, 6, NDVI
N6	2, 3, 6, NDVI

O treinamento dos algoritmos teve como referência o mapa de uso e cobertura do solo 2015, produzido pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA). A execução do mapa foi realizada em março de 2017 com detecções de mudanças bi anuais, escala 1:100.000 e sistema de referência SIRGAS 2000 (EPS: 4674). O metadados pode ser acessado em <http://www.metadados.inde.gov.br/>. Cinco mil pontos amostrais cobrindo toda a área da bacia do rio Iguaçu-Sarapuí foram gerados aleatoriamente no software Qgis 2.18 (Qgis 2019). Destes, 3350 foram utilizados para treinamento e 1650 foram utilizados para validação (Figura 1).

2.2.1 *Árvore de decisão*

As árvores de decisão (DT), juntamente com redes neurais, são os algoritmos de aprendizado de máquinas mais utilizados na classificação de dados de sensoriamento remoto (Rogan et al. 2008, Galiano et al., 2014). Consistem em representações simples do conhecimento e um meio eficiente de construir classificadores que predizem classes baseadas nos valores de atributos de um conjunto de dados. As árvores de decisão representam um conjunto de restrições ou condições, que são organizadas hierarquicamente e que são aplicadas sucessivamente de uma raiz a um nó terminal ou folha da árvore (Breiman et al. 1984). Para induzir a DT de um conjunto de dados, uma medida de avaliação de cada uma das variáveis é usada para maximizar a heterogeneidade interclasse. Existem muitas abordagens para selecionar atributos que podem ser usados para a indução de modelos de árvore de decisão (Galiano et al. 2014). Alguns dos mais frequentes são o índice de Gini e qui-quadrado. Uma vez que a medida de avaliação foi escolhida, a variável a partir da qual as divisões começarão é determinada (nó raiz). A partir do nó raiz, o processo de divisão de dados em cada nó interno de uma regra de classificação da árvore é repetido até que todos os exemplos mostrem o mesmo rótulo ou uma condição de parada especificada anteriormente seja atingida. Depois que o processo de indução da árvore é concluído, a poda é aplicada com o objetivo de melhorar a capacidade de generalização da árvore, reduzindo sua complexidade estrutural. O número de nós de folhas, o número de nós internos ou a profundidade da árvore podem ser considerados critérios de remoção.

2.2.2 *Floresta Aleatória*

O algoritmo de classificação floresta aleatória (RF) pode ser compreendida como uma combinação de várias árvores de decisão, de forma que cada árvore se relaciona com vetores aleatórios amostrados de forma independente e distribuídos igualmente para todas as árvores na floresta (Breiman, 2001). Dessa forma é definido como um conjunto de muitas classificações ou árvores de regressão projetadas para produzir previsões precisas, que não sobrecarregam os dados (Feng et al., 2017).

2.2.3 *K vizinhos mais próximos - K-NN*

O algoritmo *vizinho mais próximo* - K-NN é um algoritmo de aprendizado supervisionado do tipo lazy, introduzido por Aha et al. (1991). A ideia geral desse algoritmo consiste em encontrar os k exemplos rotulados mais próximos do exemplo não classificado e, com base no rótulo desses exemplos mais próximos, é tomada a decisão relativa à classe do exemplo não rotulado. Os algoritmos da família kNN requerem pouco esforço durante a etapa de treinamento. Em contrapartida, o custo computacional para rotular um novo exemplo é relativamente alto, pois, no pior dos casos, esse exemplo deverá ser comparado com todos os exemplos contidos no conjunto de exemplos de treinamento.

O algoritmo kNN classifica exemplos considerando a classe dos k vizinhos mais próximos. Se $k = 1$, então o exemplo é classificado com a mesma classe do exemplo mais próximo segundo a medida de similaridade utilizada. Se $k > 1$, então são consideradas as classes dos k exemplos mais próximos para realizar a classificação. Nesse caso, a abordagem mais simples consiste em atribuir ao exemplo a classe majoritária dos k exemplos mais próximos.

2.2.4 *Máquina de vetor de suporte*

O algoritmo máquina de vetor de suporte (SVM) é um método não paramétrico de classificação supervisionada baseado em técnicas de aprendizagem estatística, portanto, não há suposições feitas sobre a distribuição de dados subjacentes (Mountrakis e Ogole 2011). Em sua formulação original (Vapnik, 1979), o método é apresentado com um conjunto de instâncias de dados rotulados e em que o algoritmo de treinamento SVM visa encontrar um hiperplano que separe o conjunto de dados em um número discreto de classes predefinidas de acordo com o treinamento. O termo hiperplano de separação ótima é usado para se referir ao limite de decisão que minimiza erros de classificação, obtidos na etapa de treinamento. A aprendizagem refere-se ao processo iterativo de encontrar um classificador com limite de decisão ideal para separar os padrões de treinamento (em espaço potencialmente alto-dimensional) e separar dados de simulação sob as mesmas configurações (dimensões) (Zhu e Blumberg, 2002).

2.2.5 Parametrizações dos algoritmos e implementação

Os parâmetros de entrada de cada algoritmo foram definidos através de diversos testes iniciais com dados da imagem do Landsat 8 utilizadas no estudo. Os parâmetros de cada algoritmo que obtiveram os melhores resultados foram adotados para todo o estudo. A tabela 2 apresenta os parâmetros utilizados em cada algoritmo de classificação.

Tabela 2 - Parametrização utilizada em cada algoritmo estudado	
Algoritmos	Parâmetros
Máquina de vetores suporte (SVM)	Kernel= Radial Basis Function Gamma = 1/n
k vizinhos mais próximos (K-nn)	k = 5 metric = minkowski wight = No weightung
Árvore de decisão	Criterion = gini, n =5
Floresta aleatória	Criterion = gini, n = 50

Os algoritmos de aprendizado de máquinas foram implementados e aplicados utilizando o pacotes Scikitlearn (<https://scikit-learn.org/>) e rasterio (<https://rasterio.readthedocs.io/>), desenvolvidos em python. Os testes estatísticos foram realizados pelo pacote statsmodels (<https://www.statsmodels.org/>), também para python. Os mapas foram elaborados no software Qgis 2.18.

3 Avaliação do desempenho

A avaliação do desempenho de cada algoritmo foi realizada utilizando a exatidão global (G) e o índice Kappa (K). O primeiro é obtido pela razão direta entre os píxeis classificados corretamente e a quantidade total, como apresenta a equação 1

$$G = \frac{\sum x_{ii}}{n} \quad (1)$$

onde G é a exatidão global, x_{ii} são os píxeis classificados corretamente e n é o número total de píxeis na imagem. O coeficiente Kappa relaciona a classificação real do píxel com a probabilidade esperada, conforme a equação 3 .

$$K = \frac{n \sum x_{ii} - \sum x_{i.} x_{.i}}{n^2 - \sum x_{i.} x_{.i}} \quad (2)$$

onde k é uma estimativa para o coeficiente Kappa.

O valor do índice K varia de 0 a 1, sendo que mais próximo de um melhor a estimativa do modelo. Pode-se considerar a escala 0 – 0,2 = ruim; 0,2 – 0,4 = razoável; 0,4 – 0,6 = boa; 0,6 – 0,8 = muito boa; e 0,8 – 1,0 = excelente (Landis e Koch, 1977).

3. Resultados

Considerando o a acurácia global (G) e o índice Kappa todos os algoritmos tiveram os resultados mais significativos no ensaio A1, que considera as seis primeiras bandas do Landsat 8, e no ensaio N6, que considera as bandas 2,3 e 6 mais o NDVI, não havendo diferença significativa entre os dois (Figura 2). O pior desempenho foi no ensaio A4, que considera as bandas 3,4 e 5. Não houve um efeito significativo para o acréscimo do NDVI, exceto para o ensaio N6. Individualmente, o algoritmo k vizinhos mais próximos (K-NN) apresentou um desempenho considerável nos ensaios A2 (1, 2 e 3), A6 (2, 3 e 6), N2 (1, 2, 3 e NDVI) e N5 (1, 2, 6, NDVI), como mostra a tabela 3. Enquanto a árvore de decisão obteve uma performance semelhante nos ensaios A6, N1 (2, 3, 4 e NDVI) e N6 (2, 3, 6 e NDVI). O algoritmo máquina de vetor suporte (SVM) também obteve boas estimativas em N6. Este resultado contrasta com Rodriguez et al. (2014), que obtiveram as melhores classificações de uso do solo com os algoritmos floresta aleatória e SVM.

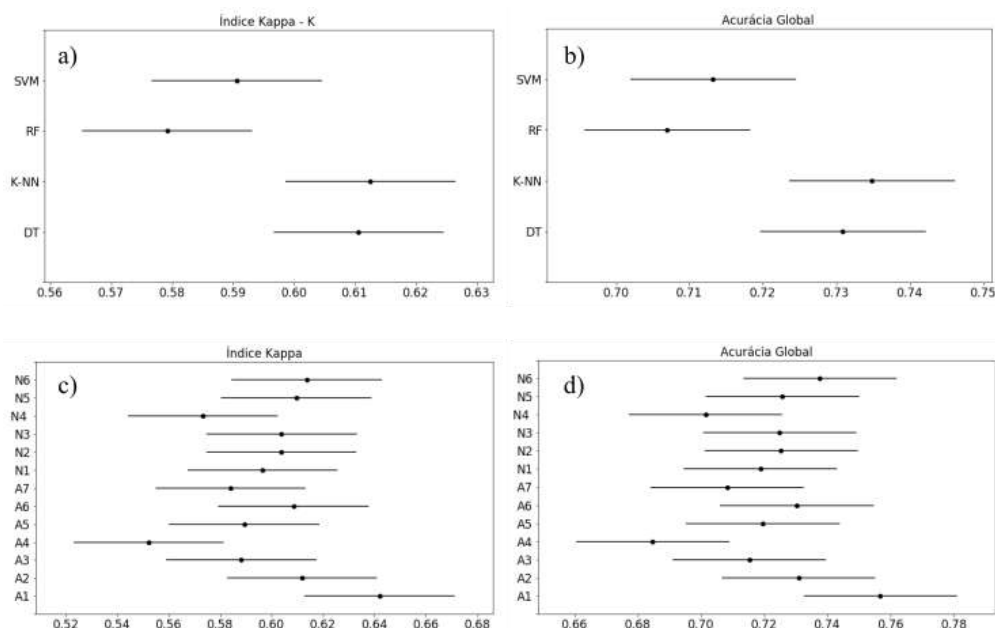


Figura 2 - Teste tukey para comparação de médias. As linhas indicam os limites de cada intervalo de confiança. Letras a e b: índice Kappa e acurácia global para os algoritmos respectivamente. Letras c e d: índice Kappa e acurácia global para os ensaios respectivamente.

As melhores classificações foram realizadas com os algoritmos K-NN e árvore de decisão DT, alcançando pelo índice Kappa um resultado muito bom (Figura 2). Entretanto não houve diferença significativa pelo teste de médias entre estes dois algoritmos e o SVM, enquanto a floresta aleatória apresentou o pior desempenho entre os quatro algoritmos. Apesar do desempenho semelhante, o algoritmo árvore de decisão tem a vantagem de ter um menor custo computacional para implementação em relação ao K-NN.

Tabela 3 - Desempenho na validação de cada ensaio utilizando os algoritmos K vizinhos mais próximos (K-NN), floresta aleatória (RF), árvore de decisão (DT) e máquina de vetor de suporte (SVM).

	K-NN		RF		DT		SVM	
Exp	G	K	G	K	G	K	G	k
A1	0.7573	0.6404	0.7415	0.6226	0.7876	0.6794	0.7403	0.6256
A2	0.7470	0.6320	0.7136	0.5906	0.7561	0.6421	0.7069	0.5826
A3	0.7348	0.6148	0.6990	0.5633	0.7130	0.5875	0.7142	0.5874
A4	0.6996	0.5642	0.6814	0.5488	0.6833	0.5531	0.6742	0.5427
A5	0.7360	0.6123	0.6833	0.5403	0.7288	0.6011	0.7300	0.6038
A6	0.7530	0.6361	0.6960	0.5628	0.7573	0.6440	0.7148	0.5912
A7	0.7342	0.6118	0.6845	0.5587	0.7203	0.5982	0.6942	0.5677
N1	0.7263	0.6036	0.7124	0.5890	0.7421	0.6241	0.6942	0.5694
N2	0.7415	0.6210	0.7203	0.5970	0.7166	0.5943	0.7227	0.6031
N3	0.7282	0.6054	0.7069	0.5828	0.7397	0.6198	0.7245	0.6076
N4	0.7160	0.5871	0.7057	0.5761	0.6978	0.5718	0.6863	0.5580
N5	0.7439	0.6261	0.7191	0.5985	0.6996	0.5836	0.7403	0.6301
N6	0.7348	0.6080	0.7269	0.5994	0.7591	0.6383	0.7294	0.6087

Utilizando algoritmo árvore aleatória de decisão construiu-se a matriz confusão para uma imagem classificada da bacia do Rio Iguaçu-Sarapuí, apresentada na tabela 4. Das classes analisadas os maiores acertos foram para floresta (88%) e áreas urbanas (83,4%), enquanto o pior foi para classe áreas úmidas (23,5%). Uma provável razão é o número de amostras de treinamento para cada uma das classes. As classes floresta e área

urbana correspondem a maior parte da bacia do rio Iguaçu-Sarapuí (Figura 1) e consequentemente tiveram mais pontos de amostragem. Em contrapartida, as classes áreas úmidas e agricultura possuem pouca representatividade na bacia.

Tabela 4 - Matriz confusão para algoritmo árvore de decisão. Os resultados estão normalizados de 0 a 1.

	AGRICULTURA	AGUA	A. UMIDAS	FLORESTA	MANGUE	PASTAGEM	URBANO
AGRICULTURA	0,471	0,000	0,000	0,118	0,000	0,235	0,176
AGUA	0,250	0,750	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
A. UMIDAS	0,559	0,000	0,235	0,088	0,059	0,000	0,059
FLORESTA	0,061	0,000	0,000	0,881	0,000	0,045	0,013
MANGUE	0,207	0,000	0,017	0,103	0,655	0,000	0,017
PASTAGEM	0,229	0,000	0,002	0,173	0,000	0,478	0,119
URBANO	0,105	0,000	0,000	0,026	0,000	0,035	0,834

O baixo número de amostras pode também justificar uma baixa sensibilidade do algoritmo aos tipos vegetação. A classe pastagem, por exemplo, possui as maiores quantidades de falso positivo nas classes agricultura e floresta, resultado semelhante é visto em relação as classes agricultura e floresta. Galiano et al. (2014) analisou a sensibilidade dos métodos de aprendizagem de máquinas em relação ao número de amostras de treinamento em uma classificação de uso do solo. Classes homogêneas, como corpos hídricos, não aumentam a dificuldade de classificação com a redução de amostras de treinamento, entretanto classes heterogêneas, como é o caso de vegetações, são mais difíceis de serem classificadas corretamente com um menor número de amostras de treinamento.

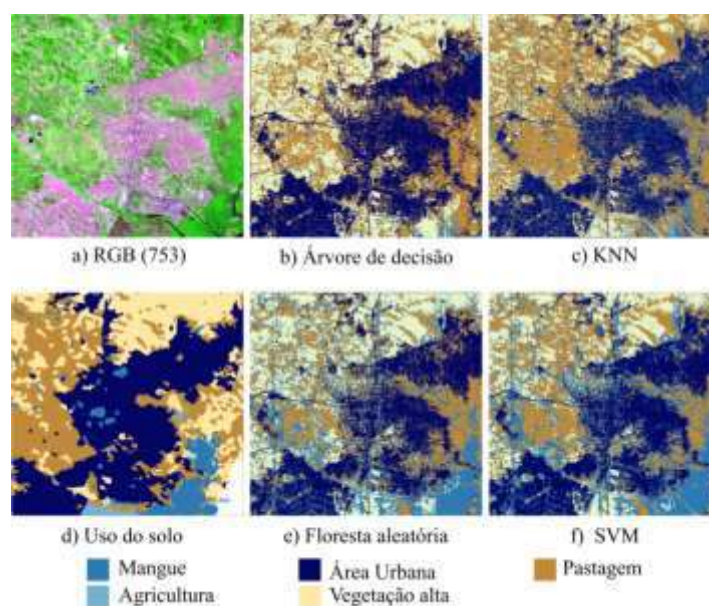


Figura 3 - Detalhe de uma região na bacia do rio Iguaçu-Sarapuí demonstrando o desempenho de cada um dos 4 algoritmos estudados na classificação automática do uso do solo de uma imagem Landsat 8 OLI/TIRS. O item 'a' apresenta uma cena Landsat 8 na com as combinações de cor/banda R = 7, G = 5 e B = 3; o item 'd' apresenta o mapa temático usado para extrair os dados de treinamento e validação; os demais item apresentam os mapas gerados pelos respectivos algoritmos.

A partir de uma cena Landsat 8, os métodos de aprendizado de máquina estudados demonstraram um potencial para produzir um mapa de uso do solo com resolução espacial superior ao dado de entrada utilizado, como demonstra a figura 3. Foram utilizadas as bandas 2,3, 6 e o NDVI. Todos algoritmos conseguiram identificar a mancha urbana no trecho da imagem, sendo a árvore de decisão apresentou o melhor resultado. Os algoritmos floresta aleatória e SVM não conseguiram classificar corretamente as classes agricultura e mangue, fazendo com que essas se comportassem como um ruído na imagem. O algoritmo K-NN demonstrou um resultado melhor em relação aos demais na classificação de pixels de pastagem, tendo como base a imagem de treinamento.

4. Conclusão

O presente trabalho demonstrou o potencial que os algoritmos de aprendizagem de máquinas possuem para classificação de uso do solo utilizando imagens espectrais satelitais. Os algoritmos árvore de decisão e K-NN apresentaram os melhores desempenhos na classificação do uso do solo de uma imagem Landsat 8 da bacia do rio Iguaçu-Sarapuá. Os resultados demonstraram que os algoritmos conseguiram classificar automaticamente uma imagem espectral obtendo um resultado com um maior nível de detalhe que o dado de entrada. Isto é um indicativo que o aprendizado de máquinas podem reduzir custos na confecção de mapas de uso do solo. Ademais, possuem o potencial para serem uma ferramenta para monitoramento da cobertura do terreno, uma vez que, devido a automação, a periodicidade da classificação da cobertura do solo só depende da resolução temporal do sensor remoto. Há uma infinidade de alternativas para estudos futuros, como explorar outros algoritmos e uma maior quantidade de dados para treinamento, assim como a aplicação de aprendizado de máquinas em imagens com maior resolução espacial.

5. Agradecimentos

Os autores agradecem o Serviço Geológico Americano (USGS), que disponibilizou gratuitamente a imagem Landsat, a Universidade Iguaçu, que forneceu recursos para realização do trabalho, e toda comunidade *open source*, que desenvolveram de forma gratuita todos os softwares e as bibliotecas utilizadas neste estudo.

6. Referências

- AHA DW (1990). A study of instance-based algorithms for supervised learning tasks: mathematical, empirical and psychological evaluations. Novembro. Tese de Doutorado, Universidade da Califórnia
- Breiman L, Friedman J, Stone CJ, Olshen RA. (1984) Classification and Regression Trees. Taylor & Francis, Belmont, California.
- Breiman L. (2001). Random forests. Machine Learning, Londres
- Carneiro PRF, Cardoso, AL, Azevedo JPS de. (2008) O planejamento do uso do solo urbano e a gestão de bacias hidrográficas: o caso da bacia dos rios Iguaçu/Sarapuá na Baixada Fluminense. Cadernos metrópole 19: 165-190.
- Chan JCW, Chan KP, Yeh AGO. (2001). Detecting the nature of change in an urban environment: A comparison of machine learning algorithms. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 67: 213–225.
- Feng Y, Cui N, Gong D, Zhang Q, Zhao L (2017). Evaluation of random forests and generalized regression neural networks for daily reference evapotranspiration modelling. Agricultural Water Management 193: 163–173.
- Galiano VFR, Chica-Rivas M (2014). Evaluation of different machine learning methods for land cover mapping of a Mediterranean area using multi-seasonal Landsat images and Digital Terrain Models. International Journal of Digital Earth 7: 492–509.
- Gong P, Howarth, PJ. (1990) An assessment of some factors influencing multispectral land-cover classification. Photogrammetric Engineering Remote Sensing 56: 597–603.

Hepner GF, Logan T, Ritter N, and Bryant N. (1990) Artificial Neural Network Classification Using a Minimal Training Set- Comparison to Conventional Supervised Classification. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 56 4: 469–473.

Landis JR, Koch GG.(1977) The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33(1):159-174.

Lawrence, R, Bunn A, Powell S, Zambon M. (2004) “Classification of Remotely Sensed Imagery Using Stochastic Gradient Boosting as a Refinement of Classification Tree Analysis.” *Remote Sensing of Environment* 90: 331–336

Li M, Im J, Beier C. (2013). Machine Learning Approaches for Forest Classification and Change Analysis Using Multi-Temporal Landsat TM Images over Huntington Wildlife Forest. *GIScience & Remote Sensing* 50: 361–384.

Li C, Wang J, Wang L, Hu L, Gong P. (2014). Comparison of classification algorithms and training sample sizes in urban land classification with landsat thematic mapper imagery. *Remote Sensing* 6: 964–983.

Lyu H, Lu H, Mou L, Li W, Wright J, Li X, Gong P (2018). Long-term annual mapping of four cities on different continents by applying a deep information learning method to Landsat data. *Remote Sensing*, 10: 1-23.

Long H, Liua Y, Wu X, Dong G. (2009). Spatio-temporal dynamic patterns offarm- land and rural settlements in Su–Xi–Chang region: Implications for building a new countryside in coastal China. *Land Use Policy* 26: 322–333.

Mountrakis G, Im J, Ogole C. (2011) Support Vector Machines in Remote Sensing: A Review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66: 247–259.

Paiva ACE (2014) Previsibilidade de cheias na bacia do rio Iguaçu/Sarapuí - RJ, usando modelagem hidrológica distribuída. Tese de doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais .

Rogan J, Franklin J, Stow DA, Miller J, Woodcock C, and Roberts D. (2008). Mapping Land-Cover Modifications over Large Areas: A Comparison of Machine Learning Algorithms. *Remote Sensing of Environment* 112: 2272–2283.

Pal M (2005). Random forest classifier for remote sensing classification. *International Journal of Remote Sensing*, 26: 217–222.

QGIS Development Team (2019). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>. Acessado em 20 de abril de 2019

Rogan J, Chen DM (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning* 61: 301–325.

Schneider A. (2012) Monitoring Land Cover Change in Urban and Peri-Urban Areas Using Dense Time Stacks of Landsat Satellite Data and a Data Mining Approach. *Remote Sensing of Environment* 124: 689–704.

Schlerf M., Atzberger C, Hill J. (2005) Remote Sensing of Forest Biophysical Variables Using HyMap Imaging Spectrometer Data. *Remote Sensing of Environment* 95:177–194.

Shao Y, Lunetta RS. (2012) Comparison of Support Vector Machine, Neural Network, and CART Algorithms for the Land-Cover Classification Using Limited Training Data Points.” *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 70: 78–87.

Small C, Lu J. (2006). Estimation and vicarious validation of urban vegetation abundance by spectral mixture analysis. *Remote Sensing of Environment* 100: 441–456.

Vapnik V, 1979. Estimation of Dependences Based on Empirical Data. Nauka, Moscow

Zhao H, Ma L, Wang L, Li J (2016). Examining urban expansion using multi-temporal landsat imagery: A case study of montreal census metropolitan area. 2016 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS).

Zhen Z, LJ Quackenbush, SV Stehman, Zhang L. (2013) Impact of Training and Validation Sample Selection on Classification Accuracy and Accuracy Assessment When Using Reference Polygons in Object-Based Classification. International Journal of Remote Sensing 34: 6914– 6930

Zhu G, Blumberg DG. (2002) Classification using ASTER data and SVM algorithms; The case study of Beer Sheva, Israel. Remote Sensing of Environment 80: 233–240.

MÉTODOS ANÁLISE DE PREVENÇÃO PARA ESTABILIDADE DE ENCOSTA MAPEADA NO MUNICÍPIO DO NOVA IGUAÇU

Jhonny Medeiros de Brito Amaral¹; Cintia Kelly dos Santos Silva²; Gisele Dornelles Pires³;

^{1,2}Aluno do curso de Pós-graduação Lato Sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho
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

jhonoliver@hotmail.com.br; cintiakellysantosdasilva@gmail.com; unigengenharia@gmail.com

Resumo – Este trabalho apresenta um estudo de análise estabilidade de encosta na Rua João Rangel no bairro do Caonze, no município de Nova Iguaçu – RJ. A pesquisa tem como objetivo analisar a encosta, caracteriza-la e apresentar as técnicas de viabilidade de estabilização da encosta. Com as intensas precipitações, foi observado pelos moradores e pela defesa civil um ponto de movimento de massa de solo que constitui a encosta. Foi realizada uma análise do solo constituída pelo ensaio de caracterização de solo segundo NBR 7181, para construção da curva de distribuição granulométrica e conhecimento da amostra coletada tendo sua caracterização e sua permeabilidade para apresentar a melhor técnica de intervenção do movimento de massa de solo. Através dos resultados concluiu-se que é um material com muitos finos, aproximadamente 60% solo siltoso, de comportamento não drenado, gerando uma saturação no solo pela sua alta coesão aparente (sucção) podendo gerar rompimento do talude. Mostrando-se um material vulnerável e suscetível a deslizamentos de massa de solo, foi apresentado e recomendado propostas de técnicas de estabilização de taludes para tratamentos individuais e coletivos para evitar a infiltração e saturação do solo.

(Palavras Chaves: Deslizamento. Encosta. Vulnerabilidade).

Abstract – This work presents a slope stability study at Rua João Rangel in the neighborhood of Caonze, in the municipality of Nova Iguaçu - RJ. The research aims to analyze the slope, characterize it and present feasibility techniques for stabilization slope. With the intense precipitations, the inhabitants and the civil defense observed a point of mass movement of soil that constitutes the slope. A soil analysis was carried out by the soil characterization test according to NBR 7181, for the construction of the granulometric distribution curve and knowledge of the collected sample having its characterization and its permeability to present the best technique of soil mass movement intervention. It was concluded that it was a very thin material, approximately 60% silty soil, with a non-drained behavior, generating a saturation in the soil due to its high apparent cohesion (suction). By presenting a vulnerable material susceptible to landslides of soil, it was presented and recommended proposals of slope stabilization techniques for individual and collective treatments to avoid soil infiltration and saturation.

(Key-words: Slip. Slope. Vulnerability.)

1 Introdução

O processo de urbanização no Brasil levou ao descontrole legal da ocupação de solos de uma maneira insegura e perigosa à população. As construções em encostas vêm provocando mortes, danos econômicos e acidentes irreparáveis à população e ao meio ambiente, uma vez que as ocupações nesses lugares afetam tanto a saúde do meio ambiente quanto a segurança pública. Por piores que sejam as condições, a apropriação do mercado imobiliário das melhores localizações urbanas, levou a população mais carente financeiramente a buscar moradias em lugares pouco valorizados, ou seja, lugares que deveriam ser inabitáveis por motivos de segurança pública, de preservação ambiental, ou até por suas condições precárias pela falta de urbanização. E por falta de dados técnicos na região é um estudo de grande importância na área de Engenharia. em áreas de risco, cientes ou por desconhecimento, mas também por

Segundo MINISTÉRIO DAS CIDADES/IPT (2007) a falta ou má aplicação de uma política de habitação e de desenvolvimento urbano é responsável pela boa parte das ocupações em ambientes vulneráveis a eventos como o deslizamento de encostas e/ou inundações, causadores de acidentes. Nos escorregamentos em solos residuais não saturados, muitas vezes o lençol freático se encontra muito profundo, ou seja, abaixo da superfície de ruptura. Portanto, o mecanismo de escorregamento não pode ser relacionado ao aparecimento de poro pressões positivas, que diminuiriam a tensão efetiva do solo e consequentemente, sua resistência ao cisalhamento (Campos, 1984).

Segundo CARVALHO (IPT, 2007) “O primeiro fundamento é a Previsão, que possibilita a identificação das áreas de risco e indica os locais onde poderão ocorrer acidentes (definição espacial = ONDE), estabelecendo as

condições e as circunstâncias para a ocorrência dos processos (definição temporal = QUANDO). O segundo é a Prevenção, que fornece a possibilidade de adotar medidas preventivas, visando impedir a ocorrência dos processos ou a redução das magnitudes, minimizando os impactos e agindo diretamente sobre edificações e/ou a própria população.” Dessa maneira, prevendo onde seria o desastre e visando determinar o tempo e mitigar os acidentes causados pela mesma.

Atualmente o cenário ainda é pouco favorável para muitos brasileiros que vivem fatores econômicos, sociais e culturais. No ano de 2012, no município de Austin, na cidade de Nova Iguaçu (figura 1) devido a grandes chuvas ocorreu um deslizamento de solo onde mais de mil pessoas tiveram que abandonar suas casas, além de transbordar o rio Botas, levando a uma alagação e proliferação de doenças.



Figura 1: Destroços de casa engolida por deslizamento de encosta na cidade de Nova Iguaçu.
Fonte: G1 (2018), (12/12/2013).

Nessa etapa do trabalho será abordada a classificação de solo, conceitos específicos relacionados à área de vulnerabilidade, a maneira que as causas naturais ajudam a causar os deslizamentos e com a interferência humana, e formas estruturais e não estruturais de reparar o problema.

1.1 Solo: Origem e formação

A terra surgiu há 4500 milhões de anos que é aproximadamente a idade do Sistema Solar. O raio da terra é de 6370 km sendo: 1350 km o raio do núcleo interno, 2100 km a espessura do núcleo externo, 2740 km a espessura do manto superior e 35 a 60 km a espessura da crosta. Existe no interior do planeta enorme quantidade de calor gerado principalmente pela desintegração atômica em seu núcleo e mecanicamente pela movimentação localizada em sua crosta.

O calor interno da terra é transferido para o exterior. Os gradientes geotécnicos regionais até 5 a 10 km de profundidade variam de 10 a 60°C/km. (Gonçalves, 2014).

Rocha é um corpo sólido natural, resultante de um processo geológico determinado, formado por agregados de um ou mais minerais, arranjos segundo as condições de temperatura e pressão existentes durante a sua formação. As rochas podem ser ígneas, sedimentares ou metamórficas. As rochas ígneas ou magmáticas resultam da solidificação de material rochoso, parcial a totalmente fundido, denominado magma, gerado no interior da crosta terrestre. As rochas sedimentares são resultantes da consolidação de sedimentos, ou seja, de partículas minerais provenientes da desagregação e transporte de rochas pré-existentes ou da precipitação química ou ainda da ação biogênica. As rochas metamórficas são derivadas de outras rochas pré-existentes que no decorrer dos processos geológicos sofreram mudanças mineralógicas, químicas e estruturais, no estado sólido, em resposta às alterações das condições físicas (temperatura e pressão) e químicas, impostas em profundidades abaixo das zonas superficiais de alteração e cimentação.

As alterações provocam instabilidade dos minerais que se transformam e se rearranjam. (Silvia, 2014). A palavra solo é originada do latim: solum que significa superfície do chão. Os solos são formados pela decomposição das rochas e sua

Evolução depende do clima, da rocha de origem, do relevo, do tempo e até mesmo dos microrganismos. Os processos de alteração podem atuar sucessivamente sobre um mesmo solo; é comum classificar os solos pelo último processo ocorrido. (Silvia, 2014).

A crosta terrestre é formada por rochas (agregado natural constituído por um ou mais minerais), através de vários fatores como o intemperismo (agentes atmosféricos e biológicos), de animais, práticas agrícolas, etc., a rocha se desagrega e/ou se decompõe, dando origem ao solo. (Lemos, 2018).

A ação do intemperismo, um agente responsável para origem do solo, pode ser física (desagregação física por ação da temperatura ou atividade química) ou química (decomposição química por oxidação, carbonatação, hidratação). Os pedregulhos e as areias são gerados pela desagregação física, enquanto as argilas e siltes são formados por decomposição química. (Santiago, Cybèle Celestino. 2001).

- Intemperismo físico: Partículas grossas (Pedregulhos, areias: partículas com dimensões de até 0,001mm).
- intemperismo químico: Partículas finas (siltes, argilas: partículas menores que 0,001mm).

1.1.1 Textura e Estrutura dos solos

Segundo Cybèle (2001) a textura e estrutura dos solos vão depender do tamanho das partículas a partir de análises que são capazes de identificar se foram decorrentes do intemperismo químico ou físico.

Assim, de acordo com o tamanho de suas partículas, os solos podem ser classificados em:

a) **Solos grossos:** Apresentam grande percentagem de partículas visíveis a olho nu ($\phi > 0,075\text{mm}$), com formas variadas (angulosas, arredondadas). O comportamento destes solos é determinado basicamente pelo tamanho de suas partículas, variando de pedregulhos e areais.

b) **Solos finos:** Suas partículas têm dimensões menores do que 0,06mm (ABNT) ou 0,075mm (DNER). Possuem formas lamelares, fibrilares, tubulares ou aciculares, de acordo com o mineral presente. O comportamento destes solos é definido pelas formas de superfície (moleculares, elétricas) e pela água. (Cybèle, 2001).

2 Metodologia

Para o desenvolvimento da pesquisa definiu-se que seriam utilizadas as informações disponibilizadas pela defesa civil do município de Nova Iguaçu dos pontos de deslizamentos. Desenvolvendo os ensaios de caracterização granulométrica e limites de Atterberg no laboratório de pesquisa Engenharia e Sociedade da Engenharia Civil na Faculdade de Ciência Exatas e Tecnológicas da Universidade Iguaçu.

O desenvolvimento do estudo de caso foi realizado em quatro fases distintas: Coleta de amostras, Tratamento de amostras, Elaboração do Ensaio granulométrico e Limites de Atterberg. Análise e diagnóstico dos ensaios realizados.

Coleta de amostras: Essa etapa de coleta de amostras contou com a colaboração dos proprietários do ponto onde foi no realizado o estudo de caso.

Tratamento de amostras: Para esta etapa foi realizada seguindo a norma NBR 7181 de tratamento prévio para realização dos ensaios como secagem higroscópica da amostra, quarteamento dos torrões e separação da quantidade de 500 gramas necessária para o ensaio.

Elaboração do Ensaio granulométrico e Limites de Atterberg: Para esta fase consolidou-se as referências bibliográficas e as normas em vigor para realização dos ensaios onde os resultados obtidos confirmaram o esperado para uma encosta que já constava como um ponto de deslizamento.

Análise e diagnóstico dos ensaios realizados: Através de tabelas e terminologias de Carlos Sousa Pinto, Terzaghi, entre outras bibliografias os resultados das análises e ensaios foram possíveis diagnosticar um solo de consistência dura, ligeiramente plástica (não muito plástica) e com uma trababilidade não drenada.

3 Elaboração de ensaio de granulometria

Nesta parte do trabalho será elaborada uma caracterização da amostra de solo coletada na Rua João Rangel – rua ainda acima da encosta – no ponto de deslizamento, no bairro do Caonze – Nova Iguaçu, mapeada pela defesa civil como um ponto de deslizamento no ano de 2018, onde inicialmente foi feita uma raspagem para retirada da camada superficial de solo coluvionar que contém muita presença de material orgânico, como mostra a figura 1.

Figura 1: (a) Raspagem superficial para coleta de amostra,



(b) coleta do material



Fonte: O autor (2018).

O ensaio foi realizado no laboratório da Universidade Iguaçu – UNIG, que para uma melhor apresentação de técnica viável faz-se necessário o conhecimento das características do solo, com o objetivo de conhecer o módulo de finura e a composição do agregado miúdo, fundamentado na norma NBR 7181. Logo deu-se início ao processo de preparação e secagem higroscópica da amostra de solo como mostra a figura 2.

Figura 2: (a) Amostras coletadas,



(b) preparação da amostra para secagem



Fonte: O autor (2018).

Em seguida foi realizado o quarteamento dos torrões e homogeneização das amostras com auxílio de uma pedra mármore. Em seguida foi pesada uma quantidade de 500g para o ensaio e com as peneiras previamente limpas, foram preparadas obedecendo à série, com abertura da malha em ordem crescente da base para o topo, de 200 mm à peneira de 10 mm, figura 3. E repetido o processo mais uma vez.

Figura 3: (a) Amostra já quarteada, pesada e com grãos menores,

(b) Apresentação de algumas peneiras



Fonte: O autor (2018).

Após a preparação do material para o ensaio, foi utilizado o agitador mecânico (peneirador eletromagnético) para realização do peneiramento (Figura). Em seguida, pesada e lavada cada amostra retida em cada peneira para obtenção dos dados quantitativos de materiais finos e grossos de solos.

Figura 4: (a) e (b) Introdução de solo às peneiras, (c) Realização do peneiramento, (d) Peneira de número #10 e fundo da peneira



Fonte: O autor (2018).

As amostras após a separação dos diferentes tamanhos dos grãos do agregado, lavada e secada em estufa, mostrou uma perda de quase 60% da sua composição. Podemos analisar através da comparação da tabela antes (tabela 1) e depois da lavagem (tabela 2), resultados esses das médias das duas repetições do processo.

Tabela 1: Composição granulométrica: Antes da lavagem

Peneira (mesh)	Abertura (microm)	Massa retida (g)	% retida Simples	% retida Acumulada	% passante Acumulada
10	419	70,14	14,03	14,03	85,97
40	296	148,32	29,66	43,69	56,31
100	148	146,51	29,30	72,99	27,01
200	74	62,16	12,43	85,43	14,57
FUNDOS		72,87	14,57	100,00	0,00
TOTAL		500	100,00	-	-

Fonte: O autor (2018).

Figura 5: (a) e (b) Lavagem das amostras, (c) Amostra pesada em estado úmida, (d) secagem de amostra em estufa



Fonte: O autor (2018).

Após a lavagem do material, levando a redução de volume, os dados da tabela 1 passaram a ser o da tabela 2, ao final do processo, com todos os valores obtidos de cada peneira, definem-se os percentuais de material retido e acumulado com o cálculo da planilha de composição granulométrica.

Tabela 2: Composição granulométrica: Após a lavagem

Peneira (mesh)	Abertura (microm)	Massa retida (g)	% retida Simples	% retida Acumulada	% passante Acumulada
10	419	2,38	1,24	1,24	98,76
40	296	79,96	41,73	42,97	57,03
100	148	105,26	54,93	97,91	2,09
200	74	1	0,52	98,43	1,57
FUNDOS		3,01	1,57	100,00	0,00
TOTAL		191,61	100,00	-	-

Fonte: O autor (2018).

3.5.2 Resultados dos ensaios da amostra de solo do estudo de caso

Após a realização dos ensaios de caracterização da amostra de solo onde foi determinada a granulometria e a porcentagem, segue-se para os ensaios para determinar o teor de plasticidade do solo e sua umidade ótima.

3.6 Limites de Atterberg

3.6.1 Limites de plasticidade

É preparada uma pasta com o solo que passa na peneira #40, enrolando com a palma da mão em formato cilíndrico numa placa de vidro esmerilhado até alcançar o diâmetro de 3 mm (espessura de uma carga de caneta como demonstra na figura 6), quando o cilindro romper ou apresentar fissuras, é pesado e reservado o material para determinar sua umidade, repete-se pelo menos cinco vezes, o limite de plasticidade será a média dos teores de umidade das amostras.

Figura 6: (a) ensaio no vidro esmerilhado (b) amostras do ensaio na estufa



(a)



(b)

Fonte: O autor (2018).

3.6.2 Limite de liquidez

Colocou-se na concha do aparelho de Casagrande uma pasta do solo preparada com o material passante da peneira #40, com o cinzel fez-se o sulco no centro da pasta, ao girar a manivela foram contados os números de golpes até o sulco se fechar, é retirada uma amostra do meio da concha, pesada úmida e seca, repetiu-se 5 vezes e após seca em estufa determinou-se o valor de liquidez do solo para 25 golpes, figura 7.

Figura 715: (a) Pasta de solo no aparelho

(b) Aplicação dos golpes

Casagrande



Fonte: O autor (2018).

3.6.3 Resultados

A partir dos resultados obtidos nos ensaios foi elaborada a tabela 2 de dados dos limites de liquidez e de plasticidade e foram elaborados os cálculos na planilha para resultados finais na tabela 3.

Tabela 3: Resultados do ensaio de caracterização da amostra

Limites de liquidez (g*)				Limites de plasticidade (g*)	
Tara	T1	T2	T3	T1	T2
Nº de olpes	27	21	25	-	-
Peso da tara	12,54	12,46	13,56	12,48	12,82
Tara + solo	59,83	62,43	38,9	15,83	15,75
Tara + solo seco	49,12	50,88	32,77	15,14	15,16
Pw	10,71	11,55	6,13	0,69	0,59
Os	36,58	38,42	19,21	2,66	2,34
W%	29,28	30,06	31,91	25,94	25,21
Resultados	31,91%			25,58%	

Fonte: O autor (2018).

Tabela 4: Resultados dos limites de Atterberg do estudo de caso

LIMITE LIQUIDO:	31,91%
LIMITE PLASTICO:	25,58 %
INDICE DE PLASTICIDADE:	6,33%

Fonte: O autor (2018).

3.6.4 Índices: índice de plasticidade e consistência

O índice de plasticidade e o índice de consistência são determinados a partir do cálculo de número de golpes versus $W\%$ (figura 8), que determina o limite de liquidez – que é a umidade ótima do solo –, e foi feito o cálculo do índice de consistência através dos resultados dos LL e LP, com valor de 4,84 se mostrando um material de consistência dura.

* peso em gramas, exceto para os golpes do aparelho Casagrande.

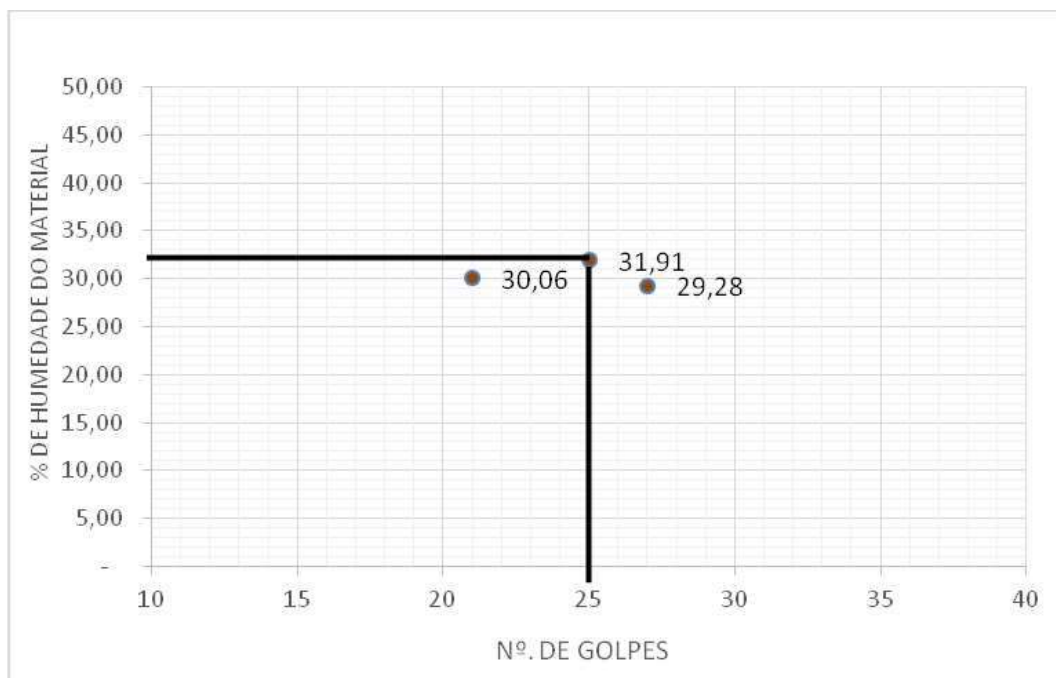


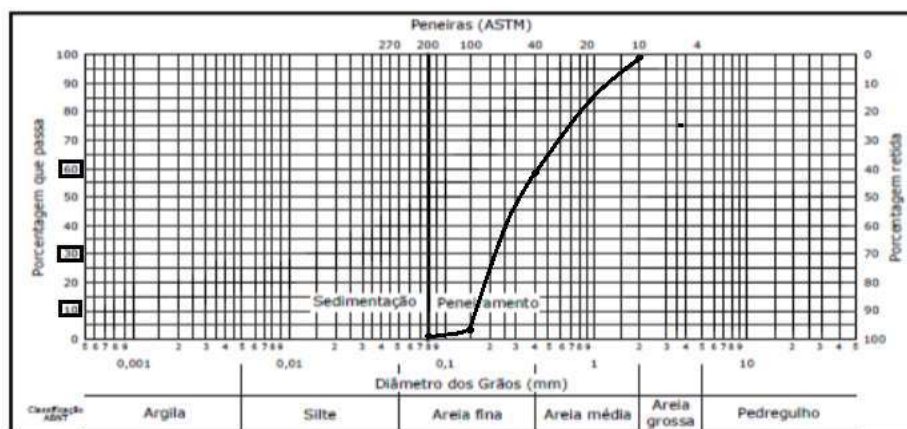
Figura 8: Resultados dos números de golpes pela umidade ótima do estudo de caso **Fonte:** O autor (2018).

3.6.5 Curva granulométrica e proposta de solução individual e coletiva

Para criar o gráfico da curva granulométrica foi utilizado o percentual retido acumulado em relação à coluna de abertura das peneiras como eixo x e a porcentagem passante do material como eixo y. Sendo modulo de finura obtido pela soma das porcentagens retidas acumuladas nas peneiras e dividindo o somatório por cem.

O resultado da curva do material da amostra de solo apresenta a quantidade de finos que se desgrudam do material granular maior, assim permitindo uma análise mais confiável Figura 9.

Figura 9: Curva de distribuição granulométrica
Os coeficientes de uniformidade do material lavado são os seguintes:



Fonte: O autor (2018).

- Coeficiente de não Uniformidade:

$$CNU = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0,49}{0,18} = 2,72$$

Ou seja, por ser um solo que apresenta $C_u < 5$ logo é denominado uniforme.

- Coeficiente de Conformidade:

$$CC = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}} = \frac{(0,23)^2}{0,18 \times 0,49} = 0,59$$

Para um solo bem graduado, o valor do coeficiente de curvatura (CC), deverá estar entre 1 e 3.

Através dos resultados da análise granulométrica conclui-se que é um material 40% arenoso e 60% siltoso, por isso, tem um comportamento não drenado, ou seja, a coesão aparente (sucção) do solo é muito maior, gerando uma saturação no solo. Possui uma consistência dura, ligeiramente plástico (não muito plástico), um material que necessita de proteção contra infiltração para evitar a sucção que baixa a resistência pelo preenchimento dos vazios podendo gerar o rompimento do talude.

Recomenda-se para esse talude do estudo de caso um plantio de gramas para evitar essa infiltração no solo, através de precipitações, sumidouros irregulares, esgotos que possa saturar o solo, o fazendo romper. Porém, o mais ideal seria o concreto projetado verde que impermeabilizaria toda a encosta trazendo mais segurança. Para a prevenção individual aonde foi coletada a amostra, o ideal para aquele corte a quase 90° seria uma parede de contenção.

4 Conclusões

Conclui-se com o presente trabalho que após a observação de um corte irregular no local da encosta da Rua Maria do Céu, com movimentação de massa de solo residual que constitui a encosta. A partir das características do solo residual, que supõe-se em condição não saturada e entendeu-se que é um solo com muita coesão aparente (sucção) gerando a saturação a partir de águas pluviais. Os dados obtidos por meio de caracterização do solo nos mostram um solo formado por aproximadamente 60% matéria orgânica, materiais finos, siltes e argilas e 40% de formação arenosa. Observou-se a necessidade de uma impermeabilização do solo ou um sistema de drenagem para captação de águas pluviais com um sistema de aproveitamento de água pluviais em contextualização com a NBR 15527/2007 – Águas de chuva: aproveitamento em áreas urbanas para fins não potáveis –, para o intuito de diminuir a saturação de água no solo aumentando e/ou mantendo a coesão necessária da encosta e ainda aproveitar essa água para gerar uma redução de custo para a cidade de uma maneira ecologicamente sustentável. Mostra-se a importância de um estudo mais aprofundado em relação a construções em encostas, principalmente aos riscos fatais, econômicos e ambientais irreparáveis. A falta de interesse público em dados técnicos impossibilitou a progressão desse estudo, visto que far-se-ia necessários ensaios de cisalhamento direto, o estudo dos parâmetros de resistência do maciço, sondagens, entre outros recursos fundamentais para uma apresentação mais precisa para melhor atender essa política pública que, recursos como esses ainda são muito limitados para fins acadêmicos e/ou em prol da sociedade.

5 Referências Bibliográficas

ABNT (2019) Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 7188. Análise Granulométrica

Gerscovich DMS (2012) Estabilidade de Taludes, Ed. Oficina de Textos, São Paulo, Brasil

Moliterno A (1997) Caderno de muros de arrimo. São Paulo: Edgard Blucher, 1980

ANÁLISE ANUAL E MENSAL DOS TRANSBORDAMENTOS DO RIO PAVUNA

Marcelo Negreiros de Araújo Junior¹, Bruno Vinicius de Oliveira Castro², Fabricio Polifke da Silva³,

Gisele Dornelles Pires⁴, Rafael João Sampaio⁵

^{1,2} aluno de graduação Engenharia Civil ^{3,4,5} Professores de Graduação Engenharia Civil

^{1,2,3,4} membros do 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

marcelo_fernandesneg@outlook.com, brunovocastro19@gmail.com, briciopolifke@gmail.com, unigengenharia@gmail.com e samprafael@gmail.com

Resumo – A ocorrência de transbordamentos de rios é responsável por produzir significativas perdas socioeconômicas em todo o mundo, principalmente em bacias de rápida resposta às chuvas. A Baixada Fluminense, Estado do Rio de Janeiro, sofre anualmente com os danos causados pela ocorrência de cheias na região. Nesse contexto, este trabalho procurou avaliar a frequência anual e mensal de transbordamentos do rio Pavuna, assim como a identificação dos sistemas meteorológicos que favoreceram a ocorrência das chuvas em sua área de contribuição, com a finalidade de fornecer informações que possam ser utilizadas pelas defesas civis e centros de monitoramento. Através da base de dados analisada, verificou-se que o ano 2013 apresentou o maior número de ocorrências de cheias. Além disso, observou-se uma ocorrência de transbordamentos do rio Pavuna entre novembro e março e uma menor frequência entre abril e setembro (período seco). Dentre os sistemas meteorológicos identificados, verificou-se que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) apresentou maior frequência como sistema predominante associado às chuvas e cheias do rio Pavuna.

(Palavras-chave: Rio Pavuna, hidrometeorologia, transbordamentos)

Abstract - The occurrence of River overflows is responsible for producing significant socioeconomic losses worldwide, especially in rainfall response basins. The Baixada Fluminense, State of Rio de Janeiro, suffers annually with the damages caused by the occurrence of floods in the region. In this context, this work tried to evaluate the annual and monthly frequency of Pavuna River overflows, as well as the identification of the meteorological systems that favored the occurrence of rainfall in its area of contribution, in order to provide information that can be used by civil defenses and monitoring centers. Through the database analyzed, it was verified that the year 2013 presented the highest number of flood occurrences. In addition, there was an occurrence of Pavuna river overflows between November and March and a lower frequency between April and September (dry period). Among the identified meteorological systems, it was verified that the South Atlantic Convergence Zone (SACZ) was more frequent as a predominant system associated with the rainfall and full of the Pavuna River.

(Keywords: Pavuna River, hydrometeorology, overflows)

1. Introdução

Eventos de transbordamentos são caracterizados como os eventos hidrometeorológicos extremos que produzem milhões de perdas socioeconômicas em vários países do mundo. Inundações bruscas, do inglês *flash floods*, são assim caracterizadas uma vez que o estágio de normalidade é recuperado em um curto intervalo de tempo (de poucos minutos a algumas horas), geralmente como o resultado da ocorrência de altos acumulados pluviométricos sobre uma área de captação relativamente pequena, englobando áreas até algumas centenas de quilômetros quadrados (Borga *et al.* 2007). Tais eventos extremos se apresentam também como um desafio para a comunidade científica e operacional quanto à sua observação e previsão devido à alta variabilidade e descontinuidade espaço-temporal da distribuição de chuva em uma bacia hidrográfica, especialmente sob monitoramento de rede hidrométrica esparsa, que pode ser potencialmente não representativa durante os eventos extremos de inundação (Javele *et al.* 2014).

Nesse contexto, o interesse sobre o meio ambiente, incluindo desastres naturais, do tipo inundações bruscas, tem sido alto de inúmeras pesquisas nas últimas décadas. Desastres naturais podem ser caracterizados como o resultado de fenômenos naturais extremos ou intensos que ocasionam grandes impactos na sociedade, sendo diferenciados primordialmente em função de sua origem, isto é, do fenômeno natural que o desencadeia

(Silva *et al.* 2017). Marcelino (2007) relata que diversas áreas do globo estão sendo impactadas por desastres naturais, principalmente ocasionados por sistemas meteorológicos severos, que favorecem a ocorrência de altos acumulados de precipitação diários, assim como, horários. O autor discute, ainda, que é praticamente impossível erradicar a ocorrência destes fenômenos. Assim, as ações governamentais devem ser direcionadas para o incentivo, operacionalização e implantação de medidas que visem mitigar e prevenir os possíveis impactos associados à ocorrência dos desastres naturais.

No estado do Rio de Janeiro, a ocorrência dos eventos de chuvas extremas, isto é, eventos em que são observadas altas taxas de precipitação são principalmente formados pela configuração da Zona de Convergência do Atlântico Sul e a passagem de Sistemas Frontais (Silva *et al.* 2017). Principalmente durante a estação do verão, a presença destes sistemas associados os maiores valões de temperaturas e disponibilidade favorecem então a ocorrência das chuvas extremas e eventos de cheias (Oakley *et al.* 2017). Especialmente na região da Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro verificam-se grandes perdas materiais e econômicas anuais devido às ocorrências recorrentes dos eventos de chuvas extremas e cheias (Carneiro 2008). Além do gatilho meteorológico (chuvas), a ocupação desordenada e irregular do solo nas margens próximas dos cursos d'água pode favorecer o aumento do escoamento superficial, devido à remoção da cobertura vegetal e ao consequente aumento da impermeabilização do solo. Assim, na ocorrência de altas taxas de chuvas, verifica-se uma tendência de aumento e aceleração dos picos de cheia e, conseqüentemente, um número expressivo de vítimas afetadas (Mayoral 2017).

Assim, com a finalidade 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](http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm)) criou em 2008, o Sistema de alerta de alerta de inundação. Nesse sistema, meteorologistas, engenheiros e técnicos realizam, 24 horas por dia e sete dias por semana, o monitoramento hidrometeorológico no estado do Rio de Janeiro. Ao identificar uma situação de risco hidrológico tal equipe envia avisos de alerta para defesas civis e população com a finalidade de mitigar os possíveis danos associados à ocorrência das cheias (Bahense *et al.* 2015). Entre os rios monitorados pelo INEA, optou-se pesquisar os eventos de transbordamentos do rio Pavuna (estação CET Meriti) por possuir uma boa quantidade de dados disponíveis de chuva e nível d'água. A estação de monitoramento CET Meriti encontra-se localizada no município de São João de Meriti, região da Baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro.

2. Materiais e Métodos

A área de contribuição da bacia do rio Pavuna faz divisa com as cidades do Rio de Janeiro, Mesquita, Nilópolis e São João de Meriti (Figura 1). O rio Pavuna (estação CET Meriti) é monitorado pela estação hidrometeorológica pertencente ao Sistema de Alerta de Cheias do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) e realiza a medição da chuva e nível de rio (através de um sensor de pressão) a cada quinze (15) minutos.

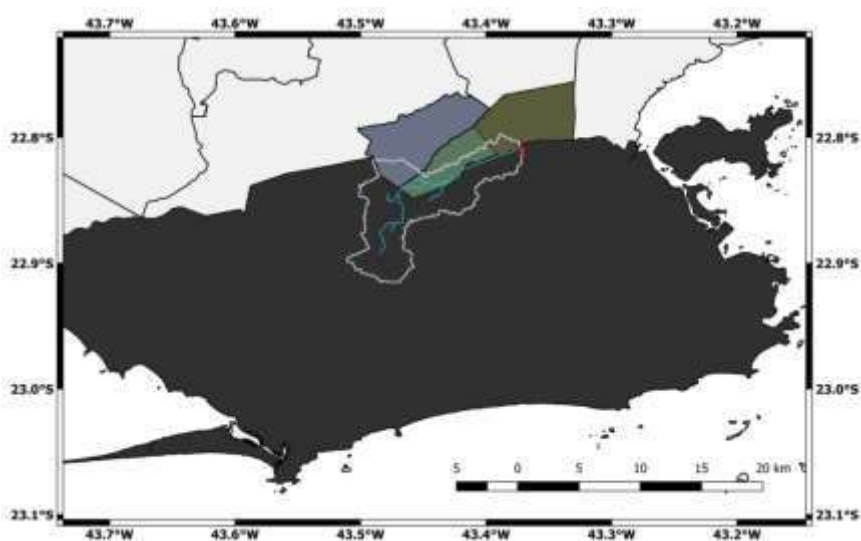


Figura 1- Bacia do rio Pavuna. O Círculo em vermelho representa a estação CET Meriti.

3. Identificação dos eventos de transbordamento

Através de uma cota pré-estabelecida (linha horizontal vermelha na Figura 2) pelo INEA e uma busca ao banco de dados hidrometeorológicos INEA foi possível identificar todos os eventos de transbordamento ocorridos entre 2008 e 2015. No decorrer do período analisado foram identificadas, então, 37 ocorrências nas quais o nível do rio Pavuna ultrapassou a cota de transbordamento. Através da Figura 2, verifica-se que a tendência média de elevação de transbordamentos do rio Pavuna é de aproximadamente dois metros (linha preta na Figura 2) com um valor médio máximo tendendo a aproximadamente 3,5 metros. É possível também observar que um comportamento médio similar de tendência de elevação e de esvaziamento do rio Pavuna caracterizando a sua rápida resposta à ocorrência da precipitação sobre a sua área de contribuição.

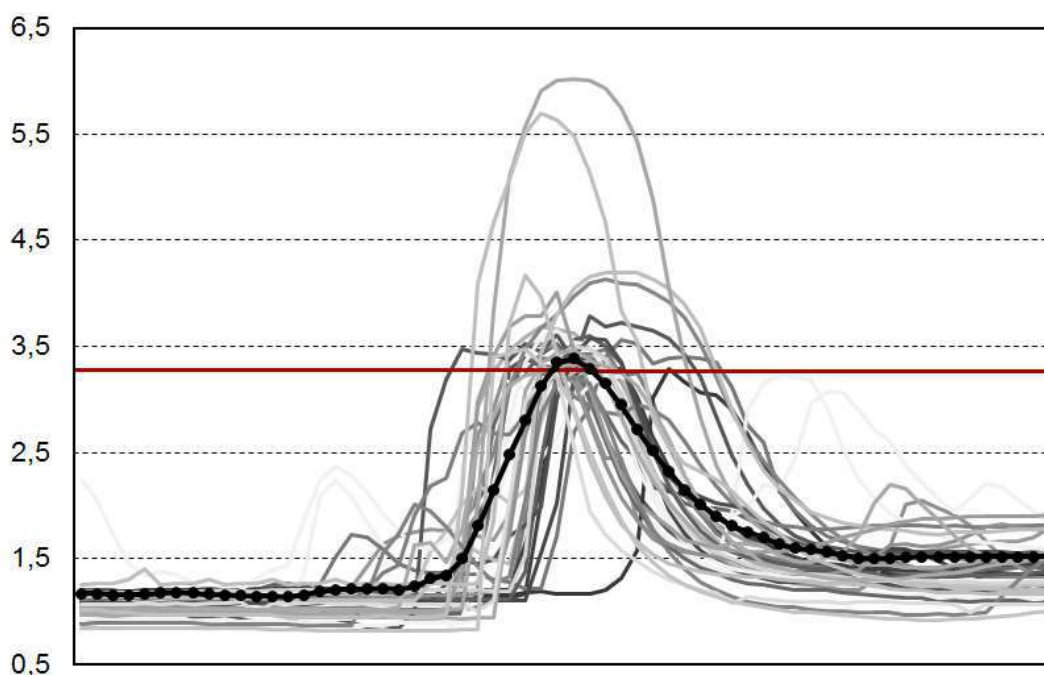


Figura 2 – Eventos de transbordamento do rio Pavuna ocorridos entre 2008 e 2015. A linha em preto representa a tendência média dos transbordamentos. A linha em vermelho representa a cota de transbordamento.

4. Frequência temporal dos eventos de transbordamento e sistemas meteorológicos associados

Após a identificação dos eventos de transbordamento do rio Pavuna observados, buscou-se avaliar a frequência anual e mensal associada a estes eventos. Através da Figura 3, verifica-se que o ano 2013 apresentou o maior número de ocorrências de cheias com um pico máximo de 12 eventos, seguidos pelos anos de 2010 e 2009 com respectivamente 8 e 7 eventos. Ocorrências intermediárias de transbordamentos do rio Pavuna são observadas nos anos de 2008 e 2012. As menores ocorrências são observadas entre 2014 e 2015. Ressalta-se que nestes dois últimos anos, a região Sudeste do Brasil apresentou um grande período de estiagem devido à ausência das chuvas sobre a maior parte do Brasil (Coelho *et al.* 2016).

Análise similar à frequência anual (Figura 3) pode também ser observada para a frequência mensal (Figura 4). Verifica-se através da Figura 4 uma maior ocorrência dos eventos de transbordamentos do rio Pavuna entre novembro e março (período chuvoso no estado do Rio de Janeiro) e uma menor frequência entre abril e setembro (período seco). Além da variabilidade mensal, é possível verificar uma maior ocorrência de transbordamentos entre os meses de novembro e dezembro, com um total de 26 ocorrências de transbordamentos, sendo este período associado à estação de verão na América do Sul onde são registrados maiores valores de temperatura e umidade que favorecem a formação de nuvens e chuvas em todo o Brasil. Entre abril e outubro, entretanto, não foram observadas ocorrências de transbordamentos do rio Pavuna.

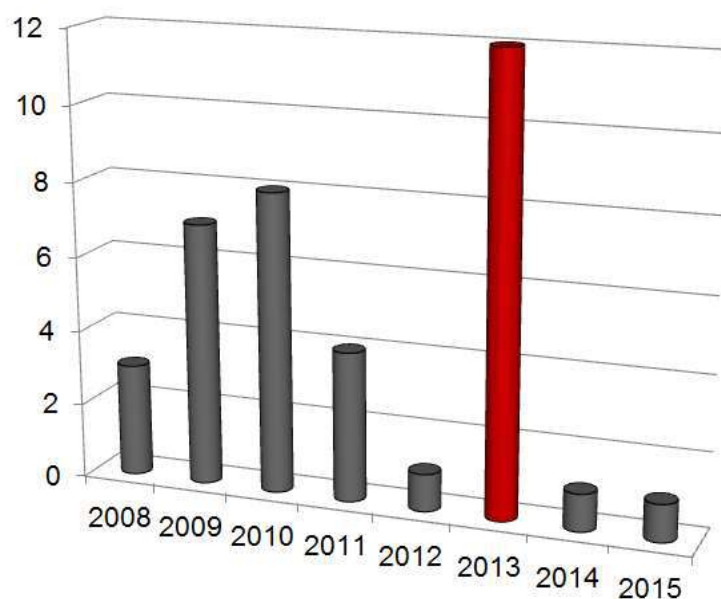


Figura 3 – Frequência anual de transbordamentos do rio Pavuna ocorridos entre 2008 e 2018.

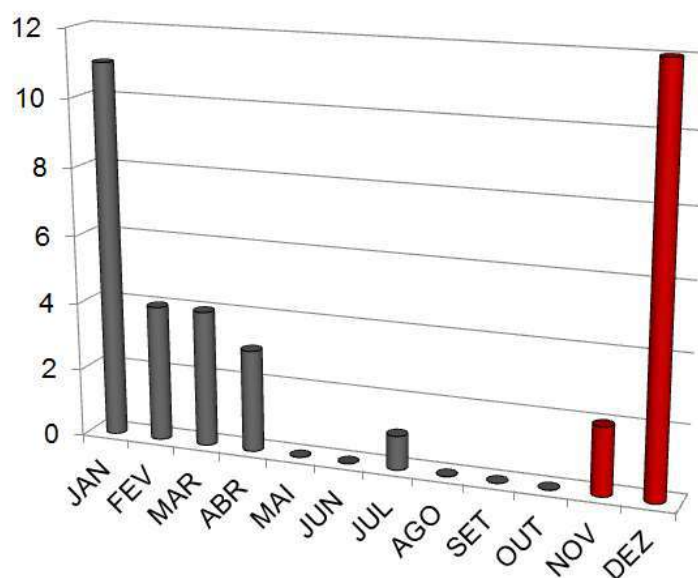


Figura 4 – Frequência mensal de transbordamentos do rio Pavuna ocorridos entre 2008 e 2018.

Através de uma consulta as cartas sinóticas disponibilizadas pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (<https://www.cptec.inpe.br/>) e Direção de Hidrografia da Marinha (<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>), verificou-se que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) apresentou maior frequência (51% das ocorrências) como sistema meteorológico predominante, seguido pelas tempestades convectivas (43%), ou tempestades isoladas, e pelos sistemas frontais (6%) respectivamente (Figura 4).

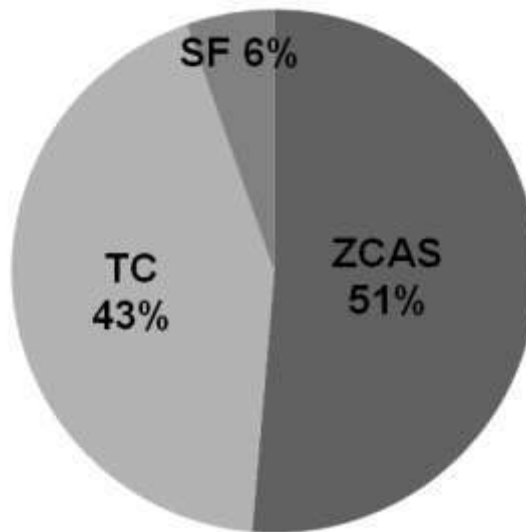


Figura 5 – Sistemas meteorológicos que favoreceram a ocorrência das chuvas e transbordamento do rio Pavuna.

5. Conclusões

Eventos hidrometeorológicos extremos, tais como os eventos de transbordamentos de rios, produzem milhões de perdas socioeconômicas em vários países do mundo. Com a finalidade de auxiliar a tomada de decisão realizada pelas defesas civis, este trabalho procurou avaliar a variabilidade anual e mensal associada aos eventos de transbordamento do rio Pavuna, assim como a identificação dos sistemas meteorológicos associados aos transbordamentos ocorridos. Através da base de dados do Instituto Estadual do Meio Ambiente foram identificadas 37 ocorrências de transbordamento do rio Pavuna. Verifica-se que o ano 2013 apresentou o maior número de ocorrências de cheias com um pico máximo de 12 eventos. Análise similar pôde também ser observada para a frequência com uma maior ocorrência dos eventos de transbordamentos do rio Pavuna entre novembro e março (período chuvoso no estado do Rio de Janeiro) e uma menor frequência entre abril e setembro (período seco). Através de uma consulta a carta sinótica verificou-se que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) apresentou maior frequência como sistema meteorológico predominante associado à ocorrência de chuvas e cheias do rio Pavuna.

6. Referências Bibliográficas

- 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>. Acessado em 03 jan 2019
- Borga M, Boscolo P, Zanon F, Sangati M (2007) Hydrometeorological analysis of the August 29, 2003 flash flood in the eastern Italian Alps. *J Hydrometeorol* 8:1049–1067
- Carneiro PF (2008) Controle de Inundações em Bacias Metropolitanas Considerando a Integração do Planejamento do Uso do Solo à Gestão dos Recursos Hídricos. Estudo de Caso: Bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 256p.
- Coelho CAS, Cardoso DHF, Firpo MAF (2016) A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. Disponível em <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/Coelhoetal.pdf>. Acessado em 03 jan 2019
- Javelle P, Demargne J, Defrance D, Pansu J, Arnaud P (2014) Evaluating flash-flood warnings at ungauged locations using post-event surveys: A case study with the AIGA warning system, *Hydrol. Sci. J.*, 59, 1390–1402, 2014

Marcelino EV (2007) Desastres naturais e geotecnologias: Conceitos básicos. CRS/INPE, Santa Maria, p 20p

Mayoral AG (2017) Estudo da bacia do Rio Acari: Obras de controlo de inundações e resiliência da bacia. Programa de graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado.

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

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>

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: ELEMENTOS INICIAIS PARA A CONSTRUÇÃO DE UM DIAGNÓSTICO

Raoni Lucena de Souza

Aluno Mestrando Universidade Federal Fluminense

Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense-UFF

rasouza@id.uff.br

Resumo – Resíduos químicos são produzidos diariamente por Instituições de Ensino Superior – IES. Nestas instituições, comparando com os processos industriais, a geração de resíduos ocorre em um volume significativamente menor e com uma variação bem maior de materiais. Devido a isso, durante muitos anos as IES não foram vistas pelos organismos de controle, usuários e população interna como geradores de resíduos químicos. A preocupação com o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior no Brasil data da década de 1990 e, embora haja algum avanço neste aspecto, a percepção geral é de que a condição global das IES brasileiras é de muita debilidade quanto a este tema. Este artigo busca discutir sobre o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior no Brasil e apresentar, a partir do diálogo com a literatura especializada, os principais elementos a serem considerados na construção de diagnóstico a respeito do gerenciamento de resíduos químicos em uma IES.

(Palavras chave: Resíduos químicos; Gerenciamento de resíduos; Instituições de Ensino Superior – IES.)

Abstract – Chemical residues are produced daily by Superior Educational Institutes – IES. On these institutions, compared with industrial processes, the residue production happens in a really smaller volume and with a bigger material variation. Due to this, in many years the IES never had been seen as chemical residues generators by the control organisms, users and internal population. The concern with the chemical residues management happens since the 1990's and, however there is some advancement on this matter, the general perception is that the global condition of the brazilian IES is of a great weakness on this matter. This article tries to discuss the chemical residues management on Brazil's IES and to present, starting from the dialogue with the specialized literature, the main aspects to be considered on a diagnosis approach about the chemical residues management on a IES.

(Key-words: Chemical residues, Residues management, Superior Educational Institutes – SEI.)

1 Introdução

A maioria das Instituições de Ensino Superior no Brasil produzem resíduos considerados perigosos. Portanto, que não podem ser destinados ao serviço urbano de coleta de lixo regular. Dentre esses resíduos perigosos, podemos destacar os resíduos infectantes ou potencialmente infectantes, característicos de serviços de saúde; e os resíduos químicos, muito característicos de atividades laboratoriais em diversas áreas como química, ciências biológicas e biomédicas, farmácia etc.

Os resíduos químicos podem possuir características perigosas, tais como inflamabilidade, explosividade, toxicidade e reatividade. Deste modo, o manejo deste tipo de material deve respeitar determinados procedimentos e precauções, desde a sua geração até a destinação final. O gerenciamento inadequado dos resíduos químicos pode acarretar maior risco de eventos que provoquem danos ao público interno, à comunidade ao redor e ao meio ambiente.

Comparando-se aos processos industriais, nas Universidades e outras instituições de ensino e pesquisa (IEP) os resíduos químicos são gerados em volumes bem menores e a variabilidade do tipo de material residual gerado é maior. Durante muitos anos, as IEP não foram vistas como geradoras de resíduos químicos, não havendo, assim, preocupação com procedimentos de manejo específicos. Apenas na década de 1990 a preocupação com este tema ganha destaque no cenário nacional.

A literatura especializada aponta que este desenvolvimento se dá através de iniciativas específicas de cada instituição, ou seja, existe muita desigualdade, dado que não há ainda um *modus operandi* padronizado e generalizado sendo adotado pelo conjunto das instituições, isso apesar de haver avanços no desenvolvimento de programas e ações voltados ao gerenciamento de resíduos químicos nas Instituições de Ensino e Pesquisa no

país. De modo geral, o que se aponta é a debilidade dos processos de manejo de e gerenciamento dos resíduos químicos nas IEP do Brasil, mesmo reconhecendo os avanços pontuais anteriormente mencionados.

Neste contexto, o presente artigo busca discutir o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior no Brasil e apresentar, a partir do diálogo com a literatura especializada, os principais elementos a serem considerados na construção de um diagnóstico institucional a este respeito.

2 A questão dos resíduos na atualidade

O termo ‘resíduo’ é empregado para descrever qualquer material que resulta da sobra de uma atividade humana qualquer, seja industrial, agrícola, de serviços ou mesmo doméstica. Figueiredo (2006) circunscreve o conceito de ‘resíduo’ como sendo “material remanescente de alguma apropriação, processo ou atividade e que, em princípio, possui potencial de uso para o próprio gerador ou não, com ou sem tratamento” (p. 49).

O gerenciamento dos resíduos gerados pelas mais diversas atividades humanas constitui-se em um grande desafio para a sociedade moderna. O crescimento populacional e o modelo de produção cada vez mais industrializado fazem com que se acirre o desequilíbrio entre a capacidade de produção de resíduos oriundos das atividades humanas e a capacidade da natureza de realizar a ciclagem de todos estes resíduos. Brasil (2006) aponta que este desequilíbrio se expressa em três aspectos: no aumento da produção (velocidade da geração de resíduos); na concepção dos produtos (cada vez mais descartáveis ou de menor duração); e na sua característica “não degradável” (produtos e rejeitos de composição química cada vez mais diferentes da natural e de mais difícil assimilação e degradação no meio ambiente).

Lima (2012) aponta que os resíduos ou rejeitos, na atualidade, tornam-se um grave problema de contaminação ambiental, seja no meio terrestre, no aquático ou no atmosférico, devido à sua quantidade elevada ou presença de substância tóxica, gerando graves efeitos para os seres vivos. O autor observa, também, que o reconhecimento desta problemática, tanto no âmbito do indivíduo quanto das organizações públicas ou privadas, é o início de um processo que, embasado em estudos e pesquisas, subsidia a mudança de atitude e a tomada de decisões, resultando na melhoria da qualidade de vida.

3 Resíduos gerados em Instituições de Ensino Superior

As Instituições de Ensino Superior (IES) são responsáveis por atividades muito diversificadas e, por isso, geram resíduos de natureza variada, comparáveis, inclusive, aos núcleos urbanos com relação aos possíveis impactos oriundos destes – guardadas, porém, as proporções de volume (Araújo, 2002; Saramento *et al.*, 2015). Souza (2005) enfatiza a diversidade dos resíduos potencialmente gerados em uma IES, apresentando uma sistematização aproximada dos resíduos gerados nos diferentes ambientes internos, apresentada a seguir na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais resíduos gerados em IES, segundo ambientes ou atividades geradoras

AMBIENTE OU ATIVIDADE GERADORA	TIPO DE RESÍDUOS MAIS COMUMENTE GERADO
Gráficas e copiadoras	Papel, restos de tintas de impressão e restos de equipamentos de impressão e/ou copiadoras desativadas.
Restaurantes, refeitórios e lanchonetes	Matéria orgânica putrescível (restos de alimentos) e papéis plásticos de embalagens.
Informática	Cartuchos de tintas de impressoras desativados e partes de microcomputadores não utilizados.
Salas de aula, secretarias, gabinetes, biblioteca, ateliês etc.	Papéis, restos de cartuchos de impressão, plásticos e demais materiais de escritório.
Obras de construção civil: construções, demolições, reparos etc.	Resíduos de construção civil idênticos aos gerados fora da universidade em ambientes urbanos.
Lixeiras espalhadas pelos <i>campi</i> ou dentro das edificações	Resíduos diversos, similares ao resíduo doméstico (restos de comida, papéis, plásticos, latas etc.)
Limpeza e podas de árvores	Folhas e galhos de árvores, areia e poeira de varrição, outros resíduos diversos idênticos os resíduos urbanos de varrição (papéis, plásticos etc.)
Laboratórios	Os laboratórios nas IES podem gerar resíduos das mais diversas naturezas, a depender da natureza específica da atividade desenvolvida no mesmo. Destaca-se como potencial de periculosidade e necessidade de maior atenção gerencial: a potencial geração de resíduos químicos ou com potencial contaminante. Em casos específicos, há também laboratórios que geram resíduos de natureza radioativa.
Espaços destinados aos cuidados à saúde	Assim como os laboratórios, estes podem gerar resíduos de naturezas muito distintas a

(leitos, enfermarias, ambulatórios, hospitais universitários etc.)	depende da atividade específica desenvolvida. Porém, aqui, em termos de risco potencial e preocupação gerencial, há uma expressão maior dos resíduos potencialmente contaminantes (gerados a partir de materiais em contatos com pacientes ou seus fluidos), bem como materiais perfurocortantes descartados (como agulhas, lâminas etc.), embora também estejam presentes os resíduos químicos e, excepcionalmente, radioativos.
--	---

Fonte: adaptado de Souza (2005)

4 Resíduos químicos gerados em Instituições de Ensino Superior

De acordo com a norma técnica NBR 14.725-1, da Associação Brasileira de Normas Técnicas, resíduo químico pode ser definido como (ABNT, 2009):

Substância, mistura ou material remanescente de atividades de origem industrial, serviços de saúde, agrícola e comercial a ser destinado conforme legislação ambiental vigente, para utilização em outro processo, reprocessamento/recuperação, reciclagem, coprocessamento, destruição térmica e aterro.

Embora esta definição adotada pela ABNT não incorpore, em seu texto, laboratórios de ensino e pesquisa, é notório que as atividades nestes ambientes podem gerar este tipo de resíduo.

De acordo com a legislação vigente, os resíduos químicos produzidos em laboratórios de ensino e pesquisa, apesar de comumente se apresentarem no estado líquido, são, por sua natureza e características, tratados como “resíduos sólidos”, definidos desta forma pela NBR 10004:

“Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, incluídos os laudos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível” (ABNT, 2004: pág. 34).

Os resíduos sólidos, por sua vez, podem ser classificados em perigosos (classe I) e não perigosos (classe II), sendo os não perigosos também subclassificados como inertes e não inertes. De acordo com a NBR 10004, Resíduos Perigosos – Classe I são:

Os resíduos sólidos que, em função de sua particularidade ou de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices, ou riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada, ou constem nos anexos A e B desta norma. (ABNT, 2004: pág. 34)

Já os resíduos não perigosos – classe II são todos aqueles não enquadrados na definição acima. Estes podem ser subdivididos em ‘não inertes’ e ‘inertes’, sendo os não inertes “resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente, não se enquadrando com a classificação de resíduos classe I” (ABNT, 2004: pág. 36); e os inertes “aqueles que, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente” (*Idem, ibidem*).

A maioria das Instituições de Ensino Superior no Brasil, destacadamente as públicas, possuem laboratórios que, em suas atividades rotineiras, produzem resíduos de natureza química. Esses resíduos diferenciam-se daqueles gerados pelas indústrias por apresentarem baixo volume e grande variedade em sua composição. Essa característica dificulta o estabelecimento de procedimentos padrão para o tratamento e a destinação final dos mesmos (Reis, 2014; Gerbase, 2005; Lima, 2012; Schneider *et al.*, 2012). Apesar de um volume substancialmente menor, se comparado às atividades industriais, os resíduos provenientes dos laboratórios das Instituições de Ensino e Pesquisa, se não gerenciados de maneira adequada, possuem potencial para causar danos ao patrimônio, à saúde humana e ao meio ambiente. Laudeano (2011) destaca que a maioria destas instituições convive diariamente com a produção e manuseio de resíduos perigosos, devido à presença de materiais com características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, patogenicidade e toxicidade.

Figueiredo (2006) aponta a possibilidade de incêndios, explosões, derramamentos e contatos acidentais com substâncias corrosivas e tóxicas, emissão de calor excessivo, entupimento e avarias nas redes de esgotamento sanitário, provocados pelo gerenciamento inadequado destes resíduos.

De acordo com Juliatto *et al.* (2011), a preocupação com resíduos gerados nas IES passou a ser uma questão amplamente discutida no cenário mundial a partir da década de 1970, com a adoção de programas de gerenciamento de resíduos por algumas universidades pelo mundo, cujas experiências passaram a ser discutidas na comunidade científica. No Brasil, a preocupação com o gerenciamento dos resíduos gerados em laboratórios de ensino e pesquisa nas IES ganha peso somente a partir da década de 1990 (Marinho *et al.*, 2011; Lima, 2012). De acordo com Marinho *et al.* (2011), o reconhecimento das IES como geradoras de resíduos perigosos na década de 1990 teve como marco a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ECO 92), cujas discussões e documentos produzidos evidenciam a necessidade de envolvimento das IES na introdução de práticas ambientais sustentáveis em suas atividades.

Em artigo publicado no final dos anos 1990, Jardim (1998) afirmava que, na grande maioria da IES do país, a gestão dos resíduos gerados nas atividades rotineiras de laboratórios era inexistente. O autor indica, ainda, a ausência de um órgão fiscalizador como elemento central para este cenário. De acordo com Lima (2012), ações isoladas vem sendo desenvolvidas por várias IES (notadamente as públicas) e pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), visando aumentar a visibilidade dos problemas referentes ao gerenciamento dos resíduos químicos produzidos nestas instituições. Contudo, o autor aponta que, a despeito de ações isoladas, essa questão precisa ser tratada coletivamente por toda a comunidade científica, bem como pelos órgãos de fomento. Assim, a ausência, na maioria das Instituições de Ensino e Pesquisa do país, de um programa de gestão de resíduos tem levado, com certa frequência, a um descarte pouco responsável dos materiais residuais no ambiente, através das pias dos laboratórios ou do lixo comum, ou em muitos casos, no acúmulo de resíduos armazenados precariamente por longos períodos de tempo. Alguns autores apontam que as atividades de ensino e pesquisa, como geram pequenas quantidades de resíduos se comparadas às atividades industriais, são tratadas como atividades não impactantes pelos órgãos de proteção ambiental e, por isso, pouco fiscalizadas (Schneider *et al.*, 2011; Afonso *et al.*, 2003; Jardim, 1998).

5 Gerenciamentos de resíduos químicos em Instituições de Ensino Superior

Ao tratar do ‘gerenciamento de resíduos de serviços de saúde’, a RCD ANVISA 306/04 assume o seguinte conceito:

um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo 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. (ANVISA, 2004)

Apesar de o texto normativo acima tratar de ‘resíduos de serviços de saúde’, entende-se, para fins deste estudo, que ele pode ser aplicado ao gerenciamento de resíduos químicos produzidos em instituições de ensino e pesquisa. É importante ressaltar nesta definição a ênfase tanto nos aspectos técnico-científicos como legal-normativos; a prioridade para a minimização da produção (antes do encaminhamento correto dos resíduos gerados); e as três dimensões de proteção observadas: o trabalhador, a saúde pública e o meio ambiente.

No cenário atual, onde existe uma preocupação crescente com o desenvolvimento sustentável e possíveis impactos ambientais das atividades, algumas instituições de ensino vêm desenvolvendo ações para gerenciar seus resíduos¹. Estudo realizado por Reis (2014) buscou levantar informações sobre os programas de gerenciamento de resíduos desenvolvidos pelos institutos, departamentos ou laboratórios de química das universidades públicas brasileiras. Seu trabalho constatou que, no momento da pesquisa, 50% das IES públicas possuíam Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR). Lima (2012) salienta que os programas de gerenciamento de resíduos químicos perigosos têm importância não somente na redução de impactos ambientais gerados na unidade, mas, principalmente, na educação ambiental de alunos e pesquisadores, que poderão assimilar essas práticas e aplicá-las em suas vivências fora da instituição. Souza (2013) afirma que esta ainda é uma disciplina em aberto e que, apesar das exigências legais, na prática esses aspectos não tem sido tratados com a devida atenção nos meios universitários e de pesquisa brasileiros. Em pesquisa realizada pela Comissão Nacional de Segurança Química (CONASQ), em 2003, poucas universidades brasileiras, públicas ou privadas,

1 Algumas dessas experiências são relatadas nos trabalhos de Schneider *et al.* (Universidade de Caxias do Sul); Imbroisi *et al.*, 2006 (Universidade de Brasília); Jardim, 1998 (UNICAMP); Lima, 2012 (Universidade Estadual do Rio de Janeiro); Menacho, 2016 (Universidade Federal do Rio Grande do Norte); Antoniassi, 2017 (universidade não identificada no trabalho).

atingiram resultados favoráveis no que diz respeito ao correto gerenciamento dos resíduos químicos (*apud* Souza, 2013).

Jardim (1998) destaca 4 premissas (e condições) básicas para que um programa de gerenciamento de resíduos possa se sustentar:

- (1) apoio institucional irrestrito ao programa; (2) priorizar o lado humano do programa frente ao tecnológico; (3) divulgar metas estipuladas dentro de várias fases do programa; (4) reavaliar continuamente os resultados obtidos e as metas estipuladas (p. 671).

Ao ser implementado, um programa de gerenciamento de resíduos deve contemplar dois tipos de resíduos: o ativo e o passivo. O ativo é formado pelos resíduos gerados nas atividades rotineiras da unidade; já o passivo são aqueles resíduos que são estocados na unidade geradora, em alguns casos, por um longo período de tempo, aguardando destinação final adequada, geralmente não caracterizados (Reis, 2014; Jardim, 1998).

Jardim (1998) afirma que as ações referentes ao gerenciamento de resíduos químicos nas unidades geradoras devem seguir uma determinada hierarquia, a saber:

- 1 – Prevenir a geração de resíduos; 2 – Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados; 3 – Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável a atividade gerenciadora; 4 – Reusar internamente ou externamente; 5 – Reciclar o material ou componente energético do resíduo; 6 – Manter todo o resíduo produzido na forma mais passível de tratamento; 7 – Tratar e dispor o resíduo de maneira segura (p. 3)

Seguindo a mesma lógica, Figuerêdo (2006) também apresenta uma hierarquia das ações, partindo daquelas mais desejáveis para as menos desejáveis, representadas, seguindo a seguinte ordem: 1 – redução na fonte; 2 – reaproveitamento; 3 – tratamento (que transforme o resíduo em não perigoso); 4 – disposição final (adequada para resíduos perigosos).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº. 6938, de 31 de janeiro de 1981) estabelece responsabilidade objetiva no caso de um possível dano ambiental, o que significa que o gerador é o principal responsável por possíveis danos ambientais oriundos dos resíduos por ele gerado, independentemente da configuração de culpa (Laudeano *et al.*, 2011; Reis, 2012). Para o sucesso de um plano de gerenciamento de resíduos, especialmente no tocante aos resíduos perigosos, é importante que se adote como regra, também internamente, a responsabilidade objetiva, que significa dizer que quem gerou o resíduo é o responsável pelo mesmo (Jardim, 1998).

6 Procedimentos recomendados para manejo de resíduos químicos

O gerenciamento adequado dos resíduos, a fim de dar-lhes o melhor e mais seguro destino final, bem como eliminar ou reduzir os riscos envolvidos no processo, envolve diversas etapas, desde sua geração, segregação, acondicionamento, tratamento preliminar e transporte, até chegar na destinação final do resíduo (Jardim, 1998; Lima, 2012).

Com o objetivo de apresentar didaticamente cada etapa do processo, estas foram esquematicamente separadas em três momentos: o primeiro momento se dá no ato da geração do resíduo, preferencialmente no mesmo local e sob responsabilidade de quem o gerou, englobando as fases de identificação (rotulagem e inventário), segregação e acondicionamento; o segundo momento ocorre posteriormente, mas ainda nas dependências da instituição geradora, englobando o as etapas do transporte interno, armazenamento temporário e armazenamento externo; já o terceiro momento pode ocorrer em ambiente externo à unidade geradora e engloba as etapas de coleta e transporte externo, tratamento e destinação final do resíduo.

Consideraram-se, como primeiro momento, as ações que se desenvolvem no momento da geração do resíduo. Neste momento, deve-se proceder a correta identificação, segregação e acondicionamento do resíduo.

A identificação consiste em um conjunto de medidas que visem caracterizar os materiais residuais adequadamente, a fim de dar-lhes o melhor encaminhamento possível de maneira eficiente (Veiga, 2010). Fazem parte do processo de identificação, destacadamente, dois procedimentos, o inventário e a rotulagem (Lima, 2012). Embora seja desejável que a identificação ocorra no momento da geração dos resíduos, esta etapa pode e deve se proceder para correta identificação do conjunto de resíduos existentes nos casos em que a instituição possua volumes de resíduos armazenados não caracterizados (Jardim, 1998; Menacho, 2016; Reis, 2014). Alguns autores consideram esta etapa fundamental, sem a qual todas as demais etapas da gestão tornam-se inviáveis (Jardim, 1998; Lima, 2012). Em levantamento, feito por Reis (2014), das características dos programas de gerenciamento de resíduos desenvolvidos em laboratórios de química das universidades brasileiras, identificou-

se que, em todos os casos, o procedimento inicial adotado é o de identificação dos resíduos químicos gerados, ou seja, realização de inventário ativo e passivo².

A identificação ou inventário de resíduos é o instrumento por meio do qual as atividades laboratoriais devem fornecer, entre outros dados, informações técnicas sobre as quantidades, a caracterização e os sistemas de destinação que adotam para os resíduos (Lima, 2012: p. 50-51).

A rotulagem é parte da etapa de identificação; consiste na “marcação dos recipientes que contenham substâncias químicas, por intermédio de símbolos e textos de avisos” (Lima, 2012: p. 52). A Convenção nº 170 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), relativa à “Segurança na Utilização de Produtos Químicos no Trabalho”, assinada em Genebra, em 25 de junho de 1990, na parte III, artigo nº. 7, dispõe as seguintes recomendações sobre rotulagem de regentes químicos.

- 1) Todos os produtos químicos deverão portar uma marca que permita a sua identificação;
- 2) Os produtos químicos perigosos deverão portar, ainda, uma etiqueta facilmente compreensível para os trabalhadores, que facilite a compreensão de informações essenciais sobre a sua classificação, os perigos que oferecem e as precauções de segurança que devam ser observadas;
- 3) As exigências para rotular ou marcar os produtos químicos, de acordo com os parágrafos 1 e 2 do presente Artigo, deverão ser estabelecidas pela autoridade competente ou por um organismo aprovado ou reconhecido pela autoridade competente, em conformidade com as normas nacionais ou internacionais;
- 4) No caso do transporte, tais exigências deverão levar em consideração as recomendações das Nações Unidas relativas ao transporte de mercadorias perigosas.

No Brasil, a norma ABNT NBR 14725, exige que a periculosidade de produtos químicos seja identificada por três tópicos:

- 1 – Pictograma de perigo: símbolo preto, sobre fundo branco, dentro de um quadrado com uma dimensão mínima de 1 cm × 1 cm, borda vermelha,5 apoiado num vértice;
- 2 – Palavra de advertência: “Perigo” ou “Atenção”, onde a primeira é usada para indicar os perigos mais graves e a segunda os de menor periculosidade;
- 3 – Frase de perigo (ou frases H = *Hazard*): descrevendo, de forma padronizada, a natureza e gravidade do risco de cada categoria de perigo, na qual o produto químico se enquadra.

Complementarmente, pode haver uma frase de precaução (ou frase P), indicando medidas adequadas para evitar ou limitar os efeitos nocivos que podem ser causados pelo produto químico perigoso, descritos na própria NBR 14725. Ressalta-se que esse sistema de identificação segue orientações descritas pela Organização das Nações Unidas (ONU), através do sistema GHS³.

2 “O inventário adotado por um IES deve contemplar dois tipos de resíduos: o ativo, gerado em atividades correntes, fruto das atividades rotineiras dentro da unidade geradora e posteriormente armazenados segundo procedimentos corriqueiros e usuais determinados por um plano de gestão; e o passivo, que compreende o material que foi gerado, acumulado e armazenado em tempos passados, para o qual não se teve uma solução de tratamento e descarte adequado na época em que foi gerado” (MENACHO, 2016: pág. 21).

3 O **Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS)** por sua sigla em inglês) estabelece critérios harmonizados para classificar substâncias e compostos com relação aos perigos físicos, para a saúde e para o meio ambiente. Inclui além, elementos harmonizados para informar dos perigos, com os requisitos sobre a rotulagem, pictogramas e fichas de segurança. Os critérios estabelecidos no **GHS** estão baseados no que descreve o documento chamado **Livro Púrpura** (<http://ghs-sga.com>).

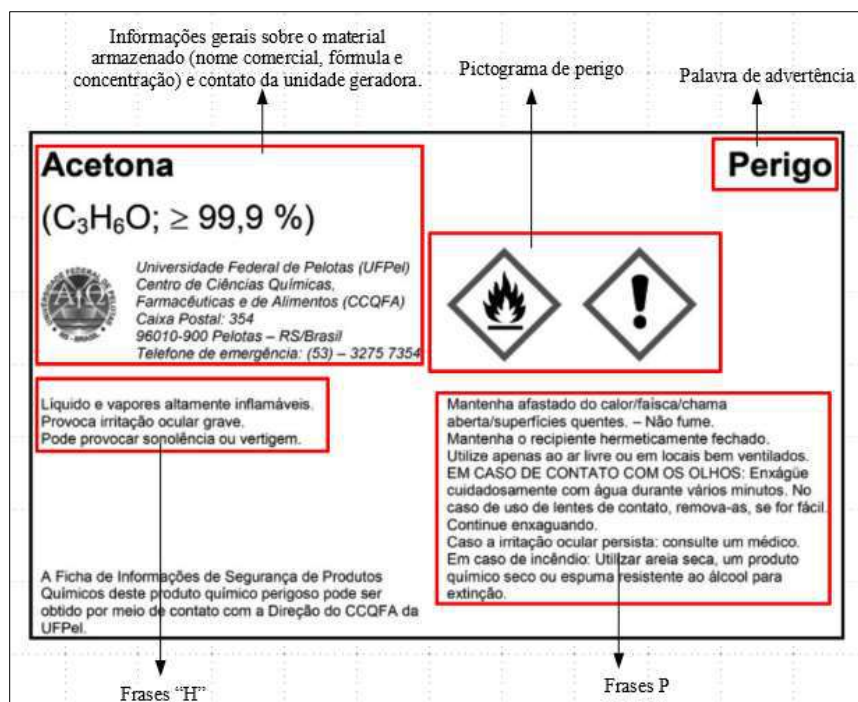


Figura 1 – Rótulo de acetona, de acordo com as diretrizes da NBR 14725
 Fonte: adaptado de Wallau *et al.*, 2013

Outra simbologia comumente utilizada de maneira complementar é o Diagrama de Hommel ou Diamante de Perigo (Menacho, 2016; Souza, 2013), simbologia desenvolvida pela NFPA (*National Fire Protection Association*)⁴. Consiste em um losango dividido em quatro partes, sendo que cada parte expressa um tipo de risco, aos quais são atribuídos graus de risco que variam de 0 a 4.

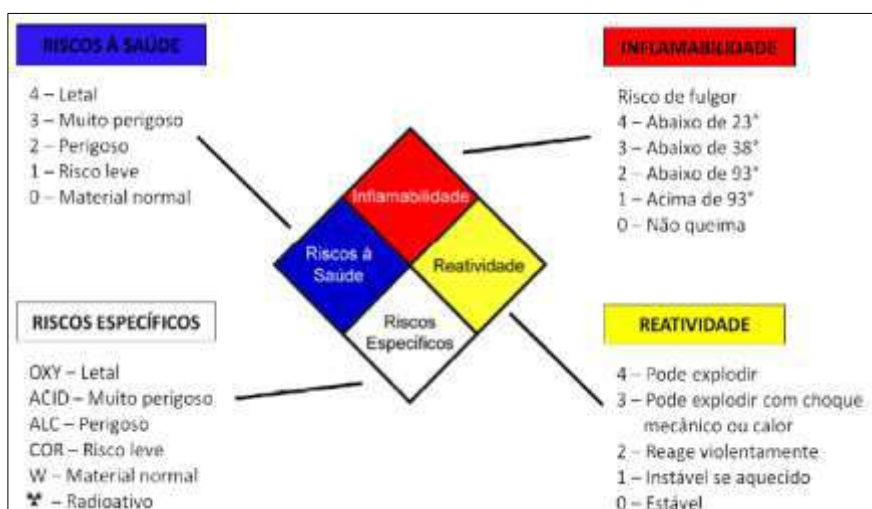


Figura 2 – Modelo explicativo de Diagrama de Hommel
 Fonte: Veiga, 2010

Segregação e acondicionamento são etapas diretamente interligadas entre si e relacionadas à identificação. A segregação consiste em separar os resíduos previamente identificados de acordo com as características e propriedades de cada material, e tem por finalidade facilitar o manejo do resíduo, uma vez que, conhecidas suas características, torna-se mais fácil a escolha da melhor forma de tratamento e disposição final. (Lima, 2012; Reis, 2014). O acondicionamento é o ato depositar os resíduos nos recipientes adequados, de

4 Associação Nacional para Proteção contra Incêndios dos Estados Unidos.

acordo com as características e propriedades de cada material. No caso dos resíduos químicos – que, por sua natureza, precisam ser armazenados –, este acondicionamento deve se dar de acordo com as informações obtidas através do rótulo do produto, da FISPQ⁵ ou de catálogos de produtos químicos, podendo ser feito em recipientes de plástico, vidro ou metal, desde que sigam as exigências de compatibilidade entre os produtos e destes com os materiais recipientes (BRASIL, 2006).

Considerou-se como segundo momento as atividades desenvolvidas após a geração do resíduo, ainda no âmbito da unidade que o gerou. Contempla as etapas de transporte interno, armazenamento interno e armazenamento externo.

A etapa do transporte interno consiste no traslado deste resíduo no interior do estabelecimento, ou seja: do local onde foi gerado até o local de armazenamento (temporário ou externo) ou do local de armazenamento temporário para o local de armazenamento externo. Este transporte deve ser realizado de maneira segura, evitando-se impactos ou trepidações, bem como a circulação do material em horário de pico de movimentação. Os recipientes com até 20 litros podem ser coletados e transportados manualmente, acima disso deve se utilizar o carro de coleta interna (BRASIL, 2006).

Armazenamento interno consiste na guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, em local próximo aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro do estabelecimento e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à apresentação para coleta externa (BRASIL, 2006). A sala para este armazenamento interno pode ser de uso exclusivo para esta finalidade (sendo chamada de “sala de resíduos”) ou compartilhada com outros usos (sendo chamada de “sala de utilidades”), desde que atendidas as exigências técnicas de construção para armazenamento de produtos químicos (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006).

O armazenamento externo é a guarda dos recipientes de resíduos até a realização da etapa de coleta externa. Esta guarda deve ser feita em ambiente exclusivo com acesso facilitado para veículos coletores. O abrigo de resíduos químicos deve ser construído em alvenaria, fechado, dotado de aberturas teladas para ventilação, com dispositivo que impeça a luz solar direta, pisos e paredes em materiais laváveis com sistema de retenção de líquidos, devidamente sinalizado de acordo com as características dos materiais armazenados e cuja entrada e seja restrita ao pessoal envolvido no manejo de resíduos (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006).

Foi identificado como terceiro momento, o conjunto de procedimentos que geralmente ocorrem fora do espaço da instituição geradora, a saber: coleta e transporte externo, tratamento e disposição final.

O tratamento consiste na aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características dos resíduos, reduzindo ou eliminando os riscos à saúde do trabalhador, da população em geral e ao meio ambiente. O tratamento dos resíduos químicos pode ser realizado na instituição geradora ou em outro local (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006). Reis (2014), em seu estudo sobre os programas de gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa no Brasil, levantou as formas de tratamento mais comumente adotadas nestas instituições, apresentadas na Tabela 2.

5 FISPQ (Ficha de Informação Sobre Produtos Químicos) é um documento normatizado que apresenta informações essenciais e detalhadas sobre o produto químico, tais como: identificação, fornecedor, classificação, periculosidade, medidas de precaução e procedimentos de emergência. A norma brasileira que orienta a elaboração de FISPQ é a NBR 14725-4 (ABNT, 2009)

Tabela 2 – Formas de tratamento de resíduos químicos mais comumente adotadas nas instituições de ensino e pesquisa

Neutralização	Trata-se de um processo eficiente e de baixo custo, usados para eliminar resíduos ácidos ou básicos, produzindo soluções aquosas de sais.
Destilação	Usada principalmente para a recuperação de solventes orgânicos, é baseado nas diferenças de temperaturas de ebulição entre os compostos coexistentes em misturas.
Processos oxidativos avançados (POA)	Baseiam-se na geração de radicais hidroxila (OH.), que possui alto poder oxidante e pode promover a degradação de vários compostos poluentes rapidamente.
Precipitação de metais	Consiste em precipitá-los na forma de hidróxidos ou óxidos em alto pH. Como em alguns casos vários precipitados se redissolvem em excesso de base é necessário um rigoroso controle do pH.
Incineração	Trata-se de um processo que envolve a oxidação de materiais por combustão controlada até produtos simples mineralizados, como dióxido de carbono e água, eliminando o perigo tóxico associado ao material.
Coprocessamento	Consiste em um método de destruição térmica que não gera passivos ambientais e permite o aproveitamento dos resíduos como matéria prima alternativa ou sua destinação final ambientalmente correta.

Fonte: adaptado de Reis, 2014

A maioria das IES não dispõem de estrutura para o tratamento dos resíduos gerados. Assim, na maioria dos casos, os resíduos são segregados e encaminhados, sem tratamento prévio, para coleta, transporte externo e destinação final (Reis, 2014).

A etapa de coleta e transporte externo pode ser definida como a remoção dos resíduos do abrigo de resíduos (armazenamento externo) e o traslado até unidade de tratamento ou destinação final. Deve-se utilizar técnica e procedimentos normatizados a fim de se preservar as condições de acondicionamento dos resíduos, bem como a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente. No caso dos resíduos químicos, esta etapa deve ser realizada por sistemas licenciados de coleta e transporte deste material específico (BRASIL, 2006)

A disposição final consiste na disposição definitiva de resíduos no solo ou em locais previamente preparados para recebê-los. Estes locais devem atender a critérios técnicos de construção e operação e ser submetidos a licenciamento ambiental (BRASIL, 2006). Para os resíduos considerados perigosos, de acordo com os critérios descritos na NBR 10004/2004, a destinação final deve ocorrer em aterro de resíduos perigosos – classe I⁶. Para os resíduos considerados como não-perigosos, a destinação final pode ocorrer em aterro sanitário, juntamente aos resíduos sólidos urbanos convencionais.

7 Elementos para a construção de diagnóstico do gerenciamento de resíduos químicos em IES

Conforme ficou destacado nos tópicos anteriores, a literatura técnica e científica aponta a ocorrência de grande desigualdade no tratamento dessa temática pelas IES brasileiras. Assim, no sentido de planejar ações voltadas ao gerenciamento de resíduos químicos nas Unidades, é importante que se construa um diagnóstico adequado. Neste ponto serão apresentados alguns eixos, levantados a partir do diálogo com a literatura especializada, considerados de grande relevância na construção de um diagnóstico do gerenciamento de resíduos químicos em IES.

- a) **Apoio institucional:** este é o primeiro e mais importante quesito para o sucesso de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos. Ações pontuais podem ser construídas por iniciativa individual ou coletiva de profissionais, alunos ou pesquisadores. Entretanto, se tais iniciativas não se inserirem em um projeto de âmbito institucional, tenderão a se dissipar com o tempo permanecer circunscritas em âmbito muito restrito (um laboratório ou um departamento, por exemplo). Jardim (1998) destaca o apoio institucional como uma das premissas para o sucesso de um programa deste tipo, enfatizando que este apoio deve ser irrestrito.

6 Aterro de resíduos perigosos – classe I ou aterro industrial: “Técnica de disposição final de resíduos químicos no solo, sem causar danos ou riscos à saúde pública, minimizando os impactos ambientais e utilizando procedimentos específicos de engenharia para o confinamento destes” (BRASIL, 2006: pág. 56).

- b) Controle interno (inventário): deve haver controle interno dos resíduos gerados nas diferentes atividades, laboratórios, projetos de pesquisa. Esse controle pode ocorrer através da implementação de inventário de resíduos, ferramenta através da qual os geradores diretos fornecem, entre outros dados, informações técnicas sobre quantidade e caracterização dos resíduos gerados, bem como tratamento e destinação quando aplicável (Lima, 2012). É desejável que este processo de inventário dos resíduos ocorra no momento da geração do mesmo. Entretanto, sabendo que em grande parte das IES há volumes não caracterizados, esse passivo deve também ser inventariado para que seja dado o tratamento e destinação corretos (Jardim, 1998; Lima, 2012; Reis, 2014; Menacho, 2016). Autores como Jardim (1998) e Lima (2012) apontam o inventário de resíduos como um instrumento fundamental para um gerenciamento adequado dos resíduos, sem o qual todas as demais etapas estariam comprometidas.
- c) Acondicionamento: acondicionamento é a guarda dos materiais residuais nos recipientes adequados, de acordo com suas características (BRASIL, 2004, 2006). Este procedimento deve respeitar orientações técnicas a fim de impedir vazamentos ou rompimentos, mas também facilitar as fases seguintes de manejo como transporte e a segregação. Ocorre que, em muitas IES, os recipientes utilizados não são padronizados e, por vezes, até improvisados. Com cores, formas e tamanhos totalmente variantes, as etapas de transporte, segregação e armazenamento tornam-se mais difíceis.
- d) Rotulagem: rotular significa identificar os recipientes contendo resíduos químicos com uma marcação ou rótulo. É importante que as informações contidas nesses rótulos estejam de acordo com as recomendações normativas. Também é importante que haja padronização neste tipo de identificação, facilitando, assim, a leitura da informação por parte dos usuários dos laboratórios e dos sujeitos envolvidos no manejo desses resíduos.
- e) Regularidade de coleta: a coleta interna dos resíduos deve ser planejada conforme a capacidade do abrigo, os recursos (equipamentos e pessoal) disponíveis, regularidade e frequência da coleta externa (BRASIL, 2006). É importante que esta regularidade seja pré-determinada e conste no Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos da Unidade. Em muitas IES ocorre que a coleta, tanto interna como externa, dos resíduos não responde a um planejamento prévio, ocorrendo com frequência indeterminada, dependendo de ocasiões circunstanciais. Esta situação dificulta o planejamento adequado quanto à segregação dos resíduos e mesmo o dimensionamento dos abrigos.
- f) Proteção individual: o manejo de resíduos químicos é uma atividade que oferece riscos ao meio ambiente, à saúde pública e aos trabalhadores envolvidos nas diversas etapas. Cabe à instituição geradora adotar medidas que busquem reduzir os riscos associados às atividades de manejo, sejam elas executadas por trabalhadores, estudantes ou pesquisadores. Assim, além de fornecer treinamento, orientação e procedimentos quanto ao manejo dos resíduos, dever ser oferecido também, equipamentos de proteção individual (EPI's), tais como luvas, óculos de proteção, botas e aventais, de acordo com a atividade executada. É importante que os EPI's necessários a cada tipo de atividade sejam previstos no procedimento operacional e que seu uso seja exigido e registrado pela Instituição.
- g) Formação: diversos autores consultados apontam a importância da educação e treinamento no tocante ao gerenciamento de resíduos (Jardim, 1998; Lima, 2012; Souza, 2013). Souza (2013) aponta, ainda, que não basta um profissional de laboratório adotar medidas apropriadas para prevenção de riscos, mas todos usuários precisam estar conscientes dos riscos envolvidos nas atividades, inclusive aqueles relacionados com o meio ambiente e a comunidade ao redor, e cientes quanto às práticas adequadas para minimizá-los. Lima (2012) indica, também, que os programas de gestão e gerenciamento de resíduos têm importância não somente na redução dos possíveis impactos ambientais diretos das atividades desenvolvidas, mas também na educação de alunos e pesquisadores, que se tornarão profissionais atuantes nos mais diversos setores e instituições. Assim, é importante que as IES adotem iniciativas para educação quanto ao manejo dos resíduos químicos. Estas iniciativas devem abranger trabalhadores, prestadores de serviço, alunos e pesquisadores e ter caráter contínuo.
- h) Abrigo de resíduos: por fim, assunto bastante relevante são os abrigos de resíduos. Nem todas as IES possuem abrigos próprios para armazenamento de resíduos químicos. Algumas possuem instalações vinculadas a uma unidade específica, não abrangendo o conjunto da instituição. A presença do abrigo é importante pois torna mais eficiente a logística do manejo, tanto possibilitando que a coleta interna ocorra com maior regularidade, quanto tornando mais ágil e eficiente a coleta externa, geralmente realizada por empresa prestadora de serviço. Além disso, a existência de um abrigo centralizado para armazenamento de resíduos químicos da IES centraliza o controle sobre saída de resíduos da Instituição. O abrigo de resíduos químicos deve atender a especificidades técnicas, a saber: ser construído em alvenaria, fechado, dotado de aberturas teladas para ventilação, com dispositivo que impeça a luz solar direta, pisos e paredes em materiais laváveis com sistema de retenção de líquidos,

devidamente sinalizado de acordo com as características dos materiais armazenados e cuja entrada e seja restrita ao pessoal envolvido no manejo de resíduos (BRASIL, 2004; BRASIL, 2006).

8. Conclusão

Este artigo buscou discorrer sobre o gerenciamento de resíduos químicos em Instituições de Ensino Superior no Brasil, buscando compreender o estado da arte desta temática no cenário nacional, e apontando elementos importantes a serem considerados na construção de um diagnóstico do gerenciamento de resíduos químicos em uma IES.

Constatou-se que, nas últimas décadas, houve avanços referentes ao gerenciamento de resíduos nas IES brasileiras, muito em função da penetração do debate ambiental e da temática da sustentabilidade na academia e no conjunto da sociedade. Entretanto, estes avanços ainda são produto de iniciativas locais, ações isoladas, circunscritas à Instituição ou mesmo a unidades ou setores específicos dentro dela. Outras instituições não desenvolveram Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos ou iniciativas desta monta. Deste modo, pode-se afirmar que, apesar de avanços pontuais, o cenário que prevalece é de grande desigualdade e insuficiência quanto às práticas de gerenciamento de resíduos químicos no conjunto das IES brasileiras.

Contribuem para este cenário: a própria diversidade das atividades desenvolvidas nas IES, e a relativa autonomia das unidades perante a administração central, bem como a ausência de cobrança e fiscalização por parte dos órgãos ambientais, educacionais e de fomento à pesquisa.

Assim, ações voltadas ao gerenciamento de resíduos químicos nas IES devem necessariamente partir de um diagnóstico mais preciso possível sobre quais as condições existentes. Este trabalho apresentou alguns elementos relevantes, que devem ser considerados na construção deste diagnóstico, a partir do diálogo com a literatura técnico-científica disponível.

Este estudo não esgota a questão, que segue sendo um tema em aberto. É necessário que haja ações coordenadas das diversas IES brasileiras, junto a órgãos vinculados ao meio ambiente, saúde pública, segurança do trabalhador e educação da esfera federal, buscando estabelecer diretrizes comuns que visem consolidar práticas de manejo mais adequadas por parte das diversas instituições. É importante que tais ações sejam de caráter contínuo e não pontuais, a fim de, através da colaboração administrativa e acadêmica, diminuir a distância existente entre as diversas instituições neste cenário.

9 Referências Bibliográficas

Afonso JC (2003) Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais: Recuperação de Elementos e Preparo Para Descarte Final. Revista Química Nova, São Paulo, 4(26): 602-612

Antoniassi MCKS (2017) A importância do gerenciamento de resíduos perigosos em uma universidade: estudo de caso dos laboratórios de ensino e pesquisa. Sistemas & Gestão, 12:183-191

Araújo VS (2002) Gestão de Resíduos Especiais em Universidade: Estudo de Caso da Universidade Federal de São Carlos. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2004) NBR 10.004. Classificação de resíduos. Rio de Janeiro

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2010) Normas NBR 14725-1. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 1: Terminologia. Rio de Janeiro

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (2010a) Normas NBR 14725-1. Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente. Parte 4: Ficha de Informação sobre Produto Químico – FISPQ. Rio de Janeiro

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (1981) Lei nº. 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2 de setembro de 1981

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2004) Resolução RDC nº 306, de 7 de Dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços e de saúde. Diário Oficial da União. Brasília- DF

Brasil. Ministério da Saúde (2006). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. 1ª ed. Brasília-DF.

Cavalcanti JM, Moreira EO (2007) Metodologia de estudo de caso: Livro didático. Ed. UnisulVirtual, Santa Catarina

Figuerêdo DV (2006) Manual para Gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituição de Ensino e de Pesquisa. Belo Horizonte, Conselho Regional de Química de Minas Gerais

Gerbase AE (2006) Gerenciamento dos Resíduos da Disciplina Química Inorgânica. II do Curso de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Revista Química Nova, São Paulo, 2(29): 397-403

Gil AC (2008) Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo. Atlas

Imbroisi D, Guaritá-Santos JM, Barbosa SS, Shintaku SF, Monteiro HJ, Ponce GAE, Furtado JG, Tinoco CJ, Melo DC (2016) Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em Foco. Química Nova, 29(2):404-409.

Jardim WF (1998) Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. Química Nova, 21:5: 671-673

Juliatto DL, Calvo MJ, Cardoso TE (2011) Gestão integrada de resíduos sólidos para instituições públicas de ensino superior. Revista Gestão Universitária na América Latina, 4:170-193

Laudeano CG, Bosco TCD, Prates KVMC (2011) Proposta de gerenciamento de resíduos químicos para laboratórios de instituição de ensino médio e técnico. II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – 5 a 9 de dezembro de 2011

Lima IC (2012) Gerenciamento de resíduos químicos de laboratórios: estudo de caso do Instituto de Química da Universidade de Estado do Rio de Janeiro. Dissertação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ

Marinho CC, Bozelli RL, Esteves FA (2011) Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: A experiência do laboratório de limnologia da UFRJ. Eclética Química, 36: 85-100

Menacho JCR (2016) Gerenciamento de resíduos químicos perigosos e não perigosos para o departamento de engenharia química da UFRN. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia química), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN

Organização Internacional do Trabalho (OIT) (2005) Diretrizes sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho. Tradução de Gilmar da Cunha Trivelato. 1ª ed. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, São Paulo

Reis PM (2014) Gerenciamento de resíduos químicos nas universidades federais brasileiras. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado em química), Universidade Federal de São João del-Rei. São João del-Rei-MG

Sacramento JC, Finoti AR, Laurenti A, Pacheco RM, Meireles S (2015) Gestão de resíduos químicos em instituições de ensino superior: melhores práticas e perspectivas. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental – Anais. Porto Alegre-RS, 23 a 26 de novembro de 2015

Schneider VE, De Conto SM, Manfredini KL, Brustolin I, Boz G. (2012) A gestão ambiental de resíduos químicos na Universidade de Caxias do Sul. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente – Anais. Bento Gonçalves-RS, 25 a 27 de abril de 2012

Souza MCL (2013) Análise e planejamento da gestão de risco químico e biológico para prevenção de acidentes em laboratórios universitários. Dissertação, Programa de Pós-graduação em defesa e segurança civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ

Souza KE (2005) Estudo de um método de priorização de resíduos industriais para subsídio à minimização de resíduos químicos de laboratórios de universidades. Dissertação, Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP

Wallau WM, Dos Santos AJRWA (2013) Produtos químicos perigosos utilizados em laboratórios de ensino – proposta e exemplos para indicação de seus perigos no rótulo. Química Nova, v. 36, 8:1267-1274

Veiga TB (2010) Diagnóstico da situação do gerenciamento de resíduos perigosos no Campus da USP de Ribeirão Preto-SP. Dissertação, Programa de Pós-graduação em enfermagem em saúde pública, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto-SP.

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL ÀS RADIAÇÕES IONIZANTES NO SETOR INDUSTRIAL

Sharles dos Anjos de Oliveira¹; Luiz Felipe Alonso²

¹ Aluno Pós-graduação – UNIG – Segurança do Trabalho ²Professor Pós-graduação – UNIG – Segurança do Trabalho
sanjos1980@gmail.com; felipealves@gmail.com

Resumo - A saúde é direito adquirido pelo cidadão e dever do Estado, constando na Constituição Federal de 1988 e estabelecida pela Lei Orgânica da Saúde. Nos últimos anos, a saúde do trabalhador tem alcançado uma relevância não verificada em outros momentos. Dentre os riscos ocupacionais encontrados nas atividades industriais está ligada à exposição a radiações ionizantes. A exposição ocupacional às radiações ionizantes tem sido motivo de preocupação, pois pode acarretar muitos problemas de saúde. A exposição ocupacional a este tipo de radiação pode ser oriunda de várias atividades, como em aplicações médicas, reatores nucleares, pesquisas científicas, agricultura e indústria, entre outros. O objetivo desse trabalho é abordar a exposição ocupacional às radiações ionizantes no setor industrial. Optou-se por essa abordagem, visto que observa-se a existência de médico e engenheiro do trabalho, visando uma prevenção e tratamento dos casos ocorridos. O estudo será descritivo e contará com uma revisão de literatura. Para tanto, serão analisados livros e artigos científicos que abordam tal temática. Os artigos científicos serão pesquisados na base de dado Scielo e sites ligados a Normas Reguladoras.

(Palavras-chave: Segurança do Trabalho. Exposição Ocupacional. Radiações ionizantes. Indústrias.)

Abstract - Health is a right acquired by the citizen and duty of the State, which was established in the Federal Constitution of 1988 and established by the Organic Health Law. In recent years, worker health has reached an unrecognized relevance at other times. Among the occupational risks found in industrial activities is related to exposure to ionizing radiation. Occupational exposure to ionizing radiation has been a cause for concern as it can lead to many health problems. Occupational exposure to this type of radiation can come from various activities, such as medical applications, nuclear reactors, scientific research, agriculture and industry, among others. The objective of this work is to address the occupational exposure to ionizing radiations in the industrial sector. This approach was chosen, since the existence of a physician and work engineer is observed, aiming at prevention and treatment of the cases that occurred. The study will be descriptive and will feature a literature review. For that, will be analyzed books and scientific articles that deal with this theme. The scientific articles will be searched in the Scielo database and sites linked to Regulatory Standards.

(Key-words: Work Safety. Occupational Exposure. Ionizing radiation. Industries).

1 Introdução

A incidência de doenças em países industrializados chega a corresponder a 60% de todas as doenças ocupacionais. Nesse sentido, a exposição ocupacional às radiações ionizantes tem sido motivo de preocupação (Brand *et al.* 2011). A exposição ocupacional a este tipo de radiação pode resultar de diversas atividades humanas notadamente, em aplicações médicas, reatores nucleares, pesquisas científicas, agricultura e indústria, entre outros (Huhn *et al.* 2016).

Apesar dos esforços de alguns órgãos governamentais em difundir conhecimentos voltados para as atividades de Proteção Radiológica (destaca-se aí o papel desempenhado, pela Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, através do Instituto de Radioproteção e Dosimetria - IRD) é ainda, pouco difundido e de pouco domínio, mesmo entre os profissionais da área, o conhecimento a respeito dos efeitos maléficos produzidos por exposições que ultrapassam os limites permitidos.

É preciso ressaltar a necessidade do compromisso e da responsabilidade do dos Empregadores, do Ministério do Trabalho e Emprego e da Vigilância Sanitária, nas três esferas de governo, que devem assumir perante os trabalhadores e a sociedade brasileira. Os empregadores cumprindo e fazendo cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho, bem como informando os colaboradores sobre: os riscos profissionais que possam originar-se nos locais de trabalho; os meios para prevenir e limitar tais riscos e as medidas adotadas pela empresa; os resultados dos exames médicos e de exames complementares de diagnóstico aos quais os próprios trabalhadores forem submetidos. Cabe ainda ao órgão regional do MTE fiscalizar e orientar quanto ao uso adequado e a qualidade do EPI e aplicar, na sua esfera de competência, as penalidades cabíveis pelo descumprimento desta NR.

Quanto a Vigilância, um dos papéis importantes que deve ser vinculado ao dia a dia dos inspetores das vigilâncias sanitárias, é a de orientar o usuário de materiais e fontes radioativas a desenvolver uma cultura prevencionista baseada nos princípios da radioproteção e na prevenção de acidentes. O conhecimento dos equipamentos e as suas aplicações, dos processos de trabalho, e os insumos utilizados, são ferramentas indispensáveis na identificação dos riscos das instalações radioativas (Brand *et al.* 2011).

As atividades com radiação ionizante na área de indústria está concentrada no uso de dosímetros nucleares, radiografia industrial, perfilagem de poços de petróleo, aceleradores lineares e irradiadores de grande porte. Atualmente existem em torno de 1.355 instalações radiativas no país, perfazendo um total de, aproximadamente, 25.000 indivíduos ocupacionalmente expostos à radiação ionizante (Huhn *et al.* 2016).

O objetivo desse artigo é abordar a exposição ocupacional às radiações ionizantes no setor industrial. A metodologia a ser utilizada é a descritiva e contará com um levantamento bibliográfico, onde serão analisados livros e artigos sobre a temática objeto desse trabalho.

2 Metodologia

O estudo será descritivo e contará com uma revisão de literatura. Para tanto, serão analisados livros e artigos científicos que abordam tal temática. Os artigos científicos serão pesquisados na base de dados Scielo e sites ligados a Normas Reguladoras.

3 Resultados

As radiações ionizantes são as faixas das ondas em que a energia é suficiente para ionizar átomos e ejetar elétrons do átomo. As mais conhecidas são: raios-X e radiação gama. As radiações sob a forma de partículas são: feixes de elétrons, feixes de prótons, radiação beta, radiação alfa. As radiações ionizantes são as que produzem íons, radicais e elétrons livres na matéria que sofreu a interação. Essas reações são: invisíveis, inodoras, inaudíveis, insípidas e indolores (Huhn *et al.* 2016).

Essas radiações possuem alta frequência e, portanto, baixo comprimento de onda. Ao interagirem, transformam os átomos ou moléculas em íons, ao contrário de outras formas de energia como, por exemplo, a luz, o infravermelho e a micro-onda que apenas possuem a capacidade de excitar os átomos sem alterar suas estruturas eletrônicas. Como decorrência dessa alta capacidade energética podem ser responsáveis por graus diferenciados de agravos à saúde e à integridade dos seres vivos. Daí o enfoque dado na legislação de Periculosidade e Insalubridade para esse tipo de radiações (Huhn *et al.* 2016).

A exposição radioativa dos profissionais que manipulam fontes de radiação é avaliada por dois parâmetros: o Hp (10) e o Hp (0,07). O Hp (10) estima a dose devida à radiação mais energética associada à dose efetiva, ou seja, é o equivalente de dose pessoal medido a 10 mm da pele com a capacidade de alcançar os órgãos internos. Por outro lado, o Hp (0,07) estima a dose devida à radiação de baixa energia associada à dose equivalente na pele, medida a 0,07 mm da pele, atendendo a que devido ao seu pouco poder de penetração, fica depositada à superfície da pele. Assim, a dose efetiva e a dose equivalente são determinadas através das leituras provenientes de dosímetros pessoais, colocados em determinadas regiões do corpo dos profissionais (Huhn *et al.* 2016).

Dentro de cada grupo profissional, é efetuada sempre que possível uma distribuição equitativa das tarefas entre todos os elementos, para evitar que uns estejam mais expostos à radiação do que os outros. Isto é conseguido através de escalas rotativas mensais que têm em conta o número de profissionais presentes e as limitações que possam ter no desempenho das diversas funções (nomeadamente, por motivos de doença ou gravidez).

Concomitantemente ao desenvolvimento tecnológico, ocorreram infortúnios decorrentes de exposições indevidas às radiações. Danos biológicos, uso inadequado e falta de conhecimento das propriedades da radiação levou à criação de normativas que visam à proteção do ser humano e do meio ambiente (Huhn *et al.* 2016).

Com o objetivo de minimizar os efeitos nocivos das radiações ionizantes e proporcionar um maior grau de segurança na manipulação de radiações ionizantes, estabeleceram-se diversas recomendações e normas de segurança, onde estão definidos os conceitos e valores dos limites de dose. A sua implementação criou a necessidade de se conhecer as doses de radiação a que os trabalhadores estão sujeitos, sendo este objetivo cumprido pela dosimetria individual (Huhn *et al.* 2016).

A dosimetria individual deve constituir parte integrante de qualquer Programa de Proteção e Segurança Radiológica (PPSR), pois vai ajudar a alcançar e manter as condições de segurança radiológica nos locais de trabalho (Arias *et al.* 2006).

Em nossa legislação, as Radiações Ionizantes encontram-se contempladas, tanto na CLT (Normas Regulamentadoras e Portarias), como em Diplomas Legais específicos (Lei e Decreto), constituindo-se no único agente ambiental que dispõe de caracterização tanto como causador de Insalubridade como de Periculosidade ou Risco de vida (Ruiz *et al.* 2012).

O Anexo nº. 5 da NR-15, trata de Insalubridade decorrente da exposição a radiações ionizantes. Este anexo é o mais antigo dos diplomas legais vigentes sobre Radiações Ionizantes. Em seu texto, esse Anexo remete para a Norma CNEN NE 3.01 - Diretrizes Básicas de Radioproteção, não só a definição dos princípios, a determinação das obrigações e dos tipos de controles básicos para a proteção do homem e do ambiente, como também, e isso é de suma importância, a definição dos limites de tolerância a serem aplicados (Huhn *et al.* 2016).

De acordo com a Norma CNEN-NE 3.01 de 01 de julho de 1988, a dose equivalente anual máxima para quaisquer órgãos ou tecidos é 0,5 Sv/ano, que representa metade da dose limiar para efeitos biológicos determinísticos nos órgãos mais radiosensíveis, com exceção do cristalino dos olhos, para o qual o limite é 0,15 Sv/ano. Para os efeitos estocásticos, o limite de dose efetiva é 0,05 Sv/ano. Este valor corresponde a um risco de morte para o trabalhador de 5×10^{-4} por ano, que é similar ao risco a que estão expostos trabalhadores em outros ramos de atividade.

Acontece que a Norma CNEN NE 3.01 utiliza critérios próprios, tanto no que diz respeito ao seu campo de abrangência, como no que se refere aos valores permissíveis das doses de radiação, e que são denominados como limites primários anuais de dose equivalente. Entre esses Limites Primários, o mais usual é a dose equivalente efetiva. Essa dose é medida em Sievert (Sv) ou em Rem (1 Sv equivale a 100 Rem) A Dose Equivalente Efetiva na unidade de tempo é denominada taxa de dose equivalente efetiva (Ruiz *et al.* 2012).

Para um melhor entendimento, faz-se necessário explicitar que, para efeito de aplicação da Norma CNEN, os indivíduos são divididos em dois grandes grupos: a) Trabalhadores "Indivíduos que trabalham e operam com radiações ionizantes" Devem ser monitorados, ou seja, devem portar dosímetros (filmes dosimétricos ou dosímetros termoluminescentes) que quantifiquem os valores de radiações recebidos; b) Indivíduos do público "Pessoas que embora não trabalhem ou operem com radiações ionizantes possam estar sujeitas a elas". Dessa forma, num ambiente de trabalho, um trabalhador (de acordo com os critérios estabelecidos pela CLT) poderá ser um indivíduo do público (de acordo com os critérios da Norma CNEN NE 3.01) (Ruiz *et al.* 2012).

A diferença na terminologia não seria importante se não houvesse diversidade nos limites de tolerância estabelecidos para cada uma das alternativas. Acontece que para os trabalhadores (aqueles assim denominados pela CNEN), a dose equivalente é de 50mSv/ano ou 5.000mRem/ano, enquanto para os Indivíduos do Público essa dose é 50 vezes menor, ou seja, 1mSv/ano, ou 100mRem/ano (Huhn *et al.* 2016).

Como os trabalhadores (de acordo com os critérios da CNEN) são contemplados pelos preceitos contidos na Lei 7.394/85 (Lei do Técnico em Radiologia) bem como pela Portaria 3.393/87 do Ministério do Trabalho (que trata das atividades executadas com radiações ionizantes) e ambos os diplomas legais são muito mais favoráveis sob o ponto de vista econômico, os profissionais envolvidos não se interessam pelos benefícios estabelecidos pelo Anexo 5 da NR-15. No entanto, um grande universo de trabalhadores (assim vistos pela CLT), como por exemplo, secretárias, atendentes, pessoal administrativo, não encontrando amparo para seus pleitos administrativos e/ou judiciais nos diplomas legais retro mencionados, buscam no Anexo 5 da NR-15 sua fundamentação para justificar a pretensão de percepção do adicional correspondente (que nesse caso é o de insalubridade) (Xavier *et al.* 2010).

No que diz respeito à periculosidade, a Portaria 3.393/87 do MTb estendeu o disposto no Art. 193 da CLT sobre Periculosidade às atividades executadas com radiações ionizantes. O objetivo desta série de artigos é, através da análise desses documentos legais, fornecer aos profissionais de Engenharia de Segurança e de Medicina do Trabalho envolvidos em avaliações ambientais, perícias técnicas administrativas e principalmente perícias judiciais, subsídios que lhes permitam avaliar as consequências de seus pareceres e laudos sobre os impactos financeiros, econômicos e sociais deles decorrentes.

As radiações ionizantes não são, principalmente quando utilizadas em apoio a indústria, (onde são de alta importância tanto para execução de ensaios não destrutivos como no controle da produção através de

medidores radiativos), fonte causadora de catástrofes, quando utilizados dentro dos procedimentos técnicos preconizados principalmente nas Normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (Xavier *et al.* 2010).

Como quaisquer outros agentes (químicos físicos ou biológicos) que podem afetar o homem, também as radiações ionizantes, quando utilizadas ao arrepio das Normas de Segurança podem causar Insalubridade ou se caracterizar como agentes potencialmente perigosos.

Ainda referente a proteção radiológica, o Ministério do Trabalho e Emprego aprovou as Normas Regulamentadoras (NR), em 2005, onde menciona em seu item 32.4 as radiações ionizantes, especificando no item 32.4.1 que o atendimento das exigências com relação às radiações ionizantes, não desobriga o empregador de observar as disposições estabelecidas pelas normas específicas da CNEN e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, do Ministério da Saúde (Pires *et al.* 2004).

O Plano Proteção Radiológica faz parte do Memorial Descritivo de Proteção Radiológica e é um documento requisitado pela Portaria da Secretaria de Vigilância Sanitária nº 453 de junho de 1998 que deve ser entregue à este órgão ao se solicitar o Alvará de funcionamento inicial do serviço. O Memorial contém, não só a descrição do estabelecimento e de suas instalações, mas também o Programa de Garantia de Qualidade, que descreve como deve ser o controle de qualidade dos equipamentos e o PPR, possui informações para o trabalho seguro com radiações ionizantes (Poupart *et al.* 2008).

O Memorial Descritivo, que contém o PPR, deve ser anexado ao PPRA (Plano de Prevenção de Riscos Ambientais) e deve incluir o risco físico "Radiações Ionizantes", que deve ser lido pela CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) e ser utilizado como base para a prevenção de acidentes durante o trabalho com aparelhos de raios X ou materiais radioativos. Sendo assim, no setor hospitalar as equipes multiprofissionais que trabalham com radiação ionizante, no que tange ao radiodiagnóstico, organizam o trabalho de forma a suprir a demanda de procedimentos. Por isso, a organização do trabalho tem um papel de destaque na vida do trabalhador, tanto pelo modo como o próprio trabalho é realizado, quanto pelas interrelações estabelecidas, ou seja, a organização do trabalho aparece como uma relação intersubjetiva e uma relação social. Dessa forma, não se pode pensar na organização do trabalho só de forma técnica, da forma como o trabalho é operado. Ela é técnica, mas passa, também, por uma integração humana, que a modifica e lhe dá forma concreta (Ruiz *et al.* 2012).

Pressupõe-se que a falta de conhecimento acerca da legislação que discute o PPR e a indisponibilidade de tempo para reunir toda equipe tenham colaborado para se evidenciar que os poucos que elaboraram o PPR tenham sido os mesmos que o implementaram. O conhecimento insuficiente acerca da legislação e da PR na formação desses profissionais pode ter sido um dos fatores que dificultou o envolvimento de toda a equipe multiprofissional na implementação do documento.

O próprio fato de não se reconhecer como participante no processo de implementação do PPR pode ser atribuído pelo pouco conhecimento dos profissionais. Comprova-se a importância de as empresas interceptarem as carências apresentadas pelos profissionais e desenvolver métodos, para propor e definir os caminhos a serem trilhados a fim de construir ambientes sadios para agregar conhecimento. A partir dessa consciência, o êxito e a qualidade da assistência são aprimorados e os efeitos biológicos ocupacionais são evitados.

Salienta-se a importância de serviços realizados por comissões especializadas em medicina do trabalho, engenharia de segurança e comissão interna de prevenção de acidentes, entre outras comissões de segurança e saúde presentes nas instituições, para promover a participação dos trabalhadores nos programas e planos de proteção à saúde, e, sugere-se que os órgãos fiscalizadores atuem de forma efetiva para que o PPR possa atingir o objetivo de preservar a integridade da saúde dos profissionais que atuam em serviços de radiodiagnóstico, bem como dos que se utilizam destes.

No que diz respeito à prevenção da exposição ocupacional às radiações ionizantes, observa-se que o período de monitorização dos trabalhadores depende das características do trabalho a realizar, sendo mais conveniente a periodicidade mensal atendendo a que períodos superiores a um mês dificultam a determinação da causa de valores anômalos registrados (Xavier *et al.* 2010).

Com o objetivo de proteger os profissionais expostos às radiações ionizantes, a International Commission on Radiological Protection (ICRP) propôs recomendações para as situações nas quais os seres humanos são expostos às radiações ionizantes. Em 1990, a ICRP revisou e, em 1991, publicou a ICRP Publicação 60 com novas recomendações quanto à proteção radiológica, para aplicação em uma variedade de situações e atividades com materiais radioativos. A partir dessa publicação, observou-se a necessidade de

relatórios mais específicos na área da medicina, publicando-se, entre vários, a "Proteção Radiológica e Segurança em Medicina", ICRP Publicação 73 (Huhn *et al.* 2016).

Cabe ainda como medida de segurança em ambientes onde existam fontes de radiações ionizantes:

- a) realizar a delimitação das zonas e áreas de acesso controlado e vigiado;
- b) buscar dados confiáveis sobre a barreira de chumbo que é obrigatória no ambiente emissor de radiação ionizante;
- c) Limitar o acesso de pessoas;
- d) Usar todo equipamento de segurança necessário, que esteja descrito ou não no Programa de Proteção Radiológica;
- e) Retirar as luvas e lavar as mãos, antes e após o manuseio de material radioativo;
- f) Utilizar a roupa de proteção no trabalho somente no trabalho. Isso porque a contaminação pode impregnar a roupa e ao andar com roupas desse tipo, pode-se espalhar a contaminação;
- g) Sinalizar de maneira correta o local de trabalho radiológico. A placa com o símbolo internacional que indica radiação é imprescindível, bem como, a luz que indica uso do equipamento que emite radiação;
- h) O responsável pela equipe de trabalho precisa estar ciente da sua responsabilidade, e estar sempre atento observando se os exames indicados e demais procedimentos de segurança estão sendo realizados corretamente.

Atualmente, observa-se que, embora haja preocupação por parte dos órgãos regulamentadores em editar legislações voltadas à proteção radiológica, ainda existem situações nas quais os profissionais expõem-se às precárias condições oferecidas em alguns ambientes de trabalho, como por exemplo, a oferecida à equipe de cirurgia ortopédica em alguns centros cirúrgicos (Flor e Gelbcke 2013).

O correto diagnóstico é de suma importância para uma conduta terapêutica eficaz. Nesse sentido, a existência de um médico do trabalho no ambiente laboral é de extrema importância para um rápido diagnóstico e tratamento (Huhn *et al.* 2016).

O médico do trabalho necessita avaliar como aspectos para um diagnóstico correto e a prescrição de condutas terapêuticas adequadas o quadro clínico; a história de exposição ocupacional; a melhora com o afastamento e a piora ao retornar ao posto de trabalho (Flor e Gelbcke 2013).

Cabe, por fim, mencionar que a aposentadoria especial é devida ao segurado que tenha trabalhado durante 15, 20 ou 25 anos, conforme o caso, em condições descritas pela lei como prejudiciais à saúde ou à integridade física do trabalhador, como é o caso dos profissionais que trabalham em ambiente em que são expostos a radiação.

Os riscos ocupacionais oriundos das indústrias influenciam diretamente na qualidade de vida dos trabalhadores, prejudicando a sua produtividade e sua vida como um todo. Os custos inerentes a essas doenças ocupacionais são muito grandes tanto para os trabalhadores, como para os empresários e para o Estado, pois o número de aposentadorias especiais requeridas pela incapacidade de trabalhar devido a doenças oriundas da exposição às radiações ionizantes cresce a cada ano (Ruiz *et al.* 2012).

Algumas indústrias têm procurado determinar procedimentos que descrevem as condições básicas tanto na preparação como na execução do método de ensaio radiográficos. Um exemplo específico é a determinação dos procedimentos do ensaio radiográfico de soldas dos componentes voltadas para as soldas dos componentes do reator da Usina Nuclear de Angra 3.

Para a escolha do equipamento apropriado as indústrias devem levar em consideração a espessura penetrada da junta a ser radiografada, do material, da classe de teste estipulada e as distâncias envolvidas (Huhn *et al.* 2016).

Buscando reduzir o efeito da radiação retro espalhada, que diminui o contraste e definição radiográfica, devem ser utilizados colimadores na saída do feixe primário de radiação. No caso do espalhamento lateral, deve ser utilizada uma folha de chumbo como filtro de 0,5 a 2,0mm (Huhn *et al.* 2016).

4 Conclusão

A segurança do trabalho tem ganhado ênfase nos últimos anos, mas ainda não a devida importância por parte das empresas. Muitas organizações por trabalharem com produtos que podem causar algum tipo de problema, levando os funcionários a serem afetados por doenças laborais.

Nesse sentido, o SESMT é essencial para o desenvolvimento de ações preventivas e corretivas, bem como para conscientização dos riscos. Uma ação importante por parte da medicina do trabalho é a detecção precoce da exposição excessiva (EE ou SC+) ao risco, mesmo sem qualquer sintomatologia ou sinal clínico, através da avaliação clínica do trabalhador e/ou dos exames constantes do Quadro I da NR 07, no qual o trabalhador deverá ser afastado do local de trabalho, ou do risco, até que esteja normalizado o indicador biológico de exposição e as medidas de controle nos ambientes de trabalho tenham sido adotadas.

É necessário usar um sistema que garanta uma identificação permanente na radiografia, rastreável ao contrato, componente, solda ou cordão de solda, ou número de parte, como apropriado. As marcas de identificação de referência e direção de medição deverão ser tais a corresponder as marcas e direções do ensaio por ultrassom das soldas, de maneira a ser possível uma comparação de resultados com o ensaio por ultrassom.

Já o setor de Segurança do Trabalho estará atuando na antecipação e reconhecimentos dos riscos; no estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle; na avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores; bem como na implantação de medidas de controle (Equipamentos de proteção Coletiva e individual e medidas administrativa) e avaliação de sua eficácia. Ambos com um objetivo em comum, que é a prevenção da segurança e saúde dos funcionários.

Porém, uma grande fatia das empresas, com base na portaria 3217/78 – Norma Regulamentadora 04, é a não obrigatoriedade de constituir Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho – SESMT próprio, o que dificulta a tomada de ações preventivas.

É preciso uma conscientização maior por parte dos empresários, visto que, a exposição ao risco, sem as devidas ações preventivas, além de gerarem risco grave eminente a saúde, elevam a taxa de absenteísmo, ocasionando prejuízo à empresa.

Uma ação importante para minimizar esses problemas, é o desenvolvimento e a implementação dos programas de prevenção de saúde e segurança ocupacional, tais como Programa de Prevenção de Riscos Ambientais – PPRA, Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional, Programa de Proteção Radiológica – PPR, dentre outros.

É necessário que todas as instituições que admitam trabalhadores como empregados e que desenvolvem suas atividades com exposição às radiações ionizantes, cumpram todas as ações legais trabalhistas e previdenciárias, bem como, disponibilize cursos, materiais educativos e equipamentos com o objetivo de aculturar todos os funcionários envolvidos nos riscos relacionados a radiação ionizante.

Referências Bibliográficas

Arias C (2006) La regulación de la protección radiológica y la función de las autoridades de salud. Rev Panam Salud Publica. 20 (2-3):188-97

Brand CI, Fontana RT, Santos AV (2011). A saúde do trabalhador em radiologia: algumas considerações. Texto Contexto Enferm. 20(1):68-75

Brasil (2005) Norma Regulamentadora N 32 Segurança e saúde no trabalho em estabelecimentos de saúde. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil, Brasília.

_____. (1998) Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Diretrizes de proteção radiológica em radiodiagnóstico médico e odontológico ". Portaria nº 453, de junho.

Flor RC, Gelbcke FL (2013). Análise das cargas de trabalho decorrentes da prática da enfermagem em serviço de hemodinâmica. Rev Enfermagem UFPE. 7(Esp):7034-7041

Huhn A, Vargas MAO, Melo JAC, Lima FG, Lança L, Ferreira ML (2016) Proteção radiológica: da legislação à prática de um serviço. Rev Enferm Foco. 7(2):1-14

Pires D, Gelbcke FL, Matos E (2004) Organização do trabalho em enfermagem: implicações no fazer e viver dos trabalhadores de nível médio. Trabalho, Educação e Saúde, São Paulo, 2(2):311-325

Poupart J, Deslauriers JP, Groulx LH, Lapierre A, Mayer R, Pires AP. (2008) A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis, Brasil, Vozes

Ruiz VS, Araujo, AL. (2012). Saúde e segurança e a subjetividade no trabalho: os riscos psicossociais. Rev. bras. saúde ocup. São Paulo, 37:125-138

Xavier AM, Gaidano E, Morro JT, Heilbron PF (2010) Princípios básicos de segurança e proteção radiológica. 3ª ed. Rio Grande do Sul (RS): UFRG

CONSIDERAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RISCOS E SUAS APLICAÇÕES NA SEGURANÇA DO TRABALHO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE OS RISCOS EM UMA PAVIMENTAÇÃO ASFÁLTICA

Guilherme Verdam Lessa¹, Sergio Ferreira do Couto²

¹:Aluno Pós Graduação Engenharia de Segurança do Trabalho, UNIG

² Professor Engenharia Civil UNIG, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu – UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 – Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

guilhermeverdam@gmail.com¹, engsergiocouto@gmail.com²

Resumo - O presente artigo aborda o tema da gestão de riscos e suas questões básicas, utilizadas na segurança do trabalho, tendo como objetivo fazer um levantamento dos riscos presentes na realização da pavimentação asfáltica, convenientemente analisar os riscos em que os trabalhadores estão expostos, dentro de um estudo de caso. O presente estudo encontra-se exposto da situação em que a grande maioria dos trabalhadores de pavimentação asfáltica exercem suas atribuições sem o conhecimento dos agentes e dos riscos aos quais estão expostos, assim como não fazem uso de equipamentos de proteção individual (EPI) próprios para determinada atividade. A pesquisa busca conceituar a importância da gestão de riscos para o equilíbrio de perdas e prejuízos, evitando assim, acontecimentos que possam lesar tanto os colaboradores quanto aos lucros da empresa através de medidas relacionadas ao cuidado, prevenção e gerenciamento destes riscos. Deste modo, o trabalho apresenta também contribuições acerca de esclarecimento e conhecimento da legislação da segurança do trabalho, incluindo as normas regulamentadoras, os tipos de riscos, seus conceitos e prevenções dos mesmos.

(Palavras-chave: Gestão de Riscos; Segurança do Trabalho; Prevenção).

Abstract - The present article deals with the topic of risk management and its basic questions, used in work safety, aiming to make a survey of the risks present in the realization of asphalt paving, to conveniently analyze the risks in which workers are exposed, within a case study. The present study is exposed to the situation in which the vast majority of asphalt paving workers perform their duties without the knowledge of the agents and the risks they are exposed to, nor do they use personal protective equipment (PPE) activity. The research seeks to conceptualize the importance of risk management for the balance of losses and losses, thus avoiding events that could harm both employees and company profits through measures related to the care, prevention and management of these risks. In this way, the work also contributes to some clarification and knowledge of labor safety legislation, including regulatory standards, types of risks, their concepts and prevention of them.

(Key-words: Risk Management; Workplace Safety; Prevention.)

1. Introdução

Atualmente é notória a grande evolução da produção em larga escala, da constante automatização e atualização tecnológica do maquinário e da cadeia produtiva das indústrias, reduzindo assim drasticamente a mão de obra humana, porém ainda não fazendo com que a mesma deixe de ser necessária. A questão problemática que se deu a partir dessas mudanças é que, com as grandes mudanças no sistema produtivo tecnológico, muda-se também a adaptação da mão de obra humana para conduzir o maquinário, aumentando assim juntamente os riscos de acidentes por conta de treinamentos de pessoal que são, muitas vezes, acelerados e sem o aprofundamento necessário quanto à prevenção, ou negligenciados. Por mais que as máquinas e equipamentos novos sirvam como uma tentativa de simplificação na busca da automatização da produção e redução de custos, qualquer descuido pode ser crucial para a promoção de acidentes, já que há pouco tempo quase toda a produção industrial existente era baseada na atividade manual com base na mão de obra humana e simplificada. (Berkenbrock et.al 2010).

Para realizar um trabalho de gestão do risco ocupacional, é necessário entender os perigos e riscos no trabalho, assim desenvolver formas para gerenciar estas informações através de um sistema de gestão. Os processos indústrias evoluíram, pois temos

equipamentos de alta produção realizando o que muitas pessoas não conseguem produzir. Entretanto, mesmo com alta tecnologia, em qualquer processo produtivo, teremos pessoas trabalhando, com isso sempre continuaremos com os riscos ocupacionais, cabe a organização junto com seus colaboradores e principalmente sua equipe de segurança do trabalho, diminuir ou eliminar estes riscos. Sabe-se que os cuidados com a saúde e a segurança do trabalhador aumentaram devido a legislações mais rígidas nessa área e ao grande número de acidentes de trabalho, mas não se descarta que, mesmo com todos os investimentos possíveis na área de segurança (treinamentos, procedimentos, equipamentos e outros), sempre teremos o risco em uma atividade (Berkenbrock et al. 2010)

Neste sentido, é importante lembrar que o embate na luta pela necessidade de cuidados quanto à segurança no trabalho caminha lado a lado com a busca dos direitos de todos os trabalhadores desde a culminação da Revolução Industrial, o que revela a pulsante importância de um olhar mais dedicado à área como essencial no cotidiano do trabalho de toda e qualquer empresa.

1.1 Objetivo

Temos como objetivo da pesquisa fazer um levantamento dos riscos presentes na realização da pavimentação asfáltica, convenientemente analisar os riscos em que os trabalhadores estão expostos, dentro de um estudo de caso.

1.2 Justificativa

Mesmo que seja de amplo conhecimento o assunto abordado nessa pesquisa, ainda é normal que haja uma série de dúvidas quanto às precauções e recomendações, nas quais, os trabalhadores precisam ter. A grande maioria dos trabalhadores de pavimentação asfáltica exerce suas atribuições sem o conhecimento dos riscos em que estão expostos, assim como não fazem uso de equipamentos de proteção individual (EPI) próprios para a determinada atividade. Por isso, essa pesquisa foca em abordar essa temática com a intenção de esclarecer e direcionar os profissionais a executarem suas atividades de forma segura.

1.3 Fundamentação teórica

1.3.1 A necessidade e a obrigatoriedade da gestão de risco

A legislação atual fortemente baseada na Occupational Health and Safety Assessment Series (OHSAS) 18001 de 2007, geralmente mais utilizadas como referência para sistematizar os requisitos sobre o gerenciamento dos riscos relacionados à área da segurança e saúde do trabalho, prevê que haja mais cuidados quanto à execução de funções de riscos e apontam diversas distinções entre elas. Esses parâmetros também trazem a obrigatoriedade da assistência para os trabalhadores pós-acidente, preocupando-se assim em resguardar seus direitos de forma prévia, concomitante e posterior nas atividades realizadas pelo trabalhador, como no preparo para o trabalho e treinamento (Ohsas, 2007).

Essas medidas são resultado de diversas lutas trabalhistas após o aumento considerável de acidentes em diversas áreas de trabalho, além de todo o apanhado de conquistas desde a Revolução Industrial até a CLT (Consolidação das Leis do Trabalho), porém sabemos que nem sempre esses direitos são efetivamente respeitados, além de nem sempre existir fiscalização ativa e eficaz para que se faça jus a garantia destes direitos. É importante também ressaltar que mesmo que a segurança do trabalho se destine a proteção do trabalhador e a sua saúde por excelência, ela também tem como um de seus objetivos cuidar e resguardar o patrimônio, o ambiente do local de trabalho, minimizando assim danos de prejuízos financeiros e ambientais para as estruturas do local de trabalho e do meio ambiente em si, o que reflete diretamente na tentativa de evitar desperdício de recursos e materiais. (Araújo et al. 2006).

Todas as medidas de gestão de riscos, que podem ser focadas para prevenir acidentes, essas podem ser muito melhor aproveitadas e gerenciadas se estiverem minimamente ligadas com as políticas de metodologias seguidas pelas empresas que variam entre si, desde a área de recursos humanos até a produção propriamente dita. (Berkenbrock et al., 2010). “Para realizar a identificação dos perigos, é necessário criar uma metodologia para ser seguida. Essa identificação não é padrão para todas as empresas, devido às diferenças no processo produtivo. Cada organização deve realizar sua própria metodologia, que esteja de acordo com as necessidades e características em termos de detalhes.” (Berkenbrock et al., 2010, p. 44).

Para um mapeamento preciso dos riscos e perigos de maior incidência na empresa em que se busca programar um gerenciamento detalhado e eficaz dos riscos, é necessário um estudo profundo quanto ao cotidiano adotado na prática da empresa por cada setor, buscando interagir com a principal fonte de identificação dos riscos de cada área, seus espaços e conjuntos, buscando sempre um bom relacionamento na comunicação com os trabalhadores, que é o foco principal para essa identificação e estão imersos na execução do trabalho diretamente. (Berkenbrock et al., 2010).

1.3.2 As normas regulamentadoras (NR'S) e a organização da legislação da segurança do trabalho

Dentre as especificidades da área da segurança do trabalho e seus procedimentos legais, as Normas Regulamentadoras (Mrs.) possuem essencial importância na organização dos requisitos relacionados à medicina e à segurança do trabalho, previamente mencionados acima neste trabalho quanto ao regimento da CLT. As normas regulamentadoras estão inseridas em um bojo de leis que se complementam e organizam hierarquicamente a segurança do trabalho, segundo Rosa (2016) estando assim dispostas logo abaixo da Constituição Federal, por seu caráter amplo e geral e da CLT, porém ainda mantendo a sua importância para o setor específico da segurança do trabalho. Atualmente, contamos com 36 Normas Regulamentadoras (Tabela 1), já que no ano de 2008 foram revogadas 5 Normas Regulamentadoras Rurais e a Norma Regulamentadora 27. A título de informação, na tabela abaixo estão dispostas todas as Mrs. em vigência de acordo com o Ministério do Trabalho (Rosa 2016).

Tabela 1: Normas Regulamentadoras

NR 01	Disposições Gerais
NR 02	Inspeção Prévia
NR 03	Embargo ou Interdição
NR 04	Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho
NR 05	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
NR 06	Equipamentos de Proteção Individual - EPI
NR 07	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional
NR 08	Edificações
NR 09	Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
NR 10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
NR 11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
NR 12	Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
NR 13	Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulação
NR 14	Fornos
NR 15	Atividades e Operações Insalubres
NR 16	Atividades e Operações Perigosas
NR 17	Ergonomia
NR 18	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
NR 19	Explosivos
NR 20	Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis
NR 21	Trabalho a Céu Aberto
NR 22	Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração
NR 23	Proteção Contra Incêndios
NR 24	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho
NR 25	Resíduos Industriais
NR 26	Sinalização de Segurança
NR 28	Fiscalização e Penalidades
NR 29	Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário
NR 30	Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário
NR 31	Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura
NR 32	Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde
NR 33	Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados
NR 34	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval
NR 35	Trabalho em Altura
NR 36	Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados
NR 37	Segurança e Saúde em Plataformas de Petróleo

Fonte: (Rosa 2016)

Tendo em vista a vasta quantidade de Normas Regulamentadoras, não é viável o detalhamento de uma por uma no presente trabalho, já que o propósito do mesmo é conceituar a gestão de riscos de forma geral e suas aplicações. Porém, é necessário que se conheça e entenda de forma dinâmica a forma de organização das NR's, para que seja possível uma análise e reflexão de qualidade quanto às suas demandas. Voltando para Roberto Alves Rosa, as Normas Regulamentadoras acima podem ser apontadas como Normas Tecnicamente Adequadas, já que para o mesmo autor, as NR's podem ser subdivididas em três grupos: Normas Gerais, Normas Temáticas e Normas Técnicas. É importante destacar que por existir uma grande quantidade de Normas Regulamentadoras e muitas definições específicas em cada uma delas, há a necessidade de organizá-las em um esquema que simplifique o entendimento das mesmas. Deste modo, ficam agrupadas as Normas Regulamentadoras desta forma (Figura 1). (Rosa 2016).



Figura 1: Agrupamento das Normas Regulamentadoras (Gerais, Temáticas e Técnicas)

Fonte: (Rosa 2016)

Seguindo a lógica desse agrupamento, as Normas Regulamentadoras Gerais focam em regulamentações que podem ser aplicadas em diversas empresas, como por exemplo, no caso das “Disposições Gerais” (NR 01). Já as Normas Regulamentadoras Temáticas, são aquelas que podem ser aplicadas em setores específicos, como no caso das áreas hospitalares, portuárias e aquaviárias, por exemplo, (NR 32, NR 29, NR 30). Por fim, as Normas Técnicas tratam de procedimentos demasiadamente técnicos como no caso de equipamentos, ergonomia, entre outros (NR 06, NR 17) (Rosa 2016).

Sendo assim, foram apresentadas até aqui as Normas Regulamentadoras e as principais formas de entendimento que apresentam, logo, a seguir voltaremos ao foco para a conceituação de risco na segurança do trabalho e suas formas de detalhamento.

1.3.3 O conceito de risco aplicado à segurança do trabalho

Antes de começar a falar detalhadamente do conceito dos riscos é necessário que se deixe claro a importância de todos os colaboradores nesse processo de mapeamento e que passem pelas medidas adotadas pelo programa preventivo a ser analisado e implementado em qualquer empresa, não excluídos os gestores, pois independente da hierarquia que pertençam no bojo do local de trabalho, os mesmos não podem se manter alheios ao processo desse conhecimento e análise que são fundamentais para o mesmo. (Araújo et al. 2006). De acordo com Araújo et al., 2006, p. 2, “As empresas devem estar livres de riscos inaceitáveis de danos nos ambientes de trabalho, garantindo o bem estar físico, mental, e social dos trabalhadores e partes interessadas. Para minimizar ou eliminar tais prejuízos, muitas organizações desenvolvem e implementam sistemas de gestão voltados para a segurança e saúde ocupacional.”

Acidentes, incidentes constituem, muitas vezes, em eventos que devem ser controlados de maneira preventiva através do planejamento, organização e avaliação do desempenho dos meios de controles implementados. Estes eventos estão, muitas vezes, associados a inúmeras causas, e não apenas a uma causa específica. Análises simples e rápidas podem levar à conclusão de que a causa imediata reside nos fatores humanos e/ou em algum tipo de

problema técnico, mas, grande parte de tais eventos é decorrente de falhas na gestão responsável pela segurança e saúde ocupacional aplicada a estes fatores. Assim, é importante que os gestores responsáveis pelo controle dos aspectos de segurança e saúde da organização dêem especial atenção ao fator humano e a tecnologia utilizada (Araújo et al., 2006, p. 2).

Como também afirma Berkenbrock et al. (2010), os riscos relacionados ao trabalho podem ser considerados a ocorrência de consequências negativas que podem resultar em danos para a saúde física e/ou moral do trabalhador, existindo assim diferentes tipos de riscos que podem ser determinados quanto sua relação com a severidade desses possíveis danos e a concretização de sua ocorrência.

Segundo a Ohsas 18.001 (2007), que vem a ser a norma com mais utilização e vigência atualizada quanto às determinações da segurança e saúde do trabalhador servindo de referência para o Brasil, assim como sua outra versão Ohsas 18000 (1999), os riscos podem ser classificados e divididos como: risco aceitável; risco potencial, risco efetivo. O risco aceitável vem a ser aquele que pode ser tolerado pela organização, já que é reduzido frente às obrigações legais de segurança e políticas de saúde. O risco potencial vem a ser um risco que está associado a eventualidade da resistência do corpo atingido, sendo inferior a um determinado fator (causador do acidente, por exemplo). O risco efetivo vem a ser um risco que determina a probabilidade de um homem (trabalhador) estar exposto a um risco potencial de forma constante (Ohsas 2007). A Ohsas 18.001 (2007, p.4), diz que risco pode ser definido como “combinação da probabilidade da ocorrência de um acontecimento perigoso ou exposição (ões) e da severidade das lesões, ferimentos ou danos para a saúde (3.8), que pode ser causada pelo acontecimento ou pela(s) exposição(ões).”

Expostos os principais conceitos e tipos de riscos relacionados ao trabalho, mostra-se necessária a seguinte pergunta mediante a inquietação frente aos mesmos: qual medida ou forma mais eficaz quanto aos problemas resultantes dos riscos?

Após a compreensão e leitura de assuntos relacionado a riscos, fica evidente que a tentativa mais próxima de uma solução para esses casos seria a criação e implementação de um PGR (Programa de Gerenciamento de Riscos), que precisa ser adaptado de acordo com a empresa a que será destinado, a fim de uma melhor efetividade (Borges, 2017).

A globalização dos mercados tem aumentado consideravelmente a competitividade mundial, o que impõe às organizações a contínua busca por novas ferramentas de gestão que possam auxiliar na melhoria de seus processos. Com a implantação de sistemas de gestão específicos (qualidade, meio ambiente, segurança e saúde do trabalho, responsabilidade social, etc.), as organizações objetivam o aumento da qualidade de produtos e serviços, o desenvolvimento sustentável, melhor relacionamento com a sociedade e, conseqüentemente, o aumento da lucratividade, podendo, assim, transformar as pressões de mercado em vantagens competitivas.

Neste contexto, o bom desempenho em Segurança e Saúde no Trabalho (SST) é decisivo para as empresas, uma vez que este sistema reduz os riscos de acidentes, promove a saúde e a satisfação dos trabalhadores, melhora os resultados operacionais e a imagem da organização, criando novas oportunidades de crescimento (Oliveira et al. 2010, p.1).

Sendo assim, o PGR vem a ser uma espécie de mapeamento e análise profunda da empresa que se debruça a identificar, compreender e determinar medidas e soluções através de diversas alternativas de prevenção e cuidados (como o uso do EPI – Equipamento de Proteção Individual, formas adequadas de treinamento de capacitação e atualização para a condução do maquinário, entre outros) que visa, através do conhecimento e avaliação contínua e criteriosa da empresa, minimizar e manter sob controle a incidência dos riscos no ambiente de trabalho em forma de gestão (Borges 2017).

Logo, para a elaboração execução de um bom PGR na empresa, é de suma importância que o mesmo seja conduzido por um profissional capacitado e devidamente específico para a área de segurança do trabalho, que precisa estar atento a buscar parceria com todos os outros profissionais para consolidar uma rede de apoio com a finalidade principal de se garantir o direito a segurança de todos os envolvidos na execução direta no trabalho da empresa. É importante deixar claro que não existe uma “receita de bolo” para a elaboração de um PGR, já que como foi dito anteriormente, ele vai variar de empresa para empresa, porém existem alguns modelos disponíveis de como elaborar um PGR na internet e também obras de alguns autores da área sobre isso (Borges 2017).

O trabalho dos técnicos de segurança é desenvolvido individualmente com cada colaborador, de acordo com o nível de aceitação das normas e dos procedimentos relacionados à segurança, procurando sempre elaborar um programa personalizado de trabalho para incutir a cultura de segurança nos mais resistentes (Oliveira et al. 2010).

Calçado nas questões apresentadas anteriormente, esse profissional precisa estar sempre disposto a se atualizar e apresentar propostas e alternativas após o mapeamento dos riscos e sua análise, mediante ferramentas que achar mais conveniente para aquela realidade, certificando-se assim através desse primeiro levantamento, a melhor forma de prevenção para a preservação da integridade física e moral dos trabalhadores, ressaltando sua dignidade, além do local e ambiente estrutural do trabalho.

1.3.4 Riscos ocupacionais e suas classificações

Tendo visto até aqui sobre as conceituações de risco, acaba sendo imprescindível a abordagem sobre os riscos ocupacionais e a forma como os mesmos são classificados e divididos. De acordo com o Ministério do Trabalho, os riscos presentes no ambiente laboral podem ser classificados de acordo com sua natureza, podendo ser ela física, química, biológica, ergonômica ou acidental FIOCRUZ (2019). Esses cinco tipos de riscos se agrupam entre riscos para acidentes (operacionais), comportamentais ou ambientais (químicos, físicos, biológicos ou ergonômicos). Abaixo está disposto detalhadamente a que se refere cada classificação de risco:

São Riscos físicos (Figura 2) inúmeras fontes de energias que um trabalhador fica submetido como exemplos: frio, calor, ruído, pressão, radiações ionizantes e não ionizantes, umidade e outros FIOCRUZ (2019).



Figura 2: Riscos físicos Fonte: (Russel serviços, 2019)

Riscos químicos (Figura 3) são substâncias ou produtos que sejam capazes de penetrar no corpo do trabalhador, seja essa penetração por meio respiratório como, por exemplo, poeiras, fumos, gases, neblinas, névoas ou vapores, ou até mesmo de forma natural da atividade em que fica exposto, sendo absorvida pela pele ou ainda ingerida FIOCRUZ (2019).



Figura 3: Risco químico **Fonte:** *(Saúde e Segurança do Trabalho, 2018)*

Riscos ergonômicos (Figura 4) são indeterminados fatores que consigam interferir nas peculiaridades psicofisiológicas do trabalhador, gerando aflição ou sensibilizando sua saúde. Temos como riscos ergonômicos: levantamento de peso, ritmo de trabalho excessivo, monotonia, repetência, postura inadequada, e outros FIOCRUZ (2019).



Figura 4: Risco ergonômico **Fonte:** *(Segurança tem futuro, 2016)*

Risco de acidentes (Figura 5) seja qual for à condição que ponha o trabalhador em um quadro exposto e que abale sua plenitude e seu bem-estar físico e psíquico. Temos de exemplos de risco de acidente: as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado e outros FIOCRUZ (2019).



Figura 5: Riscos de acidentes **Fonte:** *(Blog da Saúde, 2014)*

Riscos biológicos (Figura 6) são aqueles que os trabalhadores ficam expostos a bactérias, vírus, fungos, parasitos, entre outros FIOCRUZ (2019).



Figura 6: Riscos biológicos **Fonte:** (Pensamento Verde, 2018)

Ainda sobre a classificação dos tipos de riscos (Figura 7), não podemos esquecer que existe também uma classificação que permite identificá-los por cores, expostas a seguir.



Figura 7: Classificação de identificação dos riscos por cores **Fonte:** (NR 12 Sem Segredo, 2016)

Sendo assim, fica clara a importância do conhecimento prévio da legislação de trabalho e suas especificidades não só pelo profissional de segurança do trabalho, como também pelo trabalhador, já que somente após o conhecimento dessas questões pode-se garantir a devida atenção e precaução na prevenção dos acidentes e riscos em que os colaboradores estão expostos no dia-a-dia.

2. Metodologia

Conforme a seleção do objeto da pesquisa, a busca se engloba como um estudo de caso exploratório e descritivo. Para Gil (1991) o estudo de caso é uma categoria da análise operada nas ciências sociais e biomédicas, é caracterizado por uma sapiência profunda de um ou moderados objetos, consentindo um conhecimento vasto do mesmo. Yin (2001) evidencia a imposição do estudo desmedido e exaustivo dos objetos

de averiguação como fatores relevantes para a descrição de um estudo de caso. O estudo de caso consente uma pesquisa da conjuntura e métodos, com visão ampla de diversas ações e conteúdos que se expressam e constituem a ação ponderada.

Analisar as evidências de um estudo de caso é uma atividade particularmente difícil, pois as estratégias e as técnicas não foram muito bem definidas no passado. Ainda assim, cada pesquisador deve começar seu trabalho com uma estratégia analítica geral - estabelecendo prioridades do que deve ser analisado e por que (Yin 2001).

“Um estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro do seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos” (Yin 2001).

Este estudo surgiu pela observação de trabalhadores relacionados à pavimentação asfáltica de uma empresa contratada para realizar pavimentações na cidade de Nova Iguaçu - RJ. Seguiram aglomerados esclarecimentos sobre as atribuições realizadas pelos profissionais, assim como a utilização dos EPI's e Equipamentos de proteção coletiva (EPC's) pelos trabalhadores em foco. De acordo com a (NR 6 1978), “EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho”.

EPC são dispositivos utilizados no ambiente de trabalho com o objetivo de proteger os trabalhadores dos riscos inerentes aos processos, tais como o enclausuramento acústico de fontes de ruído, a ventilação dos locais de trabalho, a proteção de partes móveis de máquinas e equipamentos, a sinalização de segurança, dentre outros. (NR 6 1978).

O supervisionamento da utilização dos EPI's e EPC's é realizado pelo engenheiro incumbido pela obra e que atua no local da mesma, por meio de visitas com mais frequência. De acordo com os riscos que foram evidenciados nas atividades praticada pelos profissionais foi elaborado um quadro no decorrer do estudo de caso apresentando o (s) risco (s), agente (s) causador (es), a(s) fonte(s) geradora(s), o(s) meio(s) de propagação, tempo de exposição, a(s) consequência(s) e a frequência de ocorrência, esse quadro foi realizado após avaliação qualitativa dos riscos com suporte de seguimentos de consequência (Tabela 2) e frequência (Tabela 3) da exibição em conformidade ao argumento de Cardella (1999).

Os riscos evidenciados foram julgados em categorias de acordo a sua seriedade, diversificando de zero (0) para o risco imensamente baixo até a nove (9) para excepcionalmente elevado, conforme Cardella (1999) (Tabela 4).

Tabela 2: As categorias de consequência

CATEGORIA DE CONSEQUÊNCIA	QUALITATIVA	CARACTERÍSTICA
0	Desprezível	Incômodos passageiros.
1	Muito leve	Lesões de recuperação muito rápida.
2	Leve	Lesões que provocam sofrimentos passageiros e não levam a incapacidade para o trabalho ou atividades normais do cotidiano.
3	Média baixa	Lesões que não resultam em danos permanentes, mas provocam sofrimentos e incapacidade temporária por perigoso menor que uma semana.
4	Média	Lesões que não resultam em danos permanentes, mas provocam sofrimentos consideráveis e incapacidade temporária por período maior que uma semana.
5	Média alta	Lesões que resultam em perdas permanentes de funções, mas não afetam de forma acentuada as funções essenciais a uma vida normal.
6	Grave	Lesões que incapacitam para o trabalho ou outras atividades.
7	Muito grave	Uma morte.
8	Extremamente grave	Algumas mortes.
9	Catastrófica	Grande número de mortes.

Fonte: (Cardella, 1999)

Tabela 3: As categorias de frequência dos riscos

CATEGORIA DE FREQUÊNCIA	QUALITATIVA	CARACTERIZAÇÃO
0	Extremamente baixa	Possível teoricamente, mas altamente improvável. Não se espera que venha a ocorrer em qualquer situação.
1	Muito Baixa	Não se espera que venha a ocorrer. Pode ocorrer em situações muito especiais. Ações de redução tornariam inviável a atividade.
2	Baixa	Espera-se que possa ocorrer raramente no exercício da atividade ou na vida útil da instalação.
3	Média	Espera-se que venha a ocorrer com relativa facilidade no exercício normal da atividade.
4	Alta	Espera-se que venha a ocorrer com muita facilidade no exercício normal da atividade.

Fonte: (Cardella, 1999)

Tabela 4: Riscos resultantes de frequências e consequências

CATEGORIAS DE FREQUÊNCIA	CATEGORIAS DE CONSEQUÊNCIA									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	CATEGORIAS DE RISCO									
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3
2	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5
3	2	3	4	5	5	5	6	7	8	8
4	3	4	4	5	6	6	7	8	9	9

Fonte: (Cardella, 1999)

3 Estudo de caso

3.1 Disposições organizacionais do setor

Como estabelecido previamente, o objeto de estudo será especificamente a atividade desempenhada pelos funcionários do setor de pavimentação asfáltica e manutenção das vias no município de Nova Iguaçu - RJ. O setor responsável pela manutenção das vias públicas é diretamente afeiçãoado ao departamento de obras da cidade, sendo administrado pelo poder público. O nome da empresa e dos profissionais envolvidos foram preservados na presente pesquisa.

A obra observada foi de execução de uma reforma no trecho dentro do município de Nova Iguaçu - RJ, onde fora realizada a remoção e limpeza do asfalto danificado e todo o processo da formação das camadas de uma nova cobertura asfáltica. Os registros fotográficos foram realizados no mês de abril de 2019, com a obra já na fase de aplicação da massa asfáltica. Os profissionais possuem idade média de 35 anos, são do sexo masculino e totalizam uma jornada de trabalho de 8 horas por dia cada, realizam rodízio das funções, já que cada equipe entra em ação em uma deliberada etapa das camadas, sendo as incumbências específicas, com ressalva dos serventes.

3.2 Apresentação e discussão dos resultados

Na verificação realizada no local encontraram-se as subseqüentes atividades desenvolvidas pelos profissionais no trecho da via estudada, sendo eles: operador de rolo compactador e servente, atividades essas como:

1. Limpeza do buraco: utilizando-se de ferramentas manuais, como rastelo, picareta, pás e carrinho de mão, os funcionários devem preparar o terreno, nivelar as bordas e retirar as pedras e areia do local;
2. Aplicação da emulsão: componente a base de petróleo, influencia diretamente na fixação do asfalto;
3. Colocação do asfalto: após a aplicação da emulsão, deve-se aplicar o asfalto de modo a tampar toda a área que se deseja corrigir;
4. Nivelamento: deve-se nivelar o asfalto, exercendo-se a força necessária para compactação do mesmo. O departamento de obras dispõe de uma máquina que auxilia neste processo, garantindo compactação e nivelamento apropriados;
5. Finalização: depois de aplicado e nivelado o asfalto no buraco, recolhem-se os materiais, as sinalizações (Simionato 2018)

3.2.1 Serventes

É o cargo que possui maior número de profissionais. Eles têm como função auxiliar na limpeza do local antes da aplicação da emulsão e do material betuminoso, descarregar massa asfáltica do caminhão com o uso de pás e fazer a correção manual do material despejado. Como essa função não possui máquina, o servente não tem ambiente de trabalho específico, ou seja, ele permanece na pista durante a execução de todos os serviços, manuseando rastelos, vassouras, pás e carrinhos de mão, auxiliando os operadores e permanecendo expostos a níveis de pressão sonora de 87,7 decibéis (dB) (Barros et.al, 2014).

As imagens a serem demonstradas apresentam alguns tipos de danificação no asfalto em que os trabalhadores atuaram. A atividade se inicia pela limpeza do buraco (Figura 8), este método significa a retirada de sujeira como terra, pedras e lixos utilizando rastelos, pás e vassouras, algumas pedras são condicionadas no centro do buraco. Com o uso de uma picareta, quebram asfaltos com deformidades em torno do buraco, de modo em que facilitam o enchimento com a massa asfáltica (Figura 9). Este é processo completamente manual, sendo necessários grandes esforços físicos, quando as patologias são de grandes extensões, os profissionais não efetuam a retirada de todas as impurezas do buraco. Este método de limpeza e preparo do solo é de suma importância, já que a próxima etapa é a aplicação da emulsão e para que a mesma seja fixada de forma correta é necessário que o buraco esteja com o mínimo de impurezas e irregularidades no solo (Simionato 2018).



Figura 8: avarias encontrado na via *Fonte: (Autor, 2018)*



Figura 9: processo preparatório de limpeza para colocação da emulsão *Fonte: (Autor, 2018)*

A emulsão é de composição líquida a base de petróleo, é usada para a adequada fixação da massa asfáltica, é manuseada através de um regador para aplicação da emulsão na patologia asfáltica. Além disso, é um material tóxico sendo indispensável à utilização de luvas para manuseá-lo. O profissional deve-se curvar para aplicar a emulsão, procurando assim diminuir as chances de contato com o produto com a sua superfície corpórea (Figura 10) (Simionato 2018)



Figura 10: colocação da emulsão sob a cratera *Fonte: (Autor, 2018)*

Após aplicada a emulsão, é o momento do caminhão descarregar a massa asfáltica (Figura 11 e12). De acordo com (Simionato 2018, p. 43) “O caminhão deveria erguer a carroceria despejando, assim, o material no chão. Com isso, os operadores transfeririam o material para um carrinho de mão e fariam a aplicação na patologia a ser corrigida”. Porém, a forma como o profissional pratica é diferente do adequado. No momento de se aplicar o piche um operador sobe na carroceria do caminhão e descarrega, com o auxílio de uma pá.



Figura 11: demonstra o processo de descarga *Fonte: (Autor, 2018)*



Figura 12: aplicação e nivelamento da massa asfáltica *Fonte: (Autor, 2018)*

Depois da aplicação da massa asfáltica na patologia a ser consertada, é preciso fazer a compactação e nivelamento do solo. Refere-se a uma atividade que exerce papel fundamental em termos de qualidade e durabilidade do serviço fornecido (Simionato 2018). A repartição de obras do Município possui um maquinário apropriado para execução desta etapa.

Tabela 5: Análise Preliminar de Risco para os serventes

RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	MEIO DE PROPAGAÇÃO	TEMPO DE EXPOSIÇÃO	CONSEQUÊNCIA	FREQUÊNCIA	CATEGORIA DO RISCO
FÍSICO	Temperatura	Sol	Raios solares	Constante	6	4	7
	Pressão sonora	Máquina	Onda sonora	Inconstante	6	3	6
QUÍMICO	Produto betuminoso	Massa asfáltica	Contato físico e respiratório	Eventual	6	4	7
	Emulsão	Regador	Contato físico e respiratório	Eventual	6	4	7
	Gotículas/aerossóis	Poeira	Ar	Constante	5	3	5
ACIDENTES	Atropelamento	Veículos	Falta de sinalização	Constante	7	2	5
BIOLÓGICOS	Doenças e exposição à animais	Inseto	Picada	Inconstante	5	1	2
ERGONOMÍCOS	Postura incorreta / pegar peso	Limpeza da patologia/Descarregamento do caminhão/ colocação da emulsão / nivelamento da via.	Execução do serviço	Constante	6	4	7

Fonte: (Autor, 2019)

Podemos observar na (Tabela 5) acima que os serventes ficam expostos a riscos consideráveis preocupantes, como exemplo o atropelamento, visto que o trabalhador permanece na pista em várias etapas da obra, expostos ao tráfego dos caminhões e carros, haja vista que não é realizada uma sinalização das vias para a prevenção de acidentes, bem como o risco químico, que se dá através do contato do operador com produtos altamente tóxicos, as matérias-primas utilizadas no processo são altamente viscosas e prejudiciais à saúde, deste modo a utilização de EPI's para exercer essa atribuição é primordial, dentre eles podemos citar o uso de luvas, óculos de proteção, botas e capacetes. Dispomos ainda dos riscos físicos, as exposições aos raios solares e ondas sonoras demonstram a necessidade de utilização de protetor solar e auricular, além dos riscos ergonômicos onde o operador fica vulnerável no momento em que se coloca em postura inadequada para limpeza das patologias, aplicação da emulsão e nivelamento da massa asfáltica. Finalmente o risco biológico, por estarem em ambiente aberto sem controle relacionado aos animais de rua ou mesmo expostos a possíveis vetores de doenças. Os riscos identificados na tabela foram identificados de acordo com a tabela de frequência e consequência de Cardella (1999), exposto na metodologia onde é possível observar existem algumas categorias de risco, iguais ou maiores que cinco (5), deste modo o autor evidencia que são riscos não aceitáveis, se fazendo necessário intervenções relacionados ao desempenho de atividades para prevenção imediata (AUTOR, 2019).

3.2.2 Operador de rolo compactador

O operador de rolo compactador (Figura 13) é encarregado pela compactação dos materiais aplicados na superfície danificada utilizando a capa asfáltica. O ambiente de trabalho deste trabalhador é a cabine do equipamento, onde possui um assento, direção e uma alavanca e às vezes dependendo do equipamento, uma cobertura. O equipamento produz 87,7 decibéis (dB), expondo o trabalhador a risco físico de vibração e exposição ao calor (Barros et.al, 2014).



Figura 13: operador do rolo compactador *Fonte: (Autor, 2018)*

Em concordância com a figura que expõe o profissional que opera o rolo compactador, podemos observar a falta dos EPI's que deveriam estar sendo utilizados, como capacetes para proteção de agentes meteorológicos, quedas ou projeção de objetos, colete refletivo com proteção de chuva e protetor auricular para proteção dos ruídos da máquina.

Tabela 6: Análise Preliminar de Risco para operador de rolo compactador

RISCO	AGENTE	FONTE GERADORA	MEIO DE PROPAGAÇÃO	TEMPO DE EXPOSIÇÃO	CONSEQUÊNCIA	FREQUÊNCIA	CATEGORIA DO RISCO
FÍSICO	Temperatura	Sol Máquina	Raios solares Ondas	Inconstante Inconstante	6	4	7
	Vibração	Máquina	Onda sonora	Inconstante	7	3	6
	Pressão sonora				5	4	6
ERGONOMICO	Movimentos repetitivos	Direção da máquina	Execução do serviço	Inconstante	4	3	5
ACIDENTES	Colisão	Máquina	Distração por problemas mecânicos	Inconstante	7	2	5

Fonte: (Autor, 2019)

Conforme a (Tabela 6) realizada acima foi possível observar os riscos encontrados na figura demonstrada, dentre eles temos o risco de vibração oriundo da compactadora da máquina, o risco de pressão sonora já que o equipamento possui alto nível de decibéis, fazendo que com o tempo o profissional perca a audição, o risco de exposição aos raios solares, ficando vulnerável a doenças da pele como até mesmo o câncer. Riscos esses que de acordo com as tabelas de Cardella (1999) demonstradas na metodologia, possuem todas as

categorias de risco igual ou superior a 5, sendo assim o mesmo ressalta que são compreendidos como não admissível, ou seja, tem o dever de mediação e execução de critérios de prevenção imediato (AUTOR, 2019).

4 Conclusão

De acordo com o exposto até o momento sobre o tema de gestão de riscos, percebemos que além de ser uma área muito importante e necessária na área da segurança do trabalho, a mesma é também latente no que se diz respeito ao bem estar de toda a empresa e seus colaboradores, pois faz com que os mesmos se sintam valorizados em seu ambiente de trabalho, pela forma com que o cuidado com os mesmos de modo direto acaba refletindo na consciência de que trabalham para uma empresa que reconheça seu ofício e saúde de forma digna, para além da pura mecanização do trabalho.

É importante frisar esse detalhe, pois atualmente a preocupação excessiva com o lucro e o excesso da competição no ambiente de trabalho tem provocado o aumento do adoecimento dos colaboradores, que têm sido tratados como as máquinas que operam, ao invés de pessoas. É de extrema valia a tentativa de se romper com esse pensamento de lógica arbitrária, tanto pelo fortalecimento da prática de cuidado no dia-a-dia, quanto no estreitamento de laços e apoio nas relações profissionais.

O estudo de caso discute as maiores ocorrências dos riscos físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e risco de acidentes em um ambiente de trabalho de pavimentação asfáltica, com isso foi passível de observação à necessidade de integrar a política de prevenção de acidentes, com treinamento para os operadores a fim de reconhecer situações perigosas que antecedem esses acidentes. Todos os funcionários deveriam possuir habilidades e treinamento necessário para praticar suas atribuições. Outra questão é a utilização de EPI, que em muito dos casos foi perceptível à falta dos mesmos. Além do mais o risco de atropelamento é visível em todas as funções, é de suma importância à utilização de sinalização adequada para proteção desses operários.

Assim como a gestão de riscos precisa de uma atuação em conjunto para funcionar, o programa de gerenciamento de risco ou qualquer outra medida que seja adotada para que se trabalhe essa administração dos riscos deve ser considerada uma tarefa de cunho coletivo, um projeto que passa a construir hábitos e rotinas focadas não só no desempenho, mas no exercício da função do trabalho consciente no rendimento produtivo e de caráter humanizado.

Para finalizar o presente artigo também é de grande importância ressaltar a necessidade de cursos de formação que abordem a segurança do trabalho visando uma forma mais humanizada de tratamento dos colaboradores e recursos naturais para que seja possível garantir relações mais dignas e valorizadas de trabalho em todo e qualquer ambiente, fazendo com que essa prática seja rotineira nas empresas.

5 Referências Biográficas

Araújo RP, Santos N, Mafra WJ (2006) Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho. III Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Disponível em: < https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos07/579_Gestao%20de%20seguranca%20e%20saude%20no%20trabalho.pdf >. Acesso em 10 janeiro de 2019

Berkenbrock PE, Bassani I (2010) Gestão do risco ocupacional: uma ferramenta em favor das organizações e dos colaboradores. Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, 4(1): 43-56. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/4460053-Gestao-do-risco-ocupacional-uma-ferramenta-em-favor-das-organizacao-es-e-dos-colaboradores-paulo-egydio-Berkenbrock-1-irionson-antonio-bassani-2.html> >. Acesso em 10 janeiro de 2019

Ohsas (2007) BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *Occupational health and safety management systems – specification BSI-Ohsas 18001*. London, 2007

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. *Occupational health and safety management systems – specification BSI-Ohsas 18000*. London, 1999

Ohsas (2014) Blog da Saúde (2014). Atenção aos fatores de risco para acidentes de trabalho. Disponível em: <<http://www.blog.saude.gov.br/index.php/570-destaques/34799-atencao-aos-fatores-de-risco-para-acidentes-de-trabalho>> Acessado em 15 de abril de 2019

Borges AP (2017) Modelo de PGR – Programa de Gerenciamento de Riscos. Segurança do trabalho sempre. Disponível em: < <https://segurancadotrabalhosempre.com/modelo-de-pgr/> > Acessado em 15 de abril de 2019.

Barros AMTC, Atienza C, Luccia B, Alencar AE (2014) Análise preliminar de riscos na atividade de pavimentação asfáltica. 2014, n.1. Revista Cognitio – Pós Graduação UNILINS. São Paulo. Disponível em: <<https://revista.unilins.edu.br/index.php/cognitio/article/download/177/175>> Acessado em 15 de abril de 2019.

Cardella B (1999) Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes: uma abordagem holística. São Paulo: Atlas, 1999

FIOCRUZ (2019) Sistema de informação em Biosegurança. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/tipos_de_riscos.html>. Acesso em 08 abril de 2019.

Gil AC (1991) Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas

NR 6 (2009) Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-6 - Equipamento de Proteção Individual

NR 12 Sem Segredo (2016). Riscos ocupacionais no trabalho: o que são e como classificá-los?. Disponível em: <<https://www.nr12semsegredos.com.br/riscos-ocupacionais-no-trabalho-o-que-sao-e-como-classifica-los/>> Acessado em 15 de abril de 2019

Oliveira OJ, Oliveira AB, Almeida RN (2010) Gestão de segurança e saúde no trabalho em empresas produtoras de baterias automotivas: um estudo para identificar boas práticas. Produção, UNESP. Bauru, 20(3):481-490. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/prod/2010naheadaop_t600040058.pdf > Acesso em 10 janeiro de 2019

Pensamento Verde (2018) 5 soluções para o problema do lixo nas grandes cidades. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/5-solucoes-para-o-problema-do-lixo-nas-grandes-cidades/>> Acessado em 15 de abril de 2019.

Rosa RA (2016) Segurança do trabalho: conceito, normas regulamentadoras, responsabilidades e redução de custos. MN&A. Disponível em: <<https://mnaconsultoria.com.br/seguranca-do-trabalho-conceito-normas-regulamentadoras-responsabilidades-e-reducao-de-custos/>>. Acesso em 10 janeiro de 2019.

Russel Serviços (2019). Disponível em: <<https://russelservicos.com.br/produto/esmerilhador-petroleo-e-gas/>>. Acessado em 15 de abril de 2019.>

Segurança tem futuro (2016). Riscos ergonômicos no trabalho: entenda o que são. Disponível em: <<http://segurancatemfuturo.com.br/index.php/2016/08/12/entenda-o-que-sao-os-riscos-ergonomicos-no-trabalho/>>. Acessado em 15 de abril de 2019.>

Saúde e Segurança do Trabalho (2018) Riscos Químicos. Disponível em: <https://areasst.com/riscos-quimicos/?fb_comment_id=1685428471537519_1767408766672822>. Acessado em 15 de abril de 2019

Simionato RO (2018) Análise ergonômica do trabalho de pavimentação das vias asfálticas em um município do médio piracicaba. Monografia em parceria da Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2018

Yin RK (2001) Estudo de caso: planejamento e métodos. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman

ANÁLISE DA PRECIPITAÇÃO SIMULADA PELO MODELO WRF DURANTE EVENTO DE CHUVAS EXTREMAS OCORRIDOS NA CIDADE DE NOVA IGUAÇU

Daniela Dantas da Silva¹, Gleison Rodrigues da Silva², Fabricio Polifke da Silva³ e Gisele Dornelles Pires⁴

^{1,2} Alunos Graduação Engenharia Civil, ² Professores e Pesquisadores Engenharia Civil UNIG, ³
^{1,2,3,4} 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

danieladsilva2010@hotmail.com, gleisonro2012@gmail.com, briciopolifke@gmail.com,
unigengenharia@gmail.com

Resumo - O aprimoramento das simulações e previsões numéricas da precipitação associada à ocorrência de eventos extremos passados pode fornecer informações mais precisas e confiáveis para os avisos de risco e as tomadas de decisão realizadas pelas defesas civis. Neste contexto, avaliações locais da precipitação utilizando dados observados podem sinalizar as possíveis tendências do modelo na simulação da chuva. Este trabalho utilizou as saídas do modelo numérico Weather Research and Forecasting (WRF) em diferentes condições de inicialização e domínios de grade para avaliar a precipitação simulada pelo modelo WRF durante seis eventos extremos de chuva ocorridos na cidade de Nova Iguaçu. Os resultados mostraram que, em média, o modelo tendeu a subestimar a precipitação em relação ao que foi observado, isto é, realmente aconteceu. Através de uma análise qualitativa verificou-se que a grade mais refinada (03 km) tendeu a apresentar um melhor posicionamento da chuva sobre a cidade de Nova Iguaçu, assim como os valores simulados, isto é, mais próximo do que realmente foi observado. Tais resultados corroboram a necessidade de estudos que visem aprimorar localmente os resultados das simulações dos modelos numéricos através de análises estatísticas, como modelos de regressões lineares.

(Palavras-chave: Chuva, WRF, parametrização)

Abstract – The improvement of rainfall forecasting related to past extreme events can provide more accurate and reliable information for risk warnings and decision making by civil defenses. In this context, local precipitation assessments using observed data may signal possible model trends during the rainfall simulation processes. This work used the outputs of the numerical model Weather Research and Forecasting (WRF) in different initialization conditions and grid domains to evaluate the simulated precipitation by the WRF model during six extreme rainfall events in the city of Nova Iguaçu. The results showed that, on average, the model tended to underestimate precipitation in relation to what was observed, that is, it actually was recorded. Through a qualitative analysis it was verified that the most refined grid (03 km) tended to present a better positioning of the rainfall over the city of Nova Iguaçu, as well as the simulated values, that is, closer to what was actually observed. These results corroborate the need for studies aiming at locally improving the results of simulations of numerical models through statistical analysis, such as linear regression models.

(Keywords: Rainfall, WRF, parameterizations)

1. Introdução

As projeções climáticas indicam uma maior presença de umidade (vapor d'água) e processos dinâmicos e termodinâmicos ocorrendo na atmosfera, de modo que eventos extremos de chuva, isto é, eventos em que são observadas altas taxas de precipitação, assim como outros fenômenos, poderão ser observados com maior frequência e intensidade (Marengo *et al.* 2009). Assim, a avaliação das condições físicas relacionadas ao desenvolvimento de precipitações extremas é crucial para a caracterização de diferentes cenários de risco e o gerenciamento dos danos causados pela sua ocorrência. Consequentemente, um entendimento mais preciso da representação local de eventos extremos de chuva utilizando dados observacionais e modelagens numéricas contribuem para a identificação dos gatilhos associados à ocorrência de desastres naturais. Devido à sua notável relevância e influência na sociedade, investigações detalhadas das inter-relações espaço-temporais dos eventos de chuvas extremas e como eles podem ser detectados e previstos por diferentes bases de dados é necessária (Boers *et al.* 2015).

As previsões quantitativas da precipitação podem fornecer direcionamentos preciosos para caracterizar o risco da ocorrência de possíveis eventos significativos de chuva, assim como os acumulados correspondentes. No entanto, a previsão dos eventos em que são observadas altas taxas diárias e horárias da precipitação, especialmente quando originadas por condições atmosféricas na escala local, ainda representa um tópico a ser mais bem explorado através da modelagem numérica, pois exige a resolução de equações físicas e matemáticas em uma ampla variedade de processos em diferentes escalas espaço-temporais (Silva 2019).

Este trabalho tem como objetivo avaliar qualitativamente e quantitativamente o comportamento da precipitação simulada durante seis eventos de chuvas extremas ocorridos na cidade de Nova Iguaçu em diferentes condições de inicialização temporal e domínios simulados pelo modelo WRF. A avaliação quantitativa será realizada através de estatísticas de verificação entre o total diário da precipitação simulado pelo modelo e a precipitação total diária observada em superfície na cidade de Nova Iguaçu. A avaliação qualitativa corresponderá a análise da distribuição espacial da precipitação para o evento mais significativo de chuva extrema, isto é, o evento que apresentou o maior acumulado pluviométrico, na cidade de Nova Iguaçu. Espera-se através da metodologia proposta identificar preliminarmente qual seria a melhor condição inicial e domínio de grade simulação que apresente a melhor eficiência na simulação da precipitação na 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.

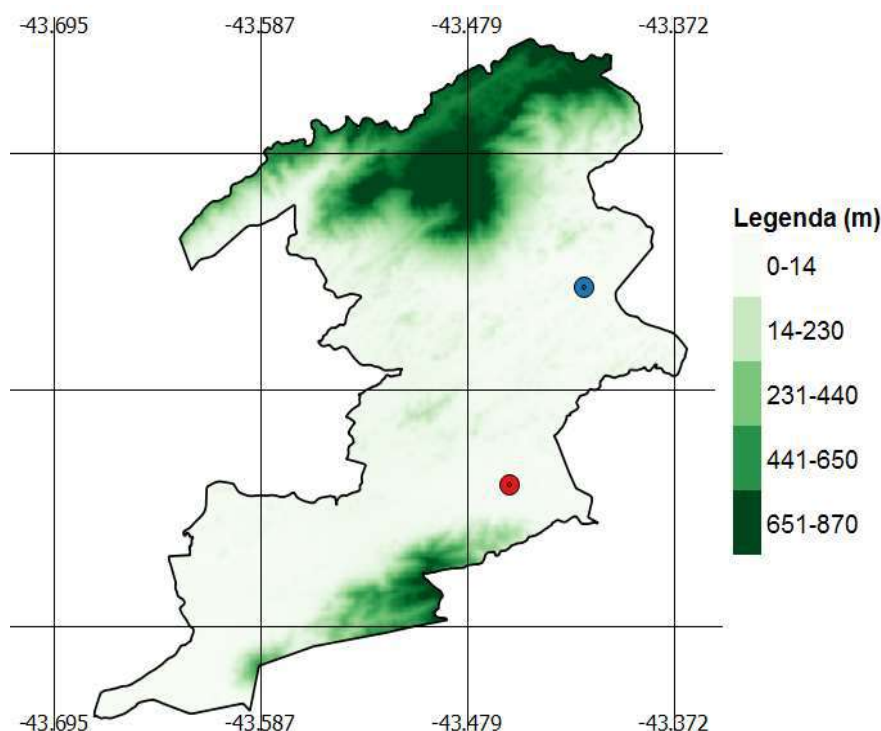


Figura 1- Perfil de elevação da cidade de Nova Iguaçu e estações Catavento (azul) e GBM Nova Iguaçu (vermelho) do Sistema de Alerta de Cheias do INEA (Fonte: Costa *et al.* 2018).

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-Obuckov (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 $0,50^\circ \times 0,50^\circ$. Para a avaliação da precipitação foram realizadas simulações começando 72 horas, 48 horas e 24 horas antecedentes aos eventos extremos de chuva 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).

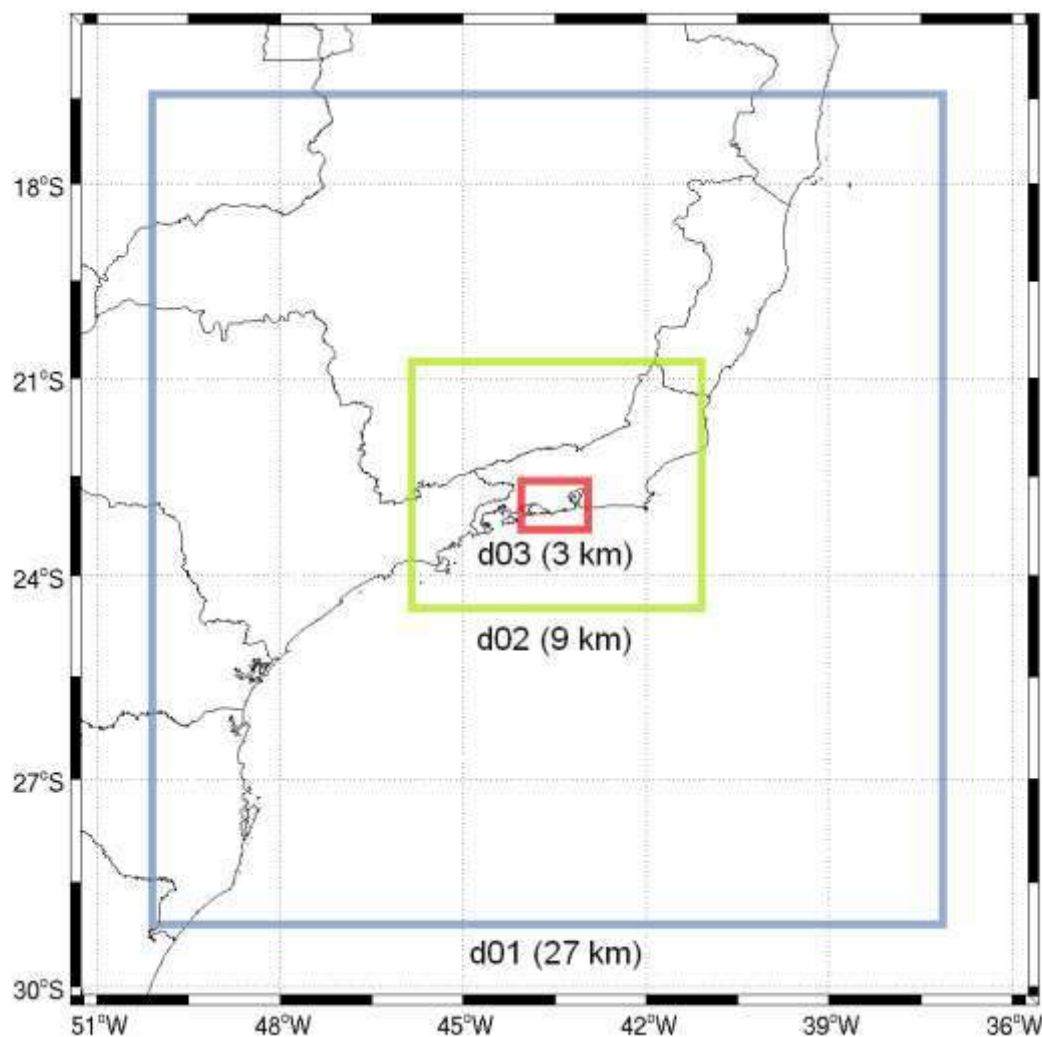


Figura 2 – Domínios da grade utilizada nas simulações com o modelo WRF.

3. Eventos extremos de chuva ocorridos na cidade de Nova Iguaçu

Utilizando o limiar de 100 mm/dia para a caracterização de eventos extremos de precipitação na cidade de Nova Iguaçu, Costa *et al.* (2018) verificaram a ocorrência de seis eventos de chuvas extremas, sendo eles: 14/01/2009, 25/01/2010, 29/03/2010, 05/12/2010, 03/01/2013 e 11/12/2013. A fim de identificar os sistemas meteorológicos que deram origem aos altos acumulados de precipitação registrados, os autores verificaram, através das informações disponíveis nos boletins informativos 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, corresponderam a aproximadamente 67 % e 33 % das formação das chuvas, respectivamente.

4. Avaliação quantitativa da precipitação simulada pelo modelo WRF

As Tabelas 1 a 3 mostram os resultados do total diário de precipitação simulada pelo modelo WRF começando 72 horas, 48 horas e 24 horas antes do início da precipitação para as grades de 27 km, 09 km e 03 km nos pontos de grade das estações GBM Nova Iguaçu e Catavento. Através destes resultados verifica-se a grande variabilidade do modelo WRF para a simulação da chuva variando entre as condições iniciais fornecidas e entre os domínios de grade utilizados. Tal característica é observada principalmente devido à resolução espacial na qual as equações físicas são resolvidas numericamente no modelo.

Tabela 1 – Total diário simulado pelo modelo WRF para os seis eventos extremos de chuva ocorridos em Nova Iguaçu entre 2008 e 2014 para cada uma das três grades começando 72 horas do início da precipitação.

Data	Catavento (72h)			GBM Nova Iguaçu (72h)		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
14/01/2009	7,81	8,45	1,88	12,61	2,71	0,02
25/01/2010	0,00	0,17	0,00	1,98	1,93	0,00
29/03/2010	1,91	3,37	0,05	1,65	1,17	0,00
05/12/2010	5,27	6,73	0,21	0,47	3,43	0,35
03/01/2013	34,17	82,50	63,31	45,36	43,76	50,02
11/12/2013	53,99	62,01	73,22	97,76	41,14	51,13

Tabela 2 – Total diário simulado pelo modelo WRF para os seis eventos extremos de chuva ocorridos em Nova Iguaçu entre 2008 e 2014 para cada uma das três grades começando 48 horas do início da precipitação.

Data	Catavento (48h)			GBM Nova Iguaçu (48h)		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
14/01/2009	6,31	13,98	4,48	10,36	17,01	13,54
25/01/2010	0,00	0,00	0,00	1,31	0,18	0,00
29/03/2010	7,68	2,72	0,04	7,26	2,25	4,46
05/12/2010	3,48	4,87	0,29	0,54	2,80	0,46
03/01/2013	50,53	104,77	118,42	56,56	45,44	14,28
11/12/2013	93,82	96,52	102,57	129,91	138,86	140,26

Tabela 3 – Total diário simulado pelo modelo WRF para os seis eventos extremos de chuva ocorridos em Nova Iguaçu entre 2008 e 2014 para cada uma das três grades começando 24 horas do início da precipitação.

Data	Catavento (24h)			GBM Nova Iguaçu (24h)		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3
14/01/2009	14,71	20,99	17,29	23,77	19,96	8,12
25/01/2010	0,00	25,62	0,00	15,68	11,74	0,00
29/03/2010	4,75	10,05	0,61	5,65	2,12	5,75
05/12/2010	10,91	20,73	0,98	2,97	6,97	0,64
03/01/2013	39,50	75,20	114,98	44,79	0,56	0,67
11/12/2013	56,41	70,77	50,45	44,69	29,06	23,50

Com a finalidade de avaliar a assertividade do modelo em relação à simulação do acumulado total diário da chuva, realizou-se a diferença entre a chuva total diária observada em cada uma das estações (Catavento e GBM Nova Iguaçu) em relação aos acumulados simulados pelo modelo WRF. Verifica-se através das Tabelas 4 a 6 que na maior parte dos eventos, o modelo tendeu a subestimar a precipitação em relação ao que foi observado, isto é, realmente aconteceu. Para poucos eventos (14/01/2009 e 03/01/2013), verifica-se que o modelo tendeu a superestimar a precipitação observada. É possível observar também que o modelo WRF tendeu a apresentar maiores superestimativas da precipitação para a estação GBM Nova Iguaçu em relação à estação Catavento. Tais resultados corroboram a necessidade de estudos que visem aprimorar localmente os resultados das simulações dos modelos numéricos através de análises estatísticas, como modelos de regressões lineares.

Tabela 4 – Diferenças entre a precipitação simulada pelo modelo WRF e a precipitação observada em Nova Iguaçu para cada uma das três grades começando 72 horas do início da precipitação.

Data	Catavento (72h)				GBM Nova Iguaçu (72h)			
	Chuva	G1	G2	G3	Chuva	G1	G2	G3
14/01/2009	9,40	-1,59	-0,95	-7,52	143,40	-130,79	-140,69	-143,38
25/01/2010	114,20	-114,20	-114,03	-114,20	69,20	-67,22	-67,27	-69,20
29/03/2010	122,20	-120,29	-118,83	-122,15	46,40	-44,75	-45,23	-46,40
05/12/2010	47,20	-41,93	-40,47	-46,99	108,60	-108,13	-105,17	-108,25
03/01/2013	76,80	-42,63	5,70	-13,49	168,40	-123,04	-124,64	-118,38
11/12/2013	0,00	53,99	62,01	73,22	125,00	-27,24	-83,86	-73,87

Tabela 5 – Diferenças entre a precipitação simulada pelo modelo WRF e a precipitação observada em Nova Iguaçu para cada uma das três grades começando 48 horas do início da precipitação.

Data	Catavento (48h)				GBM Nova Iguaçu (48h)			
	Chuva	G1	G2	G3	Chuva	G1	G2	G3
14/01/2009	9,40	-3,09	4,58	-4,92	143,40	-133,04	-126,39	-129,86
25/01/2010	114,20	-114,20	-114,20	-114,20	69,20	-67,89	-69,02	-69,20
29/03/2010	122,20	-114,52	-119,48	-122,16	46,40	-39,14	-44,15	-41,94
05/12/2010	47,20	-43,72	-42,33	-46,91	108,60	-108,06	-105,80	-108,14
03/01/2013	76,80	-26,27	27,97	41,62	168,40	-111,84	-122,96	-154,12
11/12/2013	0,00	93,82	96,52	102,57	125,00	4,91	13,86	15,26

Tabela 6 – Diferenças entre a precipitação simulada pelo modelo WRF e a precipitação observada em Nova Iguaçu para cada uma das três grades começando 24 horas do início da precipitação.

Data	Catavento (24h)				GBM Nova Iguaçu (24h)			
	Chuva	G1	G2	G3	Chuva	G1	G2	G3
14/01/2009	9,40	5,31	11,59	7,89	143,40	-119,63	-123,44	-135,28
25/01/2010	114,20	-114,20	-88,58	-114,20	69,20	-53,52	-57,46	-69,20
29/03/2010	122,20	-117,45	-112,15	-121,59	46,40	-40,75	-44,28	-40,65
05/12/2010	47,20	-36,29	-26,47	-46,22	108,60	-105,63	-101,63	-107,96
03/01/2013	76,80	-37,30	-1,60	38,18	168,40	-123,61	-167,84	-167,73
11/12/2013	0,00	56,41	70,77	50,45	125,00	-80,31	-95,94	-101,50

5. Avaliação qualitativa da distribuição espacial precipitação simulada pelo modelo WRF: Estudo de caso do dia 03 de janeiro de 2013

Dentre os seis eventos encontrados, verificou-se o maior acumulado de chuva ocorrido no dia 03 de janeiro de 2013, com um valor máximo de 168,4 mm na rede de monitoramento do Sistema de Alerta de Cheias do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Assim, devido ao alto acumulado de precipitação registrado, este trabalho procurará aplicar a metodologia proposta inicialmente para este evento extremo de chuva. Os dados de chuva utilizados nesta pesquisa serão oriundos da rede do INEA para as estações Catavento (lat: -22,65 e lon: -43,41) e GBM Nova Iguaçu (lat:-22,74 e lon: -43,457).

Através das Figuras 3, 4 e 5 verificam-se os resultados das simulações com o modelo WRF começando 72 horas, 48 horas e 24 horas anteriores ao evento de chuva ocorrido em 03 de janeiro de 2013. Este evento foi escolhido para ilustração dos resultados, pois foi onde ocorreu o maior acumulado de chuva observado na estação Catavento. É possível verificar através destas figuras que a grade mais refinada (03 km) tendeu a apresentar um melhor posicionamento da chuva sobre a cidade de Nova Iguaçu, assim como os valores simulados, isto é, mais próximo do que realmente foi observado. Para a grade mais grosseira (27 km), verifica-se que uma distribuição maior da precipitação, caracterizando que o modelo não conseguiu identificar bem os processos de microfísica das nuvens que acontecem em uma escala mais refinada. A grade de 09 km apresentou resultados intermediários entre a grade de 27 km e a grade de 03 km.

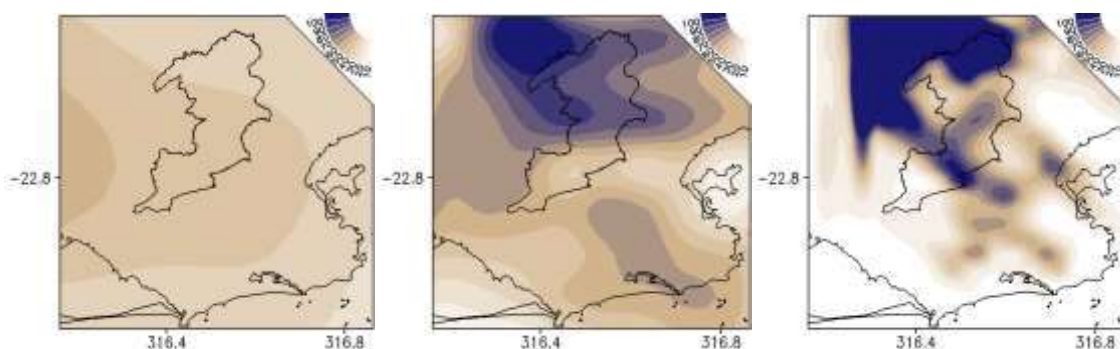


Figura 3 – Chuva simulada pelo modelo WRF começando 72 horas da ocorrência da chuva no domínio de 27 km (esquerda), 09 km (central) e 03 km (direita) para o evento de chuva de 03 de janeiro de 2013.

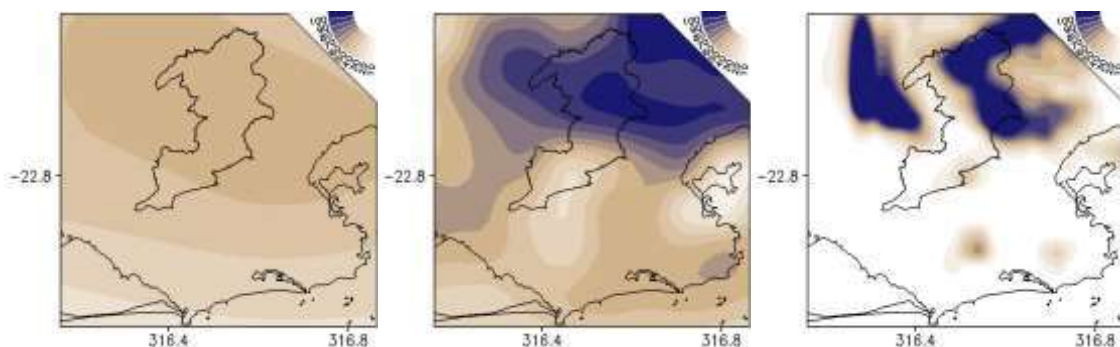


Figura 4 – Chuva simulada pelo modelo WRF começando 48 horas da ocorrência da no domínio de 27 km (esquerda), 09 km (central) e 03 km (direita) para o evento de chuva de 03 de janeiro de 2013.

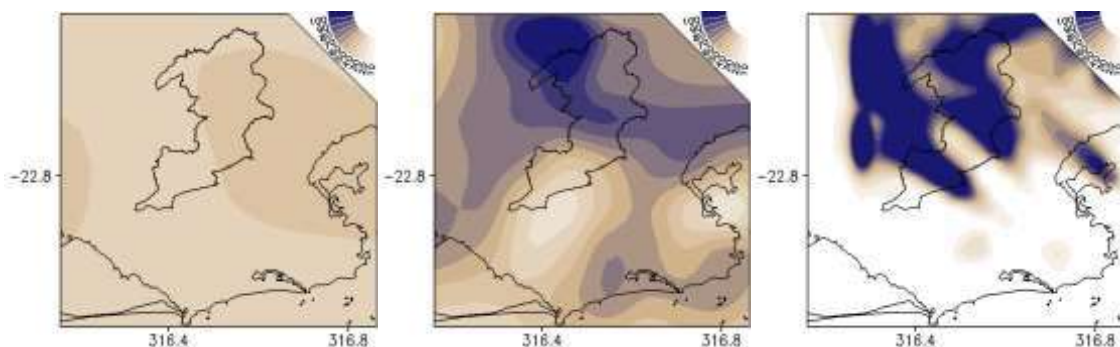


Figura 5 – Chuva simulada pelo modelo WRF começando 24 horas da ocorrência da no domínio de 27 km (esquerda), 09 km (central) e 03 km (direita) para o evento de chuva de 03 de janeiro de 2013.

6. Conclusões

Eventos de chuvas extremas desencadeiam, na maior parte dos casos, a ocorrência de desastres naturais do tipo inundações e deslizamentos de encostas. Assim, o aprimoramento regional da modelagem numérica da chuva utilizando eventos passados permite obter informações mais precisas e confiáveis da chuva quando

previstas pelos modelos numéricos. Neste trabalho foram realizadas as simulações da precipitação durante seis eventos extremos de chuva ocorridos na cidade de Nova Iguaçu em diferentes grades espaciais e diferentes condições de inicialização utilizando o modelo numérico WRF.

Os resultados mostraram que, em média, o modelo tendeu a subestimar a precipitação em relação ao que foi observado, isto é, realmente aconteceu. Para poucos eventos verificou-se que o modelo tendeu a superestimar a precipitação observada. Foi possível observar também que o modelo WRF tendeu a apresentar maiores superestimativas da precipitação para a estação GBM Nova Iguaçu em relação à estação Catavento. Através de uma análise qualitativa da distribuição espacial simulada pelo modelo, verificou-se que a grade mais refinada (03 km) tendeu a apresentar um melhor posicionamento da chuva sobre a cidade de Nova Iguaçu, assim como os valores simulados, isto é, mais próximo do que realmente foi observado. Para a grade mais grosseira (27 km), verifica-se que uma distribuição maior da precipitação, caracterizando que o modelo não conseguiu identificar bem os processos de microfísica das nuvens que acontecem em uma escala mais refinada. Tais resultados corroboram a necessidade de estudos que visem aprimorar localmente os resultados das simulações dos modelos numéricos através de análises estatísticas, como modelos de regressões lineares.

7. Referências Bibliográficas

Boers N, Bookhagen B, Marwan N, Kurths J (2015) Spatiotemporal characteristics and synchronization of extreme rainfall in South America with focus on the Andes Mountain range. *Clim Dyn* 46:601–617. <https://doi.org/10.1007/s00382-015-2601-6>

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

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

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

Kain JS (2004) The Kain-Fritsch convective parameterization: an update. *J Appl Meteor* 43:170–181

Marengo JA, Soares WR, Ambrizzi T (2009) “Jato de baixos níveis ao longo dos Andes”. Para entender tempo e clima. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

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

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

Silva FP (2019) Previsão de tempestades severas e de transbordamentos no rio Quitandinha – Petrópolis/J, Tese de doutorado.

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 DAS NORMAS PARA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE UNIDADE DE SAÚDE.

Cintia Kelly dos Santos Silva¹; Jhonny Medeiros de Brito Amaral²; Gisele Dornelles Pires³;

^{1,2} Aluno do curso de Pós-graduação Lato Sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho UNIG

³ Professor e Pesquisador UNIG 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

cintiakellysantosdasilva@gmail.com; jhonoliver@hotmail.com.br; unigengenharia@gmail.com

Resumo – Com a tendência de envelhecimento da população brasileira temos observado um crescimento do mercado a ser explorado na área da fisioterapia. Esse mercado está associado a busca de descanso, vitalidade e longevidade com maior qualidade de vida. O momento atual é composto pelo culto a beleza, em prol da autoestima e bem-estar tanto físico como emocional. A prestação de serviços na área de saúde e bem-estar está em crescimento e apresenta um enorme potencial. Segundo projeções do IBGE a partir do Censo 2010, todas as faixas etárias até 25 anos terão peso menor na população em 2017 (40,3% do total da população) do que em 2010 (45,0% do total da população), ao passo que os demais grupos ampliaram sua participação. A construção de uma Unidade de Saúde necessita ser realizada dentro de uma série de normas e técnicas, geralmente quando pensamos em uma unidade de saúde, pensamos em coletividade e acesso de pessoas a melhor qualidade de vida. Mais com uma estrutura eficaz conseguimos otimizar a prioridade dos pacientes em um melhor ambiente para atendimento. Através das Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, que basicamente versa sobre a normatização de projetos arquitetônicos e de engenharia e a orientações sobre o planejamento de redes físicas de saúde. Ao abordarmos esse assunto, podemos observar que; a importância de uma clínica escola completa pode facilitar o aprimoramento de alunos e professores, juntamente com a satisfação de pacientes, em receber um tratamento completo, humanizado e acessível.

(Palavras Chaves: Unidade de saúde, Acessibilidade, Normas para unidade básica).

Abstract – With the trend of aging of the Brazilian population we have observed a growth of the market to be explored in the area of physiotherapy. This market is associated with the quest for rest, vitality and longevity with a higher quality of life. The present moment is composed by the cult of beauty, in favor of self-esteem and physical and emotional well-being. The provision of health and wellness services is growing and has enormous potential. According to IBGE projections from the 2010 Census, all age groups up to 25 years old will have a lower weight in the population in 2017 (40.3% of the total population) than in 2010 (45.0% of the total population), while the other groups increased their participation. The construction of a Health Unit needs to be carried out within a series of norms and techniques, usually when we think of a health unit, we think about collectivity and access of people to better quality of life. More with an effective structure we can optimize the priority of patients in a better environment for care. Through the Standards for Physical Projects of Health Care Establishments, which basically deals with the standardization of architectural and engineering projects and guidelines on the planning of physical health networks. When we approach this subject, we can observe that; the importance of a complete school clinic can facilitate the improvement of students and teachers, along with patient satisfaction, in receiving a complete, humanized and accessible treatment.

(Key-words: Health unit, Accessibility, Standards for basic unit.)

1 Introdução

Quando se trata de construção de unidades de saúde, reformas ou ampliações, todos os projetos deverão estar em conformidade com a RDC 50, Norma 9050, respeitando também outros dispositivos prescritos e estabelecidos em códigos, leis, decretos, portarias e normas executivas nos níveis Federal, Estadual e Municipal. Através das Normas para Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, que basicamente versa sobre a normatização de projetos arquitetônicos e de engenharia e a orientações sobre o planejamento de redes físicas de saúde. Ao abordarmos esse assunto, podemos observar que; a importância de uma clínica escola completa pode facilitar o aprimoramento de alunos e professores, juntamente com a satisfação de pacientes, em receber um tratamento completo, humanizado e acessível.

1.1 Arquitetura Hospitalar

A construção de unidades hospitalares é bastante complexa, visto o grande número de instalações e a variedade de serviços prestados. Assim, é fundamental que o arquiteto responsável pelo projeto entenda

profundamente o funcionamento da instituição. Ele também precisa saber em quais salas serão instalados equipamentos grandiosos, pois pilares e vigas terão de ser construídos para suportar o sobrepeso. Além disso, é necessário prever como esses aparelhos serão instalados (qual o tamanho das peças, como chegarão à sala etc.).

É de grande importância ser relatado sobre estruturas com acessibilidade para cadeirantes, é os pacientes com déficit em sua deambulação ou acessibilidade, assim facilitara melhor deambulação dos referidos. Dessa forma podemos encontrar diversos auxílios, como; rampas, portas, corredores largos e elevadores.

A estrutura de uma clínica de fisioterapia deverá ser montada de acordo com o planejamento do empreendedor. O espaço deverá contemplar os seguintes espaços; Recepção e sala de espera, sanitários com adaptações para portadores de deficiência física, consultórios para avaliação fisioterapêutica, sala de aplicações com aparelhos, setor de pediatria com salas de atendimentos, setor cardiorrespiratório e com sala de testes e sala de aerossol terapia, setor de cinesioterapia e mecanoterapia com uns amplos espaços para atendimentos, individuais e em grupos, setor de massoterapia, sendo voltado para técnicas manuais e massagens tradicionais setor de hidroterapia com piscina terapêutica aquecida, adaptada e com fácil acesso, salas para turbilhão, e sala para parafina, escritório e administração.

Na estrutura ainda é necessário um ambiente climatizado, com iluminação indireta, paredes de pintura acolhedora e mobiliária específico. É essencial lembrar que a decoração é um elemento fundamental nesse segmento, devido a importante dos clientes se sentirem bem acolhido em um ambiente agradável e relaxante.

2 Metodologia

Para a realização do referido trabalho utilizou-se revisão de literatura em trabalhos acadêmicos, artigos, Normas e legislações em vigor, os manuais técnicos e a análise de um estudo de caso de uma obra realizada na Universidade Iguazu.

3 Apresentação de clínica de fisioterapia da Universidade Iguazu

Para um bom laboratório é fundamental saber quais são as instalações indispensáveis para melhor uso, assim como é necessário a identificação e compreensão dos métodos e de como elaborar os procedimentos de calibração que garantam a rastreabilidade desejada e que estejam em conformidade com a norma NBR 9050 para acessibilidade. O presente estudo de caso analisará as instalações com vista a NBR 9050/2015.

3.1 Apresentação e Localização do Universidade Iguazu

A Universidade Iguazu (UNIG), foi reconhecida pelo MEC a partir do amadurecimento das Faculdades Unificadas de Nova Iguazu, pela Portaria MEC nº 1318, de 16 de setembro de 1993, publicada no D.O.U. de 20/09/93, seção I, pág. 14017. Tem como mantenedora a Associação de Ensino Superior de Nova Iguazu (SESNI), a qual é uma entidade sem fins lucrativos, de natureza filantrópica, com sede e foro na cidade de Nova Iguazu - Estado do Rio de Janeiro. A UNIG integra, presentemente, dois campi, a saber: Campus I e Campus V. A UNIG tem como sede o Campus I, que fica em Nova Iguazu, Rio de Janeiro e através do qual interage, nos âmbitos social, econômico, cultural e político com a Baixada Fluminense e com o Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, onde funciona o Campus V - Itaperuna, gerando tecnologia e conhecimentos fundamentais para o progresso dessas regiões, para o Estado e para o País.

3.1.2 Localização

Localizada na Baixada Fluminense, Rio de Janeiro, a Avenida: Abílio Augusto Távora, nº 2134 – Jardim Nova Era – Nova Iguazu como mostra a figura 1.

Figura 1: Localização da Universidade



Fonte: Google earth, 2017.

3.1.3 Curso de Fisioterapia

O Curso de Bacharelado em Fisioterapia - Campus Nova Iguaçu é oferecido com carga horária total de 4.200 horas a serem integralizadas em, no mínimo, 5 (cinco) anos, em conformidade com a Resolução CNE/CES nº 4/2009. O Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Fisioterapia - Campus Nova Iguaçu - prevê a oferta de LIBRAS como disciplina optativa do curso, conforme prevê a legislação vigente para os bacharelados. A estrutura curricular do curso foi elaborada e vem sendo revisada constantemente no sentido de atender às necessidades reais do corpo discente e às alterações propostas pelos professores, depois de avaliadas. Assim, essa estrutura se mantém atualizada e obedecendo às Diretrizes Curriculares Nacionais.

O Curso de Fisioterapia – Bacharelado da UNIG – Campus Nova Iguaçu possui mais de 20 assinaturas/acesso de periódicos especializados, indexados e correntes, sob a forma impressa ou virtual, distribuídos entre as principais áreas do curso, a maioria deles com acervo atualizado em relação aos últimos 3 anos, que atendem adequadamente aos programas de todos os componentes curriculares e à demanda do curso.

A clínica se enquadra nos requisitos de espaços mínimos e quantidade de salas, por se tratar de uma clínica escola, contamos com uma sala de aula ampla, climatizada e bem iluminada dentro da própria clínica o que facilita no deslocamento e vivência entre professores, alunos e pacientes.

3.2 Circulação Interna

É necessário garantir a toda e qualquer pessoa com necessidade especial ou mobilidade reduzida, a possibilidade de transitar por espaços públicos ou privados, sem que haja barreiras arquitetônicas possibilitando sua circulação ou permanência.

3.2.1 Corredor

Pode-se observar em toda área de circulação (figura 2) que os pisos são de cor clara, antiderrapantes, fácil de limpar, são de formas contínuas, sem desníveis e pouco espaço em suas juntas, o que impede o acúmulo de água e proliferação de bactérias obedecendo a norma.

Figura 2: Corredor de acesso principal Fonte Autora: (2018).



Figura 3 Porta de acesso do corredor de acesso as salas e porta de entrada Fonte Autora: (2018).



3.2.2 Porta Dupla

As portas de acesso ao corredor são de duas folhas (Figura 3), onde pelo menos um dos lados pode ser aberto com um único movimento e a porta de entrada (Figura 4) é propícia a passagem de pacientes cadeirantes.



Figura 4 Porta de acesso da porta de entrada Fonte Autora: (2018)

A porta de acesso principal se encontra localizada próximo ao elevador (Figura 4), facilitando o acesso ao paciente ao chegar na clínica, a maçaneta possui uma altura adequada e a largura se enquadra dentro da norma de acessibilidade NR9050 Fonte Autora: (2018).

3.2.3 Sanitários e vestiário

A porta do Banheiro encontra-se adequadamente sinalizada e adaptada conforme demonstra a figura 5 abaixo.



Figura 5 Porta Banheiro com acessibilidade Fonte: Autora (2018).

3.2.3.1 Interior do sanitário (acessibilidade)

Os sanitários da clínica apresentam as barras laterais, áreas de circulação e altura compatível com a norma conforme figura abaixo.



Figura 6 interiores do banheiro de acessibilidade Fonte: Autora (2018).

3.2.4 Balcão

O Balcão da recepção encontra com altura padrão, mas há necessidade de um balcão acessível segundo a NBR 9050.



Figura 7 Recepção da sala de fisioterapia Fonte: Autora (2018).

3.2.5 Elevador vertical ou inclinado

Presença de elevador (Figura 8), equipamento essencial no transporte de pessoas cadeirantes, ocasionando maior conforto e segurança para pessoas com locomoção restrita, dando maior independência e confiança.



Figura 8 Interior do elevador de acessibilidade Fonte: Autora (2018)

3.2.6 Box de Eletroterapia

Nota-se que em alguns boxes específicos temos um piso emborrachado (Figura 9) o que é de suma importância tendo em vista o tipo de aparelho usado, evitando descarga elétrica e desequilíbrio atômico tanto do paciente como do fisioterapeuta. Atendendo as especificações da norma.



Figura 9 Box de Termoterapia Fonte: Autora (2018)

3.2.7 Pé Direito

A clínica conta com um amplo espaço (Figura 10), possui pé direito onde todo o mobiliário se encontra bem distribuído se encontrando dentro da norma 9050 para acessibilidade, ambiente climatizado, bem iluminado, passando conforto térmico e bem-estar aos seus pacientes.



Figura 10 Pé direito Fonte: Autora (2018)

3.2.8 Lavabo

O lavabo (Figura 11) situado em rota acessível, se apresenta dentro da norma 9050 e pode ser utilizado por pessoas sem necessidades especiais.

Figura 11: Lavabo Fonte: Autora (2018)



3.2.9 Extintor



Figura 12 Extintor Fonte: Autora (2018).

Presença de extintor de incêndio em rota acessível como preconiza a lei 13.425 que determina a presença de equipamento contra incêndio.

3.2.10 Pediatria

A presença de uma área específica para tratamento infantil com mobiliário adaptado e adequado de acordo com a norma, como mostra a figura abaixo.



Figura 13: Box de fisioterapia pediátrica Fonte: Autora (2018).

3.2.11 Escada

Uma das maiores dificuldades encontradas por pessoas cadeirantes sem duvidas é a escada, mesmo com corrimão, altura e largura dos degraus dentro da norma como mostra a figura abaixo, não é viável para pacientes com deficiência.



Figura 14 Escada Fonte: Autora (2018)

3.3 Análises comparativa de processos realizados e as normas ABNT

Com o auxílio de uma trena, foram verificadas as medidas para ver se as mesmas se enquadram nos valores impostos pelas normas que se referem a acessibilidade.

Tabela Referência

NORMA	
Piso	RDC nº 50/2002
Pé Direito	Entre 2,60m até 3,00m Segundo ABNT NBR 15575/2013
mobiliário	Utilizar Pé direito mínimo 2,60m ABNT NBR 15575/2013
extintor	Deverão atender a ANBT NBR 5410:2004
Instalações Hidro-Sanitárias	Conforme preconiza a lei 13,4425
Janelas	ABNT NBR 10821:2017
Portas	ABNT NBR 10821:2018
elevador	ABNT NBR 196:1999
corredor	1m ² Por Pessoa ABNT NBR 15575:2013

Tabela Executado

EXECUTADO	Conclusão
Piso	Ok
Pé Direito 2,90m	Ok
mobiliário pediátrico	Ok
extintor	Ok
instalações Hidro sanitarias	Ok
janelas	Ok
portas	Ok
elevador	Ok
corredor	Ok

Conforme observamos, toda a estrutura foi executada em conformidade com os padrões da Norma.

4 Conclusões

As avaliações das especificações técnicas previstas para acessibilidade retratam como é importante e que precisam sempre estar em evidência, pois refletem as melhores condições dos serviços que são oferecidos aos usuários, bem como melhorar a avaliação das políticas dos sistemas de saúde. O acesso, aos ambientes avaliados, atende às suas necessidades. As características dos ambientes de assistência fisioterapêutica foram consideradas satisfatórias. Pode-se considerar que as condutas de implantação dos equipamentos e ambiente foram seguidas adequadamente conforme previsto em leis e normas.

O estudo mostrou que o ambiente proporciona uma satisfação por parte do cliente dos serviços prestados. Porém, deve-se ressaltar que se espera com esse trabalho contribuir apresentando após avaliar a solução adequada para utilização e por fim recomendar adequações ou alterações na construção para melhor desenvolver suas finalidades.

Por possuir duas opções de acesso (elevador e escada), a clínica se enquadra em uma construção acessível, porém a ausência de uma rampa inviabiliza muitas vezes que os pacientes consigam acesso ao atendimento pois na inoperância do elevador, muitos não conseguem usar as escadas e ficam sem atendimento, já que a clínica se encontra no segundo andar.

A mobília em sua grande parte adaptada ajuda tanto os pacientes, quanto os profissionais na hora do tratamento, com exceção do balcão que por não estar de acordo com a norma, dificulta a comunicação do paciente com o funcionário na hora do atendimento.

Com tudo, o estudo mostrou que os pacientes podem contar com um espaço amplo, bem iluminado, arejado, confortável e acima de tudo, quase em toda sua totalidade acessível para qualquer paciente em suas infinitas limitações, possa receberem seu atendimento de uma forma segura, otimizada, fazendo com que esse paciente tenha uma melhor qualidade de vida e sobre tudo garantir a retomada de uma independência perdida.

5 Referências Bibliográficas

ABNT (2019) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ABNT (2019) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf

ABNT (2019) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9050: Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf> Acessado em 15 de maio de 2019

Arquitetura Hospitalar<<https://www.galeriadaarquitetura.com.br/i-t/projetos/arquitetura->>

Resolução RDC 50 Assistencial de Saúde – EAS, é exigida a avaliação do projeto físico em questão pela Portaria nº 2.226 de 18 de setembro de 2009, em especial, a recomendação de metragem mínima = 153,24 m² para uma Unidade Básica de Saúde http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2206_14_09_2011_rep.html
Maurício de Almeida Abreu (2001) apud revista brasileira. <http://iph.org.br/revista-iph/materia/a-moderna-arquitetura-de-saude-e-a-cidade>. Acessado em 10/06/2018.

NORMATIZAÇÃO DA RDC Nº 306/2004 E NR 6 NA ECOEARTH S.A

Luana Soares Silvestre Scardini¹; Carlos duardo Moreira Guarido².

¹Pós-graduação – UNIG – Segurança do Trabalho

²Grupo 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

luanascardini@yahoo.com.br, carlosguarido@globocom

Resumo – O gerenciamento dos Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSSS) tem por objetivo minimizar a sua produção e de proporcionar aos resíduos gerados, um destino seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos profissionais que ali trabalham, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do meio ambiente. A segregação adequada dos resíduos, permite reduzir o volume de resíduos que necessitam de manejo diferenciado, com isso diminuindo também os custos com o tratamento, desses resíduos. O trabalho teve como escopo a adequação das áreas e utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI), na ECOEARTH S.A, de forma a atender a Resolução RDC nº 306/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária e a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Economia – NR 6/2018. Constatou-se que o uso de EPI's tem sido negligenciado por alguns funcionários, tornando-se necessária maior fiscalização por parte da ECOEARTH S.A, garantindo que os equipamentos de proteção individuais sejam usados adequadamente por seus colaboradores.

(Palavras-chave: Gerenciamento; Acondicionamento; Fiscalização)

Abstract – The purpose of the management of the solid waste from health services is to minimize its production and to provide the waste generated with a safe destination, in an efficient way, aiming at protecting the professionals who work there, preserving public health, natural resources and the environment. Adequate waste segregation, at the time and place of its generation, allows reducing the volume of waste that needs to be managed differently, thereby reducing the treatment costs of these wastes. The scope of the work was the adequacy of areas and the use of Personal Protective Equipment (PPE) in ECOEARTH SA, in order to comply with Resolution RDC nº. 306/2004 of the National Health Surveillance Agency and the Regulatory Standard of the Ministry of Labor and Economics - NR 6/2018. It has been found that the use of PPE's has been neglected by some employees, requiring greater supervision by ECOEARTH S.A, ensuring that personal protective equipment is used properly by its employees.

(Keywords: Management; Packaging; Supervision.)

1 Introdução

Segundo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), através da Resolução nº358 (2005), e Agência Nacional de Vigilância Sanitária, por meio da Resolução RDC nº 306 (2004), são definidos como geradores de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (RSSS):

“Todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares” (Brasil, 2005).

Por apresentar periculosidade os RSSS precisam de refrigeração adequada para atender as metodologias da RDC nº 306, em função disso deve haver um gerenciamento diferenciado, como determina a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em que os geradores de resíduos de saúde estão sujeitos à elaboração de plano de gerenciamento de resíduos sólidos e apresentar o conteúdo mínimo necessário para a elaboração deste (Brasil, 2010).

Ramos *et al.* (2011) apresentam alguns parâmetros de vulnerabilidade no manejo dos RSSS:

segregação, acondicionamento, transporte interno, armazenamento intermediário, armazenamento externo e disposição final de estabelecimentos de saúde de atenção primária, secundária e terciária. Os resíduos de saúde devem ser acondicionados em saco branco leitoso, que devem ser substituídos quando atingirem 2/3 de sua capacidade ou pelo menos 1 vez a cada 24 horas e identificados conforme sua periculosidade (Brasil, 2004). Após o seu acondicionamento os RSSS não devem ser manipulados.

Segundo Freitas e Pestana (2010) os resíduos de serviços de saúde constituem um ambiente favorável para inúmeros organismos, que se tornam vetores e reservatórios de diversas patologias transmissíveis por roedores, insetos e animais. Sua disposição inadequada pode acarretar inúmeros problemas à saúde, através de doenças infecciosas e ao meio ambiente.

O bom gerenciamento como determina as legislações vai contribuir para amenizar as ocorrências de acidente ao trabalhador, contudo a utilização de Equipamento de Proteção Individual (EPI) é essencial. Segundo a RDC nº 306 o gerenciamento dos RSSS objetiva 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, e constitui-se em um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais.

Tanto a RDC nº 306 quanto a Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho e Economia – NR 6/2018 tratam da importância da utilização dos equipamentos de proteção individual e determinam que os EPI's devem atender as peculiaridades de cada atividade profissional, cabendo ao empregador fornecer-los aos trabalhadores, e aos empregados utilizá-los para a finalidade a que se destinam.

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar, seguindo as determinações da RDC nº 306 e NR 6, as áreas de operação da ECOEARTH S.A. Nesta avaliação foram observadas: As condições de acondicionamento dos RSSS e utilização de EPI's adequados para o manuseio dos resíduos sólidos de saúde.

2 Metodologia

A vistoria realizada na ECOEARTH S.A, foi realizada em março de 2019. Informações da empresa:

- **Ramo:** Tratamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde com recuperação energética.
- **Atividade principal:** Usina de incineração de resíduos sólidos urbanos com capacidade de 30 t/dia e geração de energia (440 kw) a partir de processo de recuperação de calor.
- **Nº de empregados:** 40 empregados efetivos além dos contratados e parceiros
- **Localidade:** Rio de Janeiro - RJ
- **Grau de risco:** Segundo classificação de risco pela NR-4 o seu grau de risco é 3

A vistoria objeto deste estudo teve como principais objetivos:

- Contribuir para a informação e conscientização dos trabalhadores quanto ao uso adequado dos EPI's.
- Contribuir para o cumprimento dos dispositivos legais de gerenciamento de RSSS.
- Verificar as condições de manipulação, estocagem e transporte de RSSS.
- Estimular o tratamento e disposição adequada dos RSSS.

2.1 Critérios Para a Seleção das Áreas Vistoriadas

Foram utilizados os seguintes critérios para a seleção das áreas vistoriadas:

- Natureza Funcional.
- Natureza e Quantidade dos Resíduos Gerados.
- Natureza e Quantidade das Matérias Primas utilizadas.
- Nível de Envolvimento nos Sistemas de Gestão Ambiental.
- Relevância dos Aspectos e Potencial de Impacto Ambiental e Impacto na Saúde Ocupacional.

1.2.1 Áreas Vistoriadas

Para efeitos deste estudo, foram selecionadas as seguintes áreas:

Unidades produtivas

- Recebimento de Resíduos;
- Incineração;
- Recuperação de Calor e Geração de Energia;

- Tratamento dos Gases

Unidades de Apoio

- Sala de Manutenção;

3 Resultados

3.1 Atividades Produtivas

3.1.1 Unidade de Reciclagem Energética - URE

A Unidade de Reciclagem Energética (URE) para destinação de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde é constituída basicamente dos seguintes sistemas:

3.1.2 Sistema de Recebimento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde

Nesta área são descarregados os caminhões transportadores de RSSS em um fosso com dimensão aproximada de 20 m³.

Os RSSS estocados dentro do fosso são retirados através de um braço mecânico até uma esteira transportadora, que os encaminha ao Sistema de Incineração.

A operação de recebimento de RSSS ocorre dentro de uma área hermeticamente fechada para se evitar emissões de odores. Os possíveis odores dos resíduos são aspirados por um exaustor de ar de combustão que descarrega este ar para pré-aquecedores e, então, este ar segue para o interior do forno de incineração.

3.1.3 Sistema de Incineração de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde

Nesta área ocorre a alimentação dos resíduos no Forno de Incineração, em vazão controlada para que ocorra uma perfeita destruição oxidativa do material ao longo das grelhas do Forno de Incineração. Os rejeitos do Forno de Incineração são denominados de escórias e, são descarregados no final de suas grelhas, sendo destinados para receptores licenciados pelo INEA.

O Forno de Incineração opera em condições de pressão negativa para se evitar possíveis vazamentos de gases para seu exterior.

As condições de queima são perfeitamente controladas em temperaturas sempre superiores a 850°C.

Os gases de combustão, após o Forno de Incineração são transferidos para o sistema de tratamento dos mesmos para que possam ser lançados adequadamente na atmosfera.

3.1.4 Sistema de Tratamento dos Gases de Combustão

Os gases de combustão, após o Forno de Incineração, são introduzidos na Caldeira de Recuperação de Calor, onde são resfriados em contato com seus feixes de condensado, gerando vapor superaquecido de alta pressão, que é direcionado ao sistema de geração de energia elétrica.

Após a Caldeira, os gases de combustão são aspirados por um exaustor que mantém todo o sistema em depressão desde o Forno de Incineração até o Filtro de Mangas, com mangas catalíticas, que opera para a remoção de material particulado e destruição de possíveis furanos e dioxinas. Deste mesmo exaustor, uma pequena parte dos gases de combustão deverá ser recirculada para dentro do Forno de Incineração, como ar de combustão pobre em oxigênio, para evitar a formação de óxidos de nitrogênio.

Os rejeitos sólidos retirados na Caldeira de Recuperação de Calor e no Filtro de Mangas são denominados de cinzas volantes e, são direcionadas para receptores de resíduos sólidos licenciados pelo INEA.

Os gases gerados no Forno necessitam ser neutralizados para a remoção dos componentes ácidos também gerados na combustão. Isto ocorre pelo contato destes gases com o sistema de lavagem, composto por um lavador primário e dois lavadores secundários, que demandam uma pequena injeção de soda cáustica para que ocorra uma completa neutralização dos gases de combustão.

Após devidamente tratados, os gases são enviados para o Removedor de Névoa, onde gotículas de água arrastadas pelos gases são removidas ao passarem pelos elementos filtrantes deste equipamento. Em seguida, os gases são encaminhados para a Chaminé de Emissão de Gases, onde suas especificações são continuamente monitoradas.

3.1.5 Sistemas de Geração de Energia Elétrica

O vapor superaquecido e de alta pressão gerado na Caldeira de Recuperação de Calor é direcionado para um Turbo-Gerador onde se expande até uma pressão de vácuo adequada, fazendo com que um gerador

elétrico acoplado ao eixo da turbina transforme sua energia mecânica ofertada em energia elétrica. A energia elétrica gerada neste sistema é enviada para a subestação de energia, onde é distribuída para consumo interno da unidade.

O vapor exausto da turbina é condensado para ser reutilizado na geração de vapor dentro da Caldeira de Recuperação de Calor, após passar por um Desaerador, que remove o oxigênio de forma a proteger a Caldeira para possíveis corrosões de seus feixes tubulares. Do Desaerador, através de bombas de alta pressão, o condensado é injetado na Caldeira de Recuperação de Calor para novamente ser vaporizado e gerar energia.

3.1.6 Sistema de Utilidades

Nesta área estão instalados diversos sistemas auxiliares para o funcionamento da URE, tais como:

- Sistema de água de processo
- Sistema de ar comprimido
- Sistema de estocagem e manuseio de álcalis
- Sistema de geração de água desmineralizada para produção de vapor
- Sistema de refrigeração da água de condensação da descarga da turbina
- Sistema de coleta de águas pluviais
- Sistema de Recebimento e Distribuição de Gás Natural

3.1.7 Sistemas Administrativos

São considerados sistemas administrativos aqueles que permitem o suporte técnico e administrativo ao perfeito funcionamento da URE, tais como:

- Sala de Manutenção
- Sala do Laboratório de acompanhamento e controle operacional
- Sala de Controle de supervisão e controle operacional
- Sala da Administração Central

3.2 EPI's Disponibilizados Para o Manuseio dos RSSS

A ECOEARTH S.A disponibiliza os seguintes equipamentos de proteção individual aos colaboradores que realizam o manuseio de RSSS em sua atividade:

- Uniforme: Calça comprida e camisa com manga, de tamanho $\frac{3}{4}$, de tecido resistente para proteção do tronco, identificando o funcionário pela sua função.
- Luvas: Para proteção das mãos contra agentes cortantes e perfurantes.
- Botas: Para proteção dos pés contra agentes cortantes e perfurantes.
- Óculos: Para proteção dos olhos contra impactos de partículas volantes.

3.3 Evidências e Avaliação

NR 6 - “6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI: a) adquirir o adequado ao risco de cada atividade;”

Status: Conformidade

NR 6 - “6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI: b) exigir seu uso;”

Status: Não conformidade. Observou-se que alguns funcionários não faziam uso dos EPI's necessários para a atividade destinada.

NR 6 - “6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI: c) fornecer ao trabalhador somente o aprovado pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho;”

Status: Conformidade

NR 6 - “6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI: d) orientar e treinar o trabalhador sobre o uso adequado, guarda e conservação;”

Status: Conformidade. A empresa realiza, periodicamente, treinamentos de conscientização sobre o

uso adequado de EPI's.

NR 6 - “6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI: e) substituir imediatamente, quando danificado ou extraviado;”

Status: Conformidade

NR 6 - “6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI: f) responsabilizar-se pela higienização e manutenção periódica;”

Status: Conformidade

NR 6 - “6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI: g) comunicar ao MTE qualquer irregularidade observada.”

Status: Conformidade

NR 6 - “6.6.1 Cabe ao empregador quanto ao EPI: h) registrar o seu fornecimento ao trabalhador, podendo ser adotados livros, fichas ou sistema eletrônico.”

Status: Conformidade

NR 6 - “6.7.1 Cabe ao empregado quanto ao EPI: a) usar, utilizando-o apenas para a finalidade a que se destina”

Status: Não conformidade. Observou-se que, mesmo sendo disponibilizado pela empresa, alguns funcionários não estavam utilizando os EPI's necessários para o manuseio dos resíduos sólidos de saúde.

NR 6 - “6.7.1 Cabe ao empregado quanto ao EPI: b) responsabilizar-se pela guarda e conservação;”

Status: Conformidade

NR 6 - “6.7.1 Cabe ao empregado quanto ao EPI: c) comunicar ao empregador qualquer alteração que o torne impróprio para uso;”

Status: Conformidade

NR 6 - “6.7.1 Cabe ao empregado quanto ao EPI: d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.”

Status: Conformidade

RDC nº 306 - “1.1 - SEGREGAÇÃO - Consiste na separação dos resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos.”

Status: Conformidade

RDC nº 306 - “1.2 - ACONDICIONAMENTO - Consiste no ato de embalar os resíduos segregados, em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e resistam às ações de punctura e ruptura. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo.”

Status: Conformidade

RDC nº 306 - “1.3 - IDENTIFICAÇÃO - Consiste no conjunto de medidas que permite o reconhecimento dos resíduos contidos nos sacos e recipientes, fornecendo informações ao correto manejo dos RSS.”

Status: Conformidade

RDC nº 306 - “1.5 - ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO - Consiste na guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados, (...). Não poderá ser feito armazenamento temporário com disposição direta dos sacos sobre o piso, sendo obrigatória a conservação dos sacos em recipientes de acondicionamento.”

Status: Conformidade

RDC nº 306 - “1.6 TRATAMENTO - Consiste na aplicação de método, técnica ou processo que

modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de dano ao meio ambiente. (...). Os sistemas para tratamento de resíduos de serviços de saúde devem ser objeto de licenciamento ambiental, de acordo com a Resolução CONAMA nº. 237/1997 e são passíveis de fiscalização e de controle pelos órgãos de vigilância sanitária e de meio ambiente.”

Status: Conformidade

RDC nº 306 - *“1.9 - DISPOSIÇÃO FINAL - Consiste na disposição de resíduos no solo, previamente preparado para recebê-los, obedecendo a critérios técnicos de construção e operação, e com licenciamento ambiental de acordo com a Resolução CONAMA nº.237/97.”*

Status: Conformidade

RDC nº 306 - *“16 - O pessoal envolvido diretamente com os processos de higienização, coleta, transporte, tratamento, e armazenamento de resíduos, deve ser submetido a exame médico admissional, periódico, de retorno ao trabalho, de mudança de função e demissional, conforme estabelecido no PCMSO da Portaria 3214 do MTE ou em legislação específica para o serviço público”*

Status: Conformidade

RDC nº 306 - *“16.1 - Os trabalhadores devem ser imunizados em conformidade com o Programa Nacional de imunização-PNI, devendo ser obedecido o calendário previsto neste programa ou naquele adotado pelo estabelecimento.”*

Status: Conformidade

RDC nº 306 - *“16.2 - Os trabalhadores imunizados devem realizar controle laboratorial sorológico para avaliação da resposta imunológica.”*

Status: Conformidade

RDC nº 306 - *“17 - Os exames a que se refere o item anterior devem ser realizados de acordo com as Normas Reguladoras-NR's do Ministério do Trabalho e Emprego.”*

Status: Conformidade

RDC nº 306 - *“18 - O pessoal envolvido diretamente com o gerenciamento de resíduos deve ser capacitado na ocasião de sua admissão e mantido sob educação continuada para as atividades de manejo de resíduos, incluindo a sua responsabilidade com higiene pessoal, dos materiais e dos ambientes.”*

Status: Conformidade. Salientou-se que é realizado, semestralmente, cursos de capacitação e conscientização quanto ao uso e conservação dos EPI's, manuseio adequado dos RSSS e higiene pessoal.

RDC nº 306 - *“18.1- A capacitação deve abordar a importância da utilização correta de equipamentos de proteção individual - uniforme, luvas, avental impermeável, máscara, botas e óculos de segurança específicos a cada atividade, bem como a necessidade de mantê-los em perfeita higiene e estado de conservação.”*

Status: Conformidade

RDC nº 306 - *“19 - Todos os profissionais que trabalham no serviço, mesmo os que atuam temporariamente ou não estejam diretamente envolvidos nas atividades de gerenciamento de resíduos, devem conhecer o sistema adotado para o gerenciamento de RSSS, a prática de segregação de resíduos, reconhecer os símbolos, expressões, padrões de cores adotados, conhecer a localização dos abrigos de resíduos, entre outros fatores indispensáveis à completa integração ao PGRSS (Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde).”*

Status: Conformidade

RDC nº 306 - 20 - Os serviços geradores de RSS devem manter um programa de educação continuada, independente do vínculo empregatício existente, ...”

Status: Conformidade

4 Conclusões

Os profissionais envolvidos que acompanharam o processo de vistoria possibilitaram a identificação de

atendimentos e as constatações de desvios, se mostraram comprometidos e empenhados a adotar as melhores práticas para adequação dos pontos identificados com carência de melhoria.

A empresa fornece aos seus colaboradores diretos e indiretos todas as informações necessárias com relação aos potenciais riscos gerados pela organização, entretanto, foram identificados desvios no uso de EPI's por parte de alguns colaboradores, tornando necessária maior conscientização dos funcionários, e uma fiscalização do uso dos equipamentos de proteção individual mais rígida por parte da empresa.

Evidenciou-se que existe uma identificação dos pontos de geração, segregação, transporte interno e estocagem de RSSS; as áreas de estocagem, equipamentos de processamento e áreas de disposição. Os resíduos são destinados às empresas devidamente licenciadas pelo órgão ambiental. Todos os impactos associados à atividade desenvolvida pela ECOEARTH S.A são monitorados e encontra-se em conformidades com a legislação vigente.

A empresa demonstrou transparência e apresentou todos os documentos e relatos necessários ao bom andamento da vistoria, em que as pessoas entrevistadas mostraram comprometimento com as suas responsabilidades. Foi evidenciado um sistema de gestão ambiental e de segurança bem consolidado, no qual utiliza indicadores de desempenho ambiental para avaliação de situações de desvios e potenciais de melhoria.

O índice de atendimento às condicionantes de licenças e os requisitos legais aplicáveis é alto, como consequências das avaliações de requisitos legais.

A ECOEARTH S.A demonstrou capacidade em assegurar a contínua adequação ambiental da empresa. Entretanto, é importante a capacitação técnica da área responsável pelas ações da área de meio ambiente e segurança do trabalho, aprimorando o gerenciamento dos aspectos ambientais e segurança ocupacional, consequentemente, trazendo ganhos para a empresa e seus colaboradores.

5 Referências

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004. http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0306_07_12_2004.pdf/95eac678-d441-4033-a5ab-f0276d56aaa6. Acessado em 11 de novembro de 2018.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35805.pdf>. Acessado em 11 de novembro de 2018.

Brasil. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política nacional de resíduos sólidos [recurso eletrônico]. – 2. ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012. 73 p. – (Série legislação; n. 81)

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 6 – Equipamento de Proteção Individual - EPI. Brasília. Portaria n.º 3.214, de 24 de outubro de 2018. <http://www.trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/nr-06-atualizada-2018.pdf>. Acessado em 10 de janeiro de 2019.

Freitas PC, Pestana CLS (2010) O manejo dos resíduos de saúde: riscos e consequências à saúde do trabalhador. Saúde Coletiva. 7(41): 140-145

Ramos YS, Pessoa YS, Ramos YS, Netto FB, Pessoa CE (2011) Vulnerability of management of waste from health services in Joao Pessoa, State of Paraíba (Brazil). Ciências e Saúde Coletiva. 16(8):3553-3560

ANÁLISE DOS RISCOS E SEUS FATORES COMO PATOLOGIAS CONSIDERANDO A SEGURANÇA DE TRABALHO EM OBRAS DE ARTES ESPECIAIS

Kelly de Melo Remann¹; Marco Aurélio Gomes de Mello²;

¹Aluna de Pós Graduação em Segurança de Trabalho da Universidade Iguaçu -

²Professor no curso de Engenharia Civil na Universidade Iguaçu - UNIG

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

kellyremann@gmail.com¹, magomesdemello@gmail.com²

Resumo - Atualmente em decorrência de diversos fatores, o estudo de problemas patológicos na construção civil vem aumentando consideravelmente. Isto se deve ao fato de que até algum tempo atrás, pensava-se que as estruturas de concreto armado durariam de maneira indefinida. No entanto a falta de manutenção em pontes e viadutos, que são obras-de-arte especiais (OAE's), estão sujeitas a diferentes patologias da construção ocasionando grande risco à população. Para que a estrutura alcance sua vida útil para qual foi executada, há necessidades indispensáveis que excedem os conceitos projeto, execução do projeto e utilização, alcançando a implantação de fiscalizações e manutenções. Dessa forma a pesquisa realizada através de um estudo de caso sobre o tópico, junto com profissionais qualificados da área, enfatiza uma rica revisão bibliográfica e com análise de riscos a que está exposto o trabalhador em várias etapas do processo nas distintas frentes de trabalho em questão.

(Palavras-chaves: Riscos, patologias, concreto armado)

Abstract - Due to several factors, the study of pathological problems in civil construction has been increasing considerably. This is due to the fact that until some time ago, it was thought that the structures of reinforced concrete would last indefinitely. However, the lack of maintenance in bridges and viaducts, which are special works of art (OAE's), are subject to different pathologies of construction causing great risk to the population. In order for the structure to reach its useful life to which it was executed, there are indispensable needs that exceed the concepts of design, execution of the project and use, reaching the implementation of inspections and maintenance. Thus, the research carried out through a case study on the topic, together with qualified professionals in the field, emphasizes a rich bibliographical review and with risk analysis to which the worker is exposed in several stages of the process in the different work fronts in question.

(Key-words: Risks, pathologies, reinforced concrete.)

1 Introdução

Desde os primórdios das civilizações o homem tem a prática da construção civil, gerando desenvolvimento e crescimento de sua geração. Com o passar dos anos, houve aperfeiçoamento em várias práticas, conquistando novos conhecimentos na área da construção. Um grande salto ocorreu na área da construção civil, uma aceleração crescente nas obras para atender as solicitações que cada vez o mundo moderno precisa.

Mesmo com este grande salto, algumas construções apresentam problemas causados por falhas espontâneas, erros de projetos, uso indevido de materiais e outras razões que contribuem na separação ou divisão de uma estrutura. Mesmo sendo um dos materiais mais sólidos e utilizados na indústria da construção civil, o concreto tem suas falhas, existem vários fatores que pode interferir em sua qualidade, que são chamadas de “patologias do concreto”.

Patologias são deformações ou “doenças” em uma estrutura de concreto, que ocorrem por várias causas como: má conservação da estrutura falta de manutenção, instalação realizada indevidamente, erros de projetos. Ao realizar técnicas de manutenções corretamente estudadas e aprovadas nas estruturas de concreto, permite a estabilidade de satisfatórios desempenhos funcional, estrutural, melhor e maior prazo de vida útil por meio de vistorias no tempo adequado indicando e demonstrando as ações de recuperação.

Na Construção Civil, riscos apresentam-se de variadas formas e intensidades. A análise de riscos preconiza que riscos podem ser caracterizados por ser parcialmente conhecidos.

Risco é a medida das incertezas sobre as premissas adotadas para um projeto de engenharia nas diferentes disciplinas que o compõem e a influência destas incertezas nas metas de um projeto: prazo, orçamento e níveis de segurança operacional, ambiental e qualidade.

Os riscos e as patologias que serão citadas e analisadas neste trabalho foram encontrados em um viaduto inaugurado em 1968, onde nunca houve nenhum tipo de manutenção, dando procedência a problemas patológicos e estruturais, este viaduto foi interditado para sua restauração, está previsto um reforço nos muros de contenção, reforçando os dentes de Gerber e instalação de borrachas que se desgastaram dos apoios com o passar dos anos.

2 Metodologia

O presente trabalho utilizará na revisão de literatura por meio de livros, artigos científicos e estudos já realizados. E analisará um estudo de caso sob a ótica da segurança do trabalho no trabalho de campo para analisar os riscos e as patologias ocorridos no mencionado viaduto.

2.1 conceitos básicos do concreto armado

O material construtivo mais utilizado no mundo é o concreto armado. Ele se destaca por ter um ótimo desempenho e pela facilidade na sua execução e economia.

Segundo Cánovas (1988), entende-se que concreto armado consiste numa mistura íntima de cimento, agregados, água, eventualmente aditivos e o aço que vai constituir a fibra ou nervo de que o concreto necessita para ser um material estrutural completo. Entretanto, alguns erros de elaboração do material, ocasionam o surgimento das patologias que levam a estrutura à degradação que, muitas vezes, comprometem a estabilidade da obra, principalmente sua durabilidade.

O concreto armado demanda alguns cuidados na sua preparação, que visa garantir sua durabilidade e funcionamento. A execução e uso de maneira apropriada, englobam um estudo do traço, dosagem, manuseio e cura adequados e a manutenção periódica e a prevenção contra agentes agressivos.

Por um longo tempo o concreto foi avaliado como um material surpreendentemente durável, devido ao fato de se encontrarem muitas construções antigas, ainda em bom estado. No tempo antigo, a pedra natural era muito utilizada na construção de fortificações, edificações e também para vencer vãos sobre depressões ou rios. As estruturas feitas com esse material mostrou-se um ótimo elemento resistente à compressão. Contudo quando tracionada, se mostrou ineficiente ao se romper em casos de vãos maiores.

Por ação deste problema os romanos começaram a construir vãos em formato de arco para evitar rupturas. Os romanos foram peritos na construção de pontes em forma de arco. Já que o uso de vigas para vencer vãos maiores não era uma possibilidade, eles utilizaram a estratégia de construir arcos onde cada pedra era estudada para que resistissem à compressão.

2.2 Conceito de patologia e suas origens

Com o rápido crescimento da construção civil, iniciou-se a necessidade de inovar em métodos que cada vez mais atendessem essa demanda. Com isso, trouxe também a aceitação de certos riscos, que requerem um conhecimento mais amplo sobre materiais e estruturas. Esta aquisição decorre das análises dos erros sucedidos, que levam a deterioração precoce ou acidentes. A despeito disto tudo, tem-se observado que algumas estruturas acabam por ter desempenho insatisfatório, confrontando-as com os objetivos as quais se propunham.

O termo “patologia” significa estudo da doença. A palavra Patologia é de origem grega (páthos, doença, e lógos, estudo), e é amplamente utilizada nas diversas áreas da ciência, com denominações do objeto de estudo que variam de acordo com o ramo de atividade. Na construção civil pode-se dizer que patologia é o estudo dos danos ocorridos na edificação. Silva ainda diz que, a patologia é uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica, e esta última é a expressão resultante de um mecanismo de degradação. A maioria dos autores adotam como “sinônimos” os dois termos.

Patologias podem se apresentar de diversas formas, como fissuras, trincas, infiltrações e danos causados por umidade excessiva da estrutura. Em relação ao diagnóstico das patologias do concreto armado, Lapa (2008) define que o concreto armado sem um material não inerte, está sujeito a alterações ao longo tempo. Devido as interações dos seus elementos construtivos, muitas vezes acarretam anomalias que podem comprometer o desenvolvimento da estrutura, como aspectos estéticos indesejáveis ou também um desconforto psicológico nos usuários.

As patologias também podem ser provenientes de deficiências dos próprios materiais componentes, que podem ser minimizadas ou até mesmo erradicadas, através de um controle tecnológico na fase de fabricação. É imprescindível conhecer bem os materiais para que se obtenha uma correta utilização. Associado a bons materiais é necessário ter primazia na execução, assim como curas bem realizadas, dosagens de acordo com estudos realizados em laboratório, posicionamento correto de armaduras, vibração adequada para evitar as chamadas “brocas” e consequentemente a exposição de armaduras, facilitando o indesejado processo prematuro de corrosão do aço.

Além disso, todo tipo de estrutura exige manutenções periódicas para que se conserve de maneira apropriada, aumentando assim a sua vida útil. Com relação à manutenção, define como sendo a combinação de todas as ações de caráter técnico e/ou administrativo que tenham por fim garantir ou reestabelecer, para uma determinada estrutura, as condições necessárias para que esta desempenhe, capazmente, as funções para as quais foi concebida.

2.2.1 Patologias decorrentes a erros de projetos

Na construção civil, o projeto consiste em relatar previamente como serão as dimensões da obra. Dimensionar os elementos estruturais de acordo com seus carregamentos.

O projeto baseia-se em desenvolver, dimensionar, organizar e transmitir as características físicas e tecnológicas especificadas para uma determinada obra, para serem consideradas na fase de execução. Os principais erros cometidos nesta etapa são: falta de detalhamento; erros no dimensionamento; incompatibilidade entre os projetos, previsões equivocadas dos carregamentos e também excesso de informação.

2.2.2 Patologias decorrentes a erros na fase de execução

Um erro muito comum cometido nessa fase da construção, é o uso incoerente dos materiais construtivos. O uso inapropriado dos materiais podem gerar falhas na estrutura, comprometendo seu desempenho futuro. Outro fator importante é a falta de mão de obra qualificada ou condições de trabalho inadequadas.

Métodos construtivos executados de forma errada acarretam uma série de patologias e até mesmo levar a estrutura ao colapso. Esses erros podem ser evitados com fiscalização, controle na elaboração do traço do concreto, posicionamento correto das armaduras, uso dos materiais dentro das suas especificações, como também um controle tecnológico (Lima 1990).

Pode ser citado como exemplo, a construção de uma alvenaria, que segundo Brandão (2007), o maior índice de manifestações patológicas em alvenarias foi verificado na etapa executiva da parede.

A maior parte das patologias encontradas nas edificações são consequências de uma série de falhas no processo executivo, como também pela falta de controle de qualidade, afetando a segurança e a durabilidade do empreendimento.

Os problemas patológicos surgem devido a essas falhas, as quais ocorrem durante uma ou mais etapas das atividades inerentes à construção civil: concepção/projeto, execução e utilização.

Para a etapa de concepção, exige-se a garantia de plena satisfação do cliente, de facilidade de execução e de possibilidade de adequada manutenção; já a etapa de execução, deverá garantir o fiel atendimento ao projeto, e para a etapa de utilização, é necessário garantir a satisfação do utilizador e a possibilidade de extensão da vida útil da obra, assegurando segurança e qualidade à construção.

No caso das estruturas, vários problemas patológicos podem surgir em virtude do que já foi comentado. Uma fiscalização deficiente relacionada a uma baixa capacitação dos profissionais envolvidos pode levar a graves erros em determinadas atividades, como a implantação da obra, escoramento, formas, posicionamento, qualidade das armaduras e concretagem, desde a sua fabricação até a cura, (BOTELHO, 1996).

As Manifestações patológicas apresentam-se em edificações com manifestações variáveis, com menor ou maior intensidade. É importante a detecção precoce, o quanto antes, porque, tende a minimizar o custo do tratamento e o comprometimento da estrutura.

2.2.3 Sintomas de patologias nas estruturas

Um engenheiro também precisa estar atento às principais ocorrências que comprometem as suas edificações, assim como um médico deve analisar os sintomas, para identificar a doença e as consequências e o tratamento das principais doenças que acometem seus pacientes,

A maioria das patologias que podem afetar uma edificação na fase pós-ocupacional apresentam sintomas visíveis e pelas suas características permitem que possa ser determinado o agente causador. Os principais sintomas causados por problemas patológicos são:

- Infiltração e demais danos causados por umidade; infiltração é o processo em que a água atravessa a superfície do solo;
- Fissuras e trincas; são pequenas aberturas ocasionadas por conta das tensões ocorridas na estrutura de concreto;
- Carbonatação; aço do concreto armado exposto, devido ao desgaste da armadura ocasionado pela infiltração;
- Intemperismo do concreto; quando o concreto sofre desgaste devido aos ataques químicos e físicos das condições climáticas.

O estudo das patologias estruturais engloba a análise detalhada do problema descrevendo as causas, as formas de manifestação, os mecanismos de ocorrência, a profilaxia e a manutenção estrutural. Cada problema patológico retrata manifestações características, que quando investigadas, pode-se avaliar a sua natureza, como foi originada e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, com a finalidade de conhecer suas prováveis consequências. Pode-se denominar os sintomas também como lesões, danos, defeitos ou manifestações patológicas. A partir do primeiro diagnóstico, pode-se ser verificados e classificados, baseando-se em observações visuais minuciosas.

As evidências mais comuns de avarias em estruturas de concreto armado são as fissuras ou trincas, flechas excessivas, manchas, corrosão das armaduras e segregação dos materiais que compõem o concreto.

2.2.4 Mecanismo

Existem alguns fatores que contribuem para a aceleração dos problemas patológicos, dentre elas, podem-se citar a presença de agentes agressivos externos e internos como: (radiação solar, térmica ou nuclear, contribuintes normais do ar como CO₂ e oxigênio, temperaturas como elevação, diminuição e ciclos), assim como os incorporados ao concreto.

Segundo Helene (2003), deve ser levado em consideração o meio no qual a estrutura está instalada, pois se espera que em locais com atmosfera seca e “pura” não seja tão agressiva como em locais com atmosferas úmidas e fortemente contaminadas. O meio com oxigênio, pode ocorrer dentre outras a corrosões.

2.2.5 Inspeção e diagnóstico

Para um diagnóstico preciso, é necessário que as definições sejam claras e objetivas quanto ao tipo de intervenção mais adequado e primordial para a erradicação das causas que originam os danos da obra. É de extrema importância que a inspeção seja feita por um profissional qualificado, através de testes simples que obtém um número relevante de informações.

Nas fases de inspeção e diagnóstico, deve ser feito uma análise rigorosa do estado de conservação da obra inicialmente para desarmonizar os danos ou erros cometidos na execução da obra, recorrendo a visitas minuciosas ao local, assim como, conhecer a origem e os processos construtivos iniciais ou quaisquer registros da mesma. Logo após, deve-se diagnosticar os lugares que necessitam de reparos, verificar a gravidade visando à segurança dos usuários, quais as melhores medidas a serem tomados, definir a extensão do quadro patológico e a sequência da vistoria por meio dos sentidos humanos, testes e instrumentos simples (Tavares *et al.* 2011).

A categoria da construção, usada para identificar quais os aspectos originais da obra, determina uma série de patologias distintas para cada tipo de edifício, facilitando a identificação de causas que podem ser comum a uma mesma patologia. Quanto mais antiga a obra, mais difícil à existência, dificultando a conclusão da análise. Além disso, as construtivas e os materiais usados podem não ser os mesmo usados no período da recuperação.

Nesses casos de construções históricas, o levantamento da história evolutiva do problema, englobando desde a construção, a utilização e a manutenção da edificação, é utilizado quando os dados obtidos na vistoria local não são suficientes para diagnosticar a patologia. Esse levantamento é feito através de informações orais recolhidas com usuários, projetistas, construtores, operários, fiscalização e vizinhos; esta prática necessita de técnica, pois cada pessoa tem um interesse em relação à obra.

Será citado no presente trabalho, as principais patologias ocorridas no concreto armado de um viaduto sem quaisquer manutenção: umidade, fissuras e carbonatação.

2.3 Umidade

A palavra Umidade, segundo o dicionário Michaelis é a “qualidade do que é ou está úmido”, quantidade de líquido no organismo.

A umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil. Essa dificuldade está relacionada à complexidade dos fenômenos envolvidos e à falta de estudos e pesquisas. Essa carência ainda é percebida hoje, mais de 20 anos após elaboração do trabalho do autor citado.

Problemas de umidade ocasionam um grande desconforto e também degradam a construção muito rapidamente. A solução para este tipo de problema normalmente são um tanto onerosas.

A umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

2.4 Fissuras

É comum serem encontradas fissuras em estruturas de concreto. Elas são resultantes da fragilidade do concreto. Este material não atende as reações de tração, assim colapsa repentina e explosivamente. Contudo, Cánovas (1988), diz que seu número, localização e abertura são fatores decisivos para degradação das estruturas.

A seguir será exemplificado a diferença entre fissura e trinca, que são aberturas ocasionadas pela fragilidade do concreto muito parecidas, sendo diferenciadas pelo tamanho de suas aberturas. Por definição, segundo a norma DNIT 083 (2006), a trinca é uma fratura linear no concreto. Elas podem se desenvolver parcial ou completamente ao longo de um elemento estrutural, não havendo uma separação nítida e indiscutível entre trincas e fissuras, tendo essas últimas aberturas menores. A norma da ABNT NBR 9575 (2010) define que as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm, as fissuras têm aberturas de até 0,5 mm e, por fim, as trincas têm aberturas maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm.

2.5 Carbonatação

O composto químico que desencadeia o fenômeno da carbonatação do concreto é bem conhecido, facilmente encontrado nos centros urbanos. Um bom exemplo são os túneis e viadutos. Nestes ambientes, o concreto está exposto à alta concentração de gás carbônico (CO₂). Esse dióxido de carbono penetra nos poros do concreto, dilui-se na umidade presente na estrutura e forma o composto chamado ácido carbônico (H₂CO₃).

No concreto existe o pH que é sua proteção, uma vez estando abaixo do seu valor normal, ocorre a corrosão da armadura.

Processo anódico (mecanismo de proteção anticorrosiva).

Processo catódico (método de controle da corrosão na armadura).

A carbonatação é um fenômeno físico-químico oriundo das reações de gases ácidos do ambiente com os produtos alcalinos do concreto. A alcalinidade do concreto é conferida principalmente pela presença do hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), de sódio (NaOH) e de potássio (KOH), dissolvidos ou precipitados no concreto endurecido. Essa alcalinidade pode ser reduzida ao longo do tempo pela penetração de CO₂ no interior do concreto.

Segundo Helene (1993), a penetração do gás carbônico no concreto dá-se preponderantemente por um mecanismo de difusão. Portanto, na maioria dos casos trata-se de gradientes de concentração de CO₂. Influirá a concentração de CO₂ no ambiente externo, junto à estrutura, comparativamente à concentração de CO₂ nos poros capilares do concreto de cobrimento das armaduras.

No concreto em bom estado a corrosão ocorre de forma muito lenta.

2.6 Manutenção e inspeção de viadutos

Devido à minimização de prejuízos obtidos com a inspeção e manutenção das pontes, os órgãos públicos e privados têm dado certa atenção para esta área. Segundo o Manual de Inspeção de pontes Rodoviária – DNIT (2004) são apresentadas cinco tipos de inspeções executadas nas pontes:

. Inspeção cadastral: realizada logo após a construção da ponte, devem-se levantar os dados de projeto e execução com fotos e identificação. Denomina-se também de cadastral a inspeção efetuada quando se executa alguma alteração na obra como um alargamento, reforço, acréscimo de comprimento e mudança no sistema estrutural.

. Inspeção rotineira: realizada no intervalo de um a dois anos, essa inspeção é destinada a observar qualquer anomalia no comportamento estrutural ou alterações a inspeção cadastral ou a rotineira anterior. São basicamente visuais e não necessitam de equipamento muito complexo.

. Inspeção intermediária: é uma inspeção realizada para verificar algum efeito do qual se tenha suspeita, como um recalque de fundação, uma erosão incipiente, um encontro parcialmente descalçado ou o estado de um determinado elemento estrutural.

. Inspeção especial: deve ser realizada em intervalos máximos de cinco anos, em pontes de grande porte e nas de comportamento problemático. Pode ser solicitada por uma inspeção rotineira. Nesta inspeção, o inspetor deve ser altamente minucioso e adquirir um amplo acervo fotográfico.

2.6.1 Programas de Manutenções

Em análises obtidas por estas inspeções podem ser estabelecidos programas de manutenção estrutural. O trabalho de conservação das pontes envolve tarefas como: correção de pequenas falhas, limpeza e drenagem de pista, juntas, apoios, correções nos aparelhos de apoio, reparos em guarda-corpos e reparos na pista de rolamento sem acréscimo de espessura. Para a correção de reparo e reforço estrutural será necessária a elaboração de projetos.

A manutenção estrutural e a prevenção de patologias estão intimamente relacionadas. O desgaste de uma estrutura é contínuo por estar sujeita a agentes degradantes e desgastes naturais da sua própria utilização. Com base neste ponto, podem-se adotar dois procedimentos para manutenção da estrutura.

2.6.2 Avaliação do risco de ruptura devido à presença de patologias

Em cada tipo de estrutura, existem diversos riscos de ruptura das estruturas em função do grau de patologia que elas se encontram. Segue abaixo algumas ocorrências graves em estruturas de concreto armado ou protendido que podem resultar em colapso.

. Corrosão avançada das armaduras; deterioração do concreto armado causado por gases nocivos (CO₂), e pela umidade.

. Fissuras de cisalhamento nas proximidades dos apoios; insuficiência da armadura transversal, sobrecargas acima do cálculo estrutural permitido.

. Fissuras em pilares; abertura nos pilares, ocorrem devido a fragilidade da estrutura.

. Vigas Gerber fissuradas e esmagadas nos dentes; vigas com estabilidades próprias, com fragilidade e esmagamento em suas rótulas (dentes), causando o comprometimento da estrutura.

2.6.3 Vigas

Viga é um componente estrutural sujeito a cargas transversais. A viga é normalmente usada no sistema laje-viga-pilar para transportar os esforços verticais recebidos da laje para o pilar ou para transmitir uma carga concentrada, caso sirva de apoio a um pilar.

Alguns tipos de viga

Viga universal – viga com uma seção transversal tipo de viga bastante usado em elementos pré-moldados;

Viga em balanço – viga de edificação somente com um apoio (engaste);

Viga biapoiada– pode-se dizer que são vigas com dois apoios, que podem ser simples e/ou engastados;

Viga gerber– a viga Gerber consiste na associação de vigas com estabilidade própria, (em alemão Gerberträger ou Gelenkträger) é denominado em estática das construções uma viga sobre vários suportes, composta com rótulas de forma tal que seus trechos são firmemente determinados, pontes Gerber pertencem à classe de pontes em balanço.

2.7 Análise de risco e risco mecânico

Segundo Piotro (2019), análise de risco, tanto de máquinas, quanto de equipamentos, é fundamentada no estudo realizado durante as fases de concepção e de desenvolvimento de um projeto. A sua finalidade é em determinar os prováveis riscos que poderão existir na operação do maquinário, e assim, após serem identificadas as causas e efeitos dos mesmos, permitir que a apreciação de risco apresente quais são as medidas de segurança necessárias para a minimização ou remoção do risco.

Esta análise de risco é realizada com o objetivo de atender às exigências da “NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos”.

Os riscos mecânicos são aqueles que podem comprometer a segurança dos trabalhadores no seu ambiente de trabalho. Má arrumação das máquinas, equipamentos e ferramentas mal preservadas e sem manutenção, instalações elétricas em mau estado, condições psicológicas dos trabalhadores, falta de informação e

treinamento, dentre outros fatores que, de modo imperceptível aos olhos do trabalhador, podem gerar sérios acidentes.

2.7.1 Riscos ocupacionais no trabalho

A existência de probabilidade de um trabalhador sofrer algum dano, decorrente de suas atividades profissionais, é denominada de risco ocupacional, ou seja, são acidentes ou doenças possíveis a que estão expostos os trabalhadores no exercício do seu trabalho ou por motivo da ocupação que exercem.

Geralmente, os riscos ocupacionais estão relacionados ao ambiente em que o trabalhador fica sujeito a ruídos, vibrações, gases, vapores, iluminação inadequada, entre outras inúmeras situações que podem gerar danos à saúde ou à integridade física do profissional.

Em cada tipo de empresa e ocupação a característica do risco é diferente, porque a exposição do profissional ao risco depende do processo produtivo.

2.7.2 Análise Preliminar de Riscos – APR

A APR consiste em avaliar todas as etapas do trabalho a fim de detectar os possíveis problemas que poderão ocorrer durante a execução da obra. Para os problemas detectados devem ser adotadas medidas de controle e neutralização, que deverão envolver toda equipe, criando um clima de trabalho seguro em conjunto, podendo ser elaborado por profissional ou por equipe multidisciplinar, desde que aprovada por Engenheiro de Segurança do Trabalho, com emissão de ART específica.

Estas informações poderão ser usadas pela Comissão Interna de Prevenção a Acidentes – CIPA, e com base nesses dados é possível modificar as condições de trabalho oferecendo mais EPI's, alterando a disposição de máquinas, layout de setores/ áreas de trabalho, priorizando a integridade física e mental do trabalhador.

2.8 Acidente de trabalho, seus impactos e a segurança do trabalhador

Atualmente, a razão de proteção e saúde do trabalhador já faz parte da filosofia da grande maioria das empresas no Brasil, mas os índices de acidentes ainda são altos (Nascimento *et al.* 2009). O autor detalha ainda estudos que mostram que os acidentes de trabalho têm forte impacto nos gastos da previdência brasileira. Nos primeiros 15 dias após o trabalhador sofrer um acidente de trabalho os custos são pagos pela empresa onde ele trabalha. A partir desse período, ele passa a receber um benefício da Previdência Social que condiz à cerca de 70% do salário do trabalhador.

3 Resultados

Para exemplificar os princípios e conceitos apresentados nesta pesquisa, foi realizado um estudo de caso no Viaduto Padre João Musch inaugurado no ano de 1968. Os fatos foram observados e analisados, com a função de tentar desvendar o motivo de suas causas. Bem como, a partir das visitas e vistorias realizadas no local, puderam-se ver de perto os principais danos ocorridos no concreto armado da construção e seus possíveis riscos mecânico e ocupacionais do trabalho.

3.1 História do Viaduto Padre João Musch

Inaugurado no ano de 1968, o Viaduto Padre João Musch Figura 1 foi construído há aproximadamente 50 anos pelo governador nomeado do Estado do Rio, Geremias Fontes, estando o projeto original no Departamento Estadual de Estradas e Rodagem (DER). Recebeu este nome em memória de um sacerdote que dedicou trinta anos de sua vida à Baixada Fluminense, seu comprimento é de 360 metros quadrados. De acordo com a Secretaria Municipal de Transportes, a quantidade de veículos nas estradas na época em que foi dimensionado, era bem inferior a quantidade dos dias atuais e o peso de cada veículo também era pouco variável. Ao longo do tempo, a quantidade de veículos foi aumentando chegando a trafegar cerca de 40.000 veículos diariamente, e sua capacidade de carga continuou a mesma. Com a evolução dos tempos, foram sendo construídos diversas residências, shoppings, empresas e comércio nas redondezas, e o viaduto Padre João Musch tornou-se o principal ponto que ligava os dois lados da cidade de Nova Iguaçu. Com isso, houve um crescimento populacional ao redor do viaduto, o que levou ao aumento de todos os tipos de automóveis que, aparentemente, não era utilizado com tanta frequência na época de sua criação.

Dentre esses automóveis, os de grande porte, tais como ônibus, caminhões e carretas foram os que causaram um maior impacto na resistência da estrutura da construção, fazendo com que por diversas vezes, o viaduto ultrapassasse sua capacidade de projeto, utilizando o seu pior caso de resistência, como por exemplo, em um dia de engarrafamento em que há dezenas de veículos com grande carga parado sobre ele.



Figura 1: Imagem Histórica Viaduto João Musch 1968 Fonte: IBGE (2019).

3.2 Localização e descrição do Viaduto Padre João Musch

Localizado na baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro no Município de Nova Iguaçu-RJ, um importante ponto de acesso do município. Segundo informações Em toda sua vida útil, o viaduto nunca havia obtido quaisquer tipos manutenção estrutural, a ausência de manutenção preventiva acarretou em patologias como grande desgaste do concreto, umidade, corrosão das armaduras, fissuras expostas, comprometendo a vida útil do Viaduto, colocando o viaduto em risco eminente de ruptura. Devido a sua má conservação, o viaduto foi interditado em 9 de fevereiro de 2018 para avaliação e posteriormente a realização de obra de restauração, segundo a Prefeitura de Nova Iguaçu, a empresa responsável pela restauração do viaduto é a PROCEC (projetos e construções em engenharia civil), especialista em construções pesadas. A empresa apresentou um cronograma de atividades a serem desenvolvida, o trânsito teve que sofrer alterações pois foi necessário a interdição da via para avaliação e posteriormente a realização dos reparos. Tendo gerando um transtorno por alguns meses, devido ao grande fluxo de veículos que teve que ser remanejado.

3.3 Manifestações patologias encontradas

Foram encontradas e posteriormente tratadas as seguintes manifestações patológicas: umidade, fissuras, carbonatação, entre outras.

3.4.2 Umidade

Na parte inferior do viaduto, foram encontradas diversas manchas de umidade Figura 2, formadas devido ao acúmulo de água da chuva retido no interior da estrutura. Manchas de cores escuras e claras surgiram em toda região afetada.

Causas da umidade: o motivo provável do aparecimento de umidade na estrutura do Viaduto deu-se pelo acúmulo de água da chuva que ficou armazenada no interior da estrutura penetrando através de fissuras, formando poças de água, ocasionando umidade. Esse excesso de água que ficou acumulado nos caixões (aduelas) também teve bastante colaboração no excesso da carga total.

O excesso de água acumulada acarretou no surgimento de umidade, devido ao fato da estrutura onde a água ficou armazenada, não ter sido projetada para isso. Logo, a estrutura não tinha recebido a impermeabilização devida.



Figura 2: Identificação de Umidade no vão central do Viaduto.

3.4.3 Fissuras

Foram encontradas fissuras no vão central do viaduto, na parte superior, localizada no tabuleiro (passagem dos veículos). Essas prováveis fissuras foram encontradas na parte de concreto armado do viaduto, embaixo da camada asfáltica. Segundo responsável pela obra, Engenheiro Jorge Godoy, *"a camada asfáltica estava acima do limite permitido pela norma, em alguns trechos chegou-se a 25 cm de altura, sendo que a norma preconiza 5 à 10cm gerando um sobrepeso em toda extensão do viaduto, pois acumulou uma sobrecarga de 576 kg/m², o que aumentou sua carga em 600 vezes mais"*.

Causas da fissura: num todo, o sobrepeso, a falta de manutenção e o acúmulo de água da chuva, foram as maiores causas do aparecimento de fissuras no viaduto, a fissura surge como forma de aliviar essas tensões.



Figura 3: Fissura na parte superior do vão central do Viaduto.

3.4.4 Carbonatação

A armadura está exposta Figura 4, devido à perda de cobrimento, o viaduto foi construído todo em concreto armado, possui nove pilares, uma estrutura Hiperestática (indeterminada), muito comum na época de sua construção. Causas da carbonatação: a oxidação que ocorre quando o material fica exposto ao contato com gases nocivos ou com a umidade, pôde-se observar a corrosão avançada da peça estrutural, com as ferragens à mostra em várias localidades, é um fenômeno físico-químico oriundo das reações de gases ácidos do ambiente com os produtos alcalinos do concreto.



Figura 4: Carbonatação nos pilares do viaduto.

3.4.5 Restauração da viga Gerber

Segundo o responsável da obra, o engenheiro Jorge Godoy, “foi necessário realizar o içamento das vigas gerber Figura 5 danificadas através de macacos hidráulicos (Figura 6) para restauração de inúmeras fissuras e trincas encontradas nos apoios dos dentes, com a reparação dos dentes, com colocação de produto para alcalinização (hidratação) do concreto antigo, pois o ph do concreto (proteção) diminuiu no decorrer dos anos, foi aplicado um inibidor de corrosão nas armaduras para fazer uma limpeza, em outras partes foi retirado o concreto antigo e restaurada com argamassa polimérica (impermeabilizante) para a recomposição do concreto retirado. Após a retirada da forma foi realizado a finalização da impermeabilização com argamassa cristalizadora, afim de inibir qualquer cristalização, foi feito a colocação de apoios do tipo Neoprene Fretado com uma espessura de 5,2 cm, (um tipo de borracha especial que possui várias chapas em seu meio), tem a função de fazer o alongamento incertamente do viaduto ocasionando sua frenagem e aceleração, devido ao tráfego sob o viaduto, essa borracha fica localizada entre o apoio e o vão que foi içado, o serviço foi finalizado recolocando o vão em seu devido lugar, foram restauradas as juntas de dilatação com epóxi (um tipo de cola muito resistente) na estrutura das lajes, fazendo o fechamento entre o vão içado e o fixo na parte superior do viaduto”.



Figura 5: Içamento do vão para reparo do dente gerber



Figura 6: Macacos Hidráulicos Para Procedimento de içamento

3.4.6 Segurança do trabalhador e riscos mecânicos

Durante o processo de levantamento da obra, há de se redobrar os procedimentos a fim de evitar os acidentes, muitos podem ocorrer no transporte inadequado dos materiais; Além disso, podem ocorrer ao utilizar escadas, andaimes e elevadores para erguer as estruturas. Os trabalhadores precisam utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e EPCs adequados e realizar as devidas proteções individuais para trabalhar em clima exposto e realizar treinamentos adequados.

4 conclusões

Este estudo teve a importância de enfatizar como é primordial a realização de pesquisas que procurem avaliar, identificar e detectar a ocorrência de patologias em edificações, elaboração projetos de excelente qualidade, a importância da restauração e o alerta do perigo e gravidade de problemas patológicos nas obras de arte especiais que não obtêm a manutenção adequada. A manutenção preventiva deve ser primordialmente o foco nas obras de construção civil e pode-se observar que o Investimento na prevenção é a melhor atitude para evitar patologias, acidentes de trabalho e acidente. Uma das maiores causas desses acontecimentos nas obras, observou-se a falta de políticas institucionais de vistoria regulares preventivas, a falta de capacitação dos

profissionais, os colaboradores quanto as normas e precedimentos de manuseio correto das ferramentas e implantarem e seguirem as normas de segurança ,aplicando métodos eficazes na gestão

Observou-se que na realização da obra do viaduto João Musch, apesar da complexidade da obra, ao longo da gestão da obra foi realizado todos os procedimentos de segurança nos trabalhos técnicos especializado previstos. A Prefeitura tomou as medidas necessárias de interdição da via e de redirecionamento do transito,para controle de acesso e manutenção em um canteiro de obra tanto para os trabalhadores da obra como para os cidadãos Cabe ressaltar que apesar de não estar no cronograma da obra foi implantado pela prefeitura uma escada de acesso para compensar a interdição da via para o cidadão que necessitava acessar o viaduto para acesso a rodoviária facilitando o ir e vir do cidadão. A recuperação do viaduto foi realizado com sucesso sem intercorrência religando uma importante via para acesso.

6 Referências

ABNT (2010) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro

ABNT (2014) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro

Botelho MHC, Marchetti O (1996) Concreto armado, eu te amo. São Paulo: Edgar Blucher

Brandão RML (2007) Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia

Cánovas MF (1988) Patologia e terapia do concreto armado. Tradução de Maria Celeste Marcondes, Carlos W. F. dos Santos, Beatriz Cannabrava. 1 ed. São Paulo: Pini

DNIT (2006) Tratamentos de trincas e fissuras-Especificação de Serviço. Espírito Santo

Helene PRL (1993) Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Helene PRL (2003) Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto – Reparo, Reforço e Proteção. São Paulo: RedRehabilitar, editores

IBGE (2019) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Imagem Viaduto João Much. <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=443603&view=detalhes> Acessado em 15 de maio de 2019.

Lapa JS (2008) Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Monografia, Universidade Federal de Minas Gerais

Lima H (1990) A geometria do reboco. Revista Construção. São Paulo

Nascimento AMA, Rocha CG, Silva ME, Silva R, Carabete RW (2009) A Importância do Uso de Equipamentos de Proteção na Construção Civil. São Paulo, 2009

Piotro LM (2019) Análise de risco. Artigo Científico Campos Gerais – PR

Tavares A, Costa A, Varum H (2011) Manual de Reabilitação e Manutenção de Edifícios - Guia de intervenção

ANÁLISE DE INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA EM UM EDIFÍCIO DE PEQUENO PORTE

¹Erick Caetano de Oliveira Bastos, ² Bruno Lúcio Moura da Silva

¹Aluno Graduação de Engenharia Civil UNIG, ² Professor Engenharia Civil Faculdade de Ciências Exatas e tecnológicas, Universidade Iguaçu – UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 -Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu –RJ

¹erickcaetano@live.com, ²blms.eng.civil@gmail.com

Resumo - A análise de interação solo-estrutura (ISE) é de grande importância na previsão do comportamento do conjunto solo-estrutura, avaliando se a movimentação relativa a estrutura e o solo será considerada a curto, médio ou longo prazo e qual os efeitos esperados na estrutura. Neste trabalho é realizado um estudo de um modelo estrutural de um edifício multifamiliar de dois pavimentos, suas fundações e considerações de projeto. Em seguida realiza-se o cálculo dos recalques decorrentes da carga aplicada pelas fundações através do método de Barata utilizando 3 sondagens SPT (Standard Penetration Test). Realiza-se a análise ISE pelo método de Winkler, utilizando o software SAP2000, substituindo os apoios indeslocáveis adotados no modelo estrutural, por molas de coeficiente k representando o solo e realizando iterações até alcançar a convergência de 95% entre o recalque teórico calculado por Barata e o recalque fornecido pela análise ISE. Com a análise ISE concluída, é gerado o relatório de momentos de duas seções do edifício, com objetivo de comparar à estrutura anterior à análise ISE. Ao fim do presente trabalho apresenta-se as considerações finais sobre o mesmo, sobre a importância da análise ISE em edifícios de pequeno porte.

(Palavras chave: Interação Solo-Estrutura, Recalque, Análise estrutural.)

Abstract - The analysis of soil-structure interaction is important to predict the behavior of the structure, evaluating if the movement of the structure and the soil should be considered in the medium and long term. In this work is made a study of the structural model of a multifamily building with two floors, its foundations and design considerations. Afterwards, the calculation of the settlement resulting from the load applied by the foundations is carried out using the Barata method. The ISE analysis is performed using the SAP2000 software, replacing the fixed supports adopted in the structural model by springs of coefficient “ k ” representing the soil and performing several iterations until reaching the convergence of 99% between the theoretical settlement calculated with the Barata method and the settlement values provided by the ISE analysis. With ISE analysis completed, the report of moments of two sections of the building is generated, aiming to compare to the structure before the ISE analysis. At the end of the present paper, we present the final considerations about the importance of ISE analysis applied to small buildings.

(Key-words: Soil-Structure Interaction, Settlements, Structural analysis.)

1 Introdução

Na engenharia civil, a utilização de *softwares* não é mais um diferencial, é uma exigência. Há todo momento são atualizados processos de projeto e execução em todas as áreas de atuação da engenharia civil. Para tornar o processo de projetar e construir mais seguro e eficiente, é necessário a constante atualização de dados empíricos e metodologias de projeto, principalmente na área estrutural.

O projeto de uma obra, seja de um edifício de pequeno ou grande porte, contempla diversas áreas dentro da engenharia civil, como: arquitetura, análise estrutural, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas, entre outras. A análise estrutural é o tema mais importante no presente trabalho, com ela pretende-se, com base na interação solo-estrutura, interpretar o comportamento real da estrutura, no caso, uma residência multifamiliar.

Apesar do projeto estrutural ser um item de baixo custo no escopo geral de um empreendimento, seu resultado é essencial para o início do processo de execução e para a compatibilização dos demais projetos. Dessa forma, análises mais complexas ou demoradas são tomadas como opcionais ou desnecessárias, diminuindo a confiabilidade do projeto. Esta área da engenharia, principalmente em edificações residenciais de pequeno porte,

tem sua complexidade desconhecida pelo usuário final, resultando em tais análises sendo vistas como gasto desnecessário ao invés de investimento. Por consequência da relação projeto-execução, em que o projeto de fundações é o último a ser realizado e é o primeiro a ser executado, prolongar o desenvolvimento do projeto significa prolongar o tempo do empreendimento, afetando diretamente o custo do mesmo.

Diante de tal realidade, o estudo da interação solo-estrutura tem grande importância na antecipação e prevenção de diversas patologias ou danos estruturais, que podem não afetar apenas a estética do edifício, como também sua funcionalidade. A infraestrutura é geralmente tratada como uma estrutura à parte da superestrutura, desta forma, a superestrutura descarrega nas fundações, consideradas indeslocáveis, e a fundação distribui esforços ao solo. Este modelo não contempla a variação das solicitações decorrentes da deformação da estrutura, causada pelos recalques. Esta redistribuição pode ter um grande impacto na maneira como os esforços se comportam, causando danos ou ainda o colapso de toda a estrutura.

Este tipo de análise é indicado por norma para edificações de grande porte ou grande complexidade, como instalações industriais, o que faz com que seja pouco utilizada em edificações de pequeno porte, tema do estudo deste trabalho.

Este trabalho visa esclarecer o uso de tal análise em uma edificação residencial de pequeno porte, demonstrando as etapas de cálculo e os procedimentos computacionais adotados.

2 Metodologia

Para realizar este trabalho utilizou-se o software CYPECAD, no qual o modelo estrutural foi realizado, juntamente com os relatórios de investigação geotécnica para obtenção dos dados iniciais. O software SAP2000 será utilizado para realização da interação solo-estrutura; revisão literária através de livros, monografias e normas técnicas.

Para realizar os estudos e cálculos deste trabalho utilizou-se o projeto estrutural de um edifício localizado à Rua Guilherme 196, Moquetá - Nova Iguaçu, Construído no ano de 2013 pela Teplani Engenharia Ltda. Edificado em um terreno com 349,41 m² de área, o edifício possui 2 blocos, cada bloco possui 2 residências unifamiliares com 2 pavimentos, totalizando 4 residências.

O projeto estrutural do edifício de estudo possui 4 níveis, sendo eles: fundação, cintas, teto 01 e cobertura. Elaborado no software CYPECAD versão 2014, comercializado pela MULTIPLUS, o projeto utiliza concreto C20, Aço CA-50 e CA-60, os recursos para detalhamento e dimensionamento estão de acordo com as normas brasileiras de concreto armado (NBR 6118), fundações (NBR 6122), carregamentos (NBR 6120), barras (NBR 7480), ventos (NBR 6123), ações e combinações (NBR 8681).

Foi elaborado com a hipótese de apoios indeslocáveis, que analisa o comportamento estrutural considerando que os apoios (sapatas) não sofrem nenhuma translação ou rotação.

O projeto é composto de duas estruturas independentes, um para duas residências localizadas nos fundos do terreno, e o outro para as duas residências localizadas na frente do terreno.

No presente trabalho se analisa somente a estrutura frontal, não levando em conta a interação existente com as fundações da estrutura dos fundos. O projeto possui 16 sapatas piramidais, com suas dimensões descritas na **Tabela 3**.

2.1 Investigação geotécnica

Foram realizadas 3 sondagens a percussão no terreno, sua locação no terreno foi estabelecida de acordo com a norma NBR 8036, na estrutura estudada, há influência considerável apenas das sondagens SP01 e SP02. O relatório de investigação geotécnica consta na **Tabela 1** e **Tabela 2**.

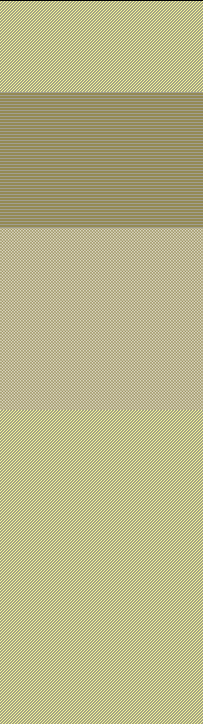
Tabela 2

Tabela 1: Dados da sondagem SP01.

Sondagem 01						
Profundidade (m)	Nº de golpes (30cm finais)	Tipo de solo	Representação gráfica	Coeficiente de Buisman	K	Módulo de elasticidade
						Ez
1	4	Areia fina, argilosa de cor cinza claro. (Pouco compacta a compacta)		2,00	519,93	4159,44
2	17			2,00	519,93	17677,62
3	20			2,00	519,93	20797,20
4	28			2,00	519,93	29116,08
5	32			2,00	519,93	33275,52
6	38			2,00	519,93	39514,68
7	37			2,00	519,93	38474,82
8	37			2,00	519,93	38474,82
9	42	Argila arenosa de cor marrom claro amarelado. (Dura)		2,85	470,88	56364,34
10	38			2,85	470,88	50996,30
11	35			2,85	470,88	46970,28
12	37			2,85	470,88	49654,30
13	36			2,85	470,88	48312,29
14	40			2,85	470,88	53680,32
15	40			2,85	470,88	53680,32
16	-			-	-	-

Fonte: O autor. (2018)

Tabela 2: Dados da sondagem SP02.

Sondagem 02						
Profundidade (m)	Nº de golpes (30cm finais)	Tipo de solo	Representação gráfica	Coefficiente de Buisman	K	Módulo de elasticidade Ez
1	8	Areia fina, argilosa de cor cinza claro. (Pouco compacta)		2,00	519,93	8318,88
2	15			2,00	519,93	15597,90
3	23	Argila siltosa de cor cinza claro com		5,20	245,25	29331,90
4	23	veios marrom claro. (Rija a dura)		5,20	245,25	29331,90
5	35			5,20	245,25	44635,50
6	32			2,85	470,88	42944,26
7	33	Argila arenosa de cor variegada com		2,85	470,88	44286,26
8	35	pedregulhos. (Dura)		2,85	470,88	46970,28
9	40			2,85	470,88	53680,32
10	30			1,20	519,93	18717,48
11	34			1,20	519,93	21213,14
12	32	Areia fina, siltosa de cor marrom claro		1,20	519,93	19965,31
13	29	com pedregulhos. (Compacta)		1,20	519,93	18093,56
14	33			1,20	519,93	20589,23
15	33			1,20	519,93	20589,23
16	-			-	-	-

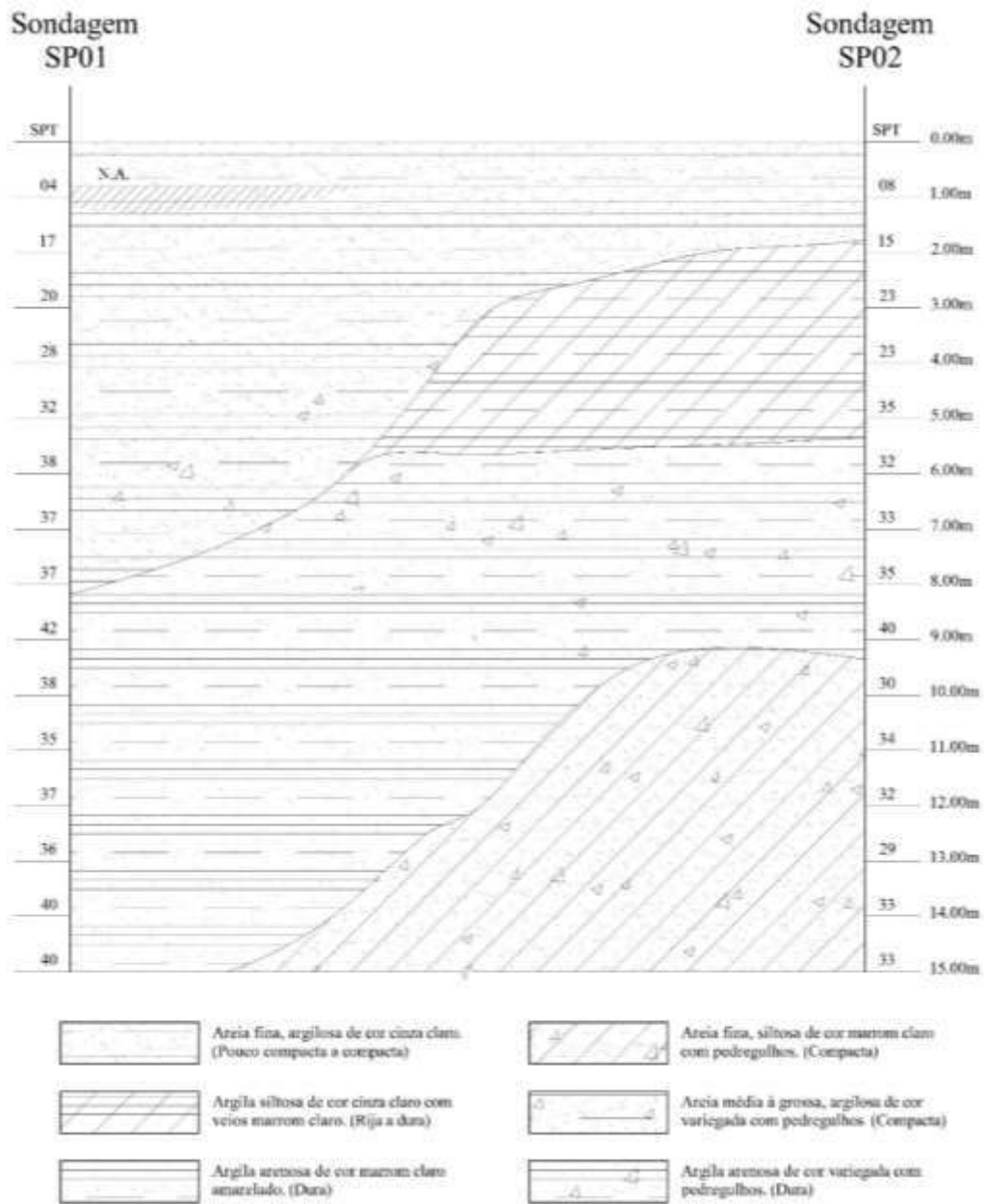
Fonte: O Autor. (2018)

A última coluna lista os valores do módulo de elasticidade do solo, calculado através da equação:

$$E_z = aKN \quad (1)$$

Para analisar melhor a formação do solo a ser estudado foi traçado o perfil transversal do solo entre as sondagens SP01 e SP02, estimando as transições existentes, como ilustrado na Figura 16.

Figura 16: Perfil geotécnico do solo de fundação.



Fonte: O Autor. (2018)

Mapa de cargas

O mapa de cargas original foi obtido diretamente do modelo computacional do CYPECAD, e um resumo contendo apenas cargas axiais encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3: Cargas axiais nas sapatas.

Número da sapata	Dimensões (cm)		Cargas axiais (toneladas)			
	B	L	Peso Próprio	Carga perm.	Sobrecarga	Q _{Total}
13	55	100	8,25	0,65	0,91	9,81
14	75	100	10,21	1,02	1,49	12,72
15	75	100	10,23	1,02	1,51	12,76
16	55	100	8,24	0,65	0,92	9,81
17	60	120	9,83	1,12	1,45	12,4
18	95	140	17,65	2,75	4,07	24,47
19	95	140	17,83	2,78	4,14	24,75
20	60	120	9,86	1,14	1,46	12,46
21	60	120	9,51	1,00	1,64	12,15
22	75	110	11,56	1,22	1,94	14,72
23	75	110	11,51	1,20	1,91	14,62
24	60	120	9,50	1,00	1,64	12,14
29	75	90	5,86	0,33	0,65	6,84
30	75	105	3,30	0,01	0,01	3,32
31	75	105	3,30	0,01	0,01	3,32
32	75	90	5,51	0,32	0,64	6,47

Fonte: O Autor. (2018)

Adotou-se para o cálculo dos recalques apenas as cargas axiais.

2.2 Interação Solo-Estrutura

O Software utilizado para elaboração e cálculo da estrutura foi o CYPECAD versão 2014, comercializado pela © 2018 MULTIPLUS Softwares Técnicos. O software utilizado para realização da interação foi o software CSI SAP2000 versão 2017, desenvolvido para análise estrutural e dinâmica, linear e não-linear por elementos finitos, também comercializado pela © 2018 MULTIPLUS Softwares Técnicos.

A mudança do software se deve à ausência de tal análise pelo CYPECAD, criando a necessidade de transferência de dados entre os sistemas. O arquivo de exportação gerado pelo CYPECAD possui extensão .IFC, este arquivo quando importado para o SAP2000 não representava o modelo de forma adequada. A solução adotada foi a remodelação do modelo estrutural dentro do sistema do software SAP2000, recriando as situações de carregamento e engastes do modelo original. Desta forma, foi recriado o mapa de cargas do projeto e, apesar de possuir valores similares, os mesmos são compatíveis com o modelo original.

Para o cálculo do recalque utilizou-se o método de Barata, através da equação 2:

$$\Delta_h = \lambda c_{\Delta} \frac{p}{E_z} B (1 - \mu^2) \quad (2)$$

O valor do módulo de elasticidade do solo E_z foi extraído tomando-se a média dos valores apresentados na Tabela 1 e Tabela 2; os valores considerados são os contidos na região delimitada pelo bulbo tensões. A profundidade do bulbo de tensões é calculada pela equação:

$$H = \alpha \times B \quad (3).$$

Onde H é a profundidade do bulbo, B é a menor dimensão da sapata e α é o fator profundidade do bulbo. Ao resultado da Equação 3 soma-se a profundidade de assentamento da fundação, estimado em 2m.

Os resultados da estimativa estão dispostos na **Tabela 4**.

Tabela 4: Valores obtidos para a estimativa de recalques.

Número da sapata	Bulbo de pressões			Fator de forma	C. de Mindlin	SP01	SP02	Recalques (mm)	
	L/B	α	H (m)					SP01	SP02
				$C\Delta$	λ	Ez_1	Ez_2	Δ_{h1}	Δ_{h2}
13	1,8	2,8	4,1	1,15	0,58	21.005	25.443	1,5	1,3
14	1,3	2,3	4,3	0,98	0,59	21.005	25.443	2,3	1,9
15	1,3	2,3	4,3	0,98	0,59	21.005	25.443	2,4	1,9
16	1,8	2,8	4,1	1,15	0,58	21.005	25.443	1,5	1,3
17	2,0	3,0	4,3	1,20	0,59	21.005	25.443	2,2	1,8
18	1,5	2,5	4,9	1,05	0,62	21.005	25.443	6,4	5,3
19	1,5	2,5	4,9	1,05	0,62	21.005	25.443	6,5	5,4
20	2,0	3,0	4,3	1,20	0,59	21.005	25.443	2,2	1,9
21	2,0	3,0	4,3	1,20	0,59	21.005	25.443	2,2	1,8
22	1,5	2,5	4,4	1,05	0,59	21.005	25.443	2,9	2,4
23	1,5	2,5	4,4	1,05	0,59	21.005	25.443	2,9	2,4
24	2,0	3,0	4,3	1,20	0,59	21.005	25.443	2,2	1,8
29	1,2	2,2	4,2	0,92	0,58	21.005	25.443	1,2	1,0
30	1,4	2,4	4,3	1,01	0,59	21.005	25.443	0,6	0,5
31	1,4	2,4	4,3	1,01	0,59	21.005	25.443	0,6	0,5
32	1,2	2,2	4,2	0,92	0,58	21.005	25.443	1,1	0,9

Fonte: O Autor (2018).

Para os cálculos adiante neste trabalho, adotou-se os valores de recalque referentes à sondagem 01, por proporcionarem os valores mais desfavoráveis à estrutura.

O coeficiente de rigidez do solo foi calculado utilizando a equação 4:

$$k = \frac{p}{\Delta_h} \quad (4)$$

Onde k é o coeficiente de rigidez do solo, p é a carga axial, e Δ_h o recalque teórico.

As cargas consideradas no cálculo do coeficiente de rigidez foram obtidas do modelo elaborado no SAP2000, e estão dispostas na **Tabela 5**.

Tabela 5: Cargas axiais e coeficiente de rigidez do solo.

Número da sapata	Reações iniciais (tnf)		Recalques (mm)	k (kN/m)
	CYPECAD	SAP2000	Δ_h teórico	
13	9,81	10,69	1,53	69.952
14	12,72	14,81	2,34	63.162
15	12,76	14,77	2,35	62.809
16	9,81	10,66	1,53	69.743
17	12,40	14,42	2,24	64.432
18	24,47	26,87	6,45	41.670
19	24,75	26,82	6,52	41.126
20	12,46	14,38	2,25	63.919
21	12,15	13,35	2,19	60.872
22	14,72	17,38	2,91	59.749
23	14,62	17,39	2,89	60.187
24	12,14	13,37	2,19	61.024
29	6,84	8,43	1,16	72.760
30	3,32	4,24	0,63	67.098
31	3,32	4,23	0,63	66.974
32	6,47	8,49	1,10	77.497

Fonte: O Autor (2018)

Na **Tabela 5** encontram-se os valores de cargas totais para o modelo elaborado no CYPECAD e os valores de cargas totais do remodelamento em SAP2000, dispostos nas colunas 2 e 3 respectivamente. Na quarta coluna estão os valores do recalque teórico, e na quinta coluna os valores da rigidez do solo, calculados através da Equação 4.

2.4 Etapas de interação

O procedimento para realização da análise se baseia em cinco etapas, que são repetidas até se obter o valor convergente de recalque, são elas:

- Configuração dos coeficientes de mola nos apoios;
- Realização do cálculo de reações e deslocamentos;
- Exportação dos dados resultantes de deslocamento e cargas nos apoios;
- Análise da convergência dos recalques;
- Cálculo dos novos coeficientes de mola.

A configuração dos coeficientes de rigidez é feita considerando o deslocamento vertical com mola, e os deslocamentos transversais travados, tornando o deslocamento lateral nulo. Esta configuração foi realizada de forma manual em cada ciclo de interação.

A exportação dos dados foi efetuada em forma de tabela para o Excel, onde se realizou as etapas seguintes. A análise de convergência analisa se os deslocamentos verticais produzidos pela estrutura estão próximos do recalque teórico calculado, o fator de convergência alcançado foi de 98% em todos os apoios, esse fator se obtém dividindo-se o valor do recalque teórico pelo valor calculado na interação.

Nas etapas em que o fator ainda não havia sido alcançado, é calculado um novo coeficiente de rigidez, utilizando as novas reações de apoio, e repete-se a primeira etapa.

No total foram realizadas 7 interações, estes dados estão disponíveis nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6: Dados da Interação 01 e Interação 02.

Interação 01				Interação 02			
Reações (tnf)	Δ_{i01}	$\Delta\%$	k_{i01}	Reações (tnf)	Δ_{i02}	$\Delta\%$	k_{i02}
10,48	1,60	105%	68.587	10,38	1,48	97%	67.921
15,67	2,83	121%	66.859	16,10	2,36	101%	68.695
15,64	2,83	120%	66.493	16,07	2,37	101%	68.315
10,44	1,60	104%	68.336	10,33	1,48	97%	67.565
13,75	2,44	109%	61.442	13,82	2,21	99%	61.746
21,84	5,64	88%	33.874	20,31	5,88	91%	31.507
21,81	5,64	86%	33.439	20,15	5,91	91%	30.890
13,71	2,43	108%	60.948	13,72	2,21	98%	60.989
13,53	2,40	109%	61.675	13,41	2,13	97%	61.146
19,19	3,72	128%	65.991	19,89	2,96	102%	68.401
19,20	3,72	129%	66.456	19,94	2,94	102%	69.029
13,55	2,40	109%	61.809	13,44	2,13	97%	61.304
9,04	1,50	130%	78.028	9,09	1,14	99%	78.437
6,67	1,25	197%	105.582	7,20	0,67	106%	113.905
6,67	1,24	197%	105.529	7,18	0,67	106%	113.707
9,11	1,51	138%	83.114	9,27	1,09	100%	84.612

Fonte: O Autor (2018).**Tabela 7:** Dados da Interação 03 e Interação 04.

Interação 03				Interação 04			
Reações (tnf)	Δ_{i03}	$\Delta\%$	k_{i03}	Reações (tnf)	Δ_{i04}	$\Delta\%$	k_{i04}
10,37	1,50	98%	67.827	10,35	1,50	98%	67.713
16,14	2,30	98%	68.840	16,27	2,32	99%	69.415
16,20	2,33	99%	68.890	16,30	2,32	99%	69.331
10,30	1,50	98%	67.414	10,28	1,50	98%	67.286
13,83	2,20	98%	61.792	13,87	2,20	98%	61.974
20,51	5,83	90%	31.813	19,90	6,13	95%	30.859
19,37	6,15	94%	29.704	19,15	6,32	97%	29.369
13,77	2,21	98%	61.226	13,79	2,21	98%	61.303
13,38	2,15	98%	60.983	13,37	2,15	98%	60.930
19,93	2,86	98%	68.530	20,14	2,88	99%	69.245
20,18	2,87	99%	69.843	20,33	2,85	99%	70.381
13,41	2,15	98%	61.206	13,39	2,15	98%	61.093
9,05	1,13	98%	78.115	9,06	1,14	98%	78.191
7,21	0,62	98%	114.123	7,36	0,63	100%	116.537
7,34	0,63	100%	116.105	7,43	0,63	99%	117.619
9,31	1,08	98%	84.957	9,30	1,07	98%	84.858

Fonte: O Autor (2018).

Tabela 8: Dados da Interação 05 e Interação 06.

Iteração 05				Iteração 06			
Reações (tnf)	Δ_{i05}	$\Delta\%$	k_{i05}	Reações (tnf)	Δ_{i06}	$\Delta\%$	k_{i06}
10,34	1,50	98%	67.654	10,34	1,50	98%	67.628
16,33	2,31	98%	69.668	16,36	2,30	98%	69.776
16,34	2,31	98%	69.483	16,35	2,31	98%	69.535
10,28	1,50	98%	67.244	10,27	1,50	98%	67.229
13,90	2,20	98%	62.081	13,91	2,20	98%	62.136
19,64	6,24	97%	30.457	19,52	6,29	97%	30.279
19,09	6,37	98%	29.271	19,08	6,39	98%	29.251
13,80	2,21	98%	61.344	13,80	2,21	98%	61.360
13,35	2,15	98%	60.883	13,35	2,15	98%	60.859
20,24	2,87	99%	69.574	20,28	2,86	98%	69.719
20,38	2,84	98%	70.554	20,40	2,84	98%	70.608
13,38	2,15	98%	61.046	13,38	2,15	98%	61.028
9,06	1,14	98%	78.185	9,06	1,14	98%	78.176
7,43	0,62	99%	117.540	7,45	0,62	98%	117.966
7,46	0,62	98%	118.130	7,48	0,62	98%	118.304
9,29	1,07	98%	84.777	9,28	1,07	98%	84.734

Fonte: O Autor (2018).**Tabela 9:** Dados da Interação 07.

Iteração 07			
Reações (tnf)	Δ_{i07}	$\Delta\%$	k_{i07}
10,33	1,50	98%	67.616
16,37	2,30	98%	69.823
16,36	2,31	98%	69.552
10,27	1,50	98%	67.224
13,92	2,20	98%	62.163
19,47	6,31	98%	30.197
19,08	6,40	98%	29.253
13,80	2,21	98%	61.365
13,35	2,15	98%	60.848
20,30	2,85	98%	69.783
20,40	2,83	98%	70.623
13,37	2,15	98%	61.022
9,05	1,14	98%	78.172
7,47	0,62	98%	118.154
7,48	0,62	98%	118.358
9,28	1,07	98%	84.712

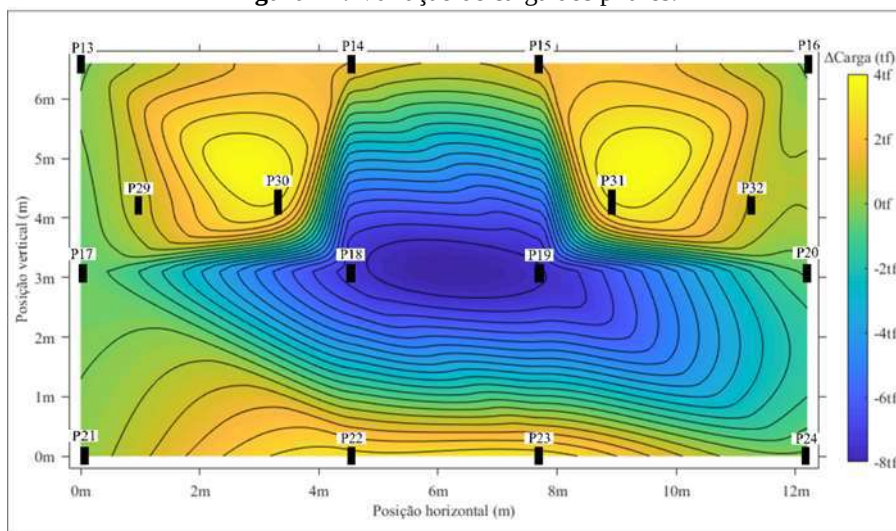
Fonte: O Autor (2018).

Resultados

Após a realização das interações, obteve-se novos valores para as reações de apoio e novos diagramas de momento nas vigas.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra a variação de carga entre pilares decorrente do deslocamento dos apoios, nesta imagem a cor azul representa o alívio de carga, ou seja, pilares contidos nesta área tiveram parte de sua carga redistribuída a outros pilares, e a cor amarela representa acréscimo de carga, ou seja, pilares contidos na região amarela tiveram sua carga aumentada devido à transferência de parte da carga de outros pilares para estes. Os valores referentes às cores estão contidos na legenda, indo de -8tnf à 4tnf.

Figura 17: Variação de carga dos pilares.



A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** foi elaborada no software MATLAB, através dos valores contidos na

Tabela 10, utilizando interpolação cúbica. Também representado na imagem estão isolinhas distanciadas

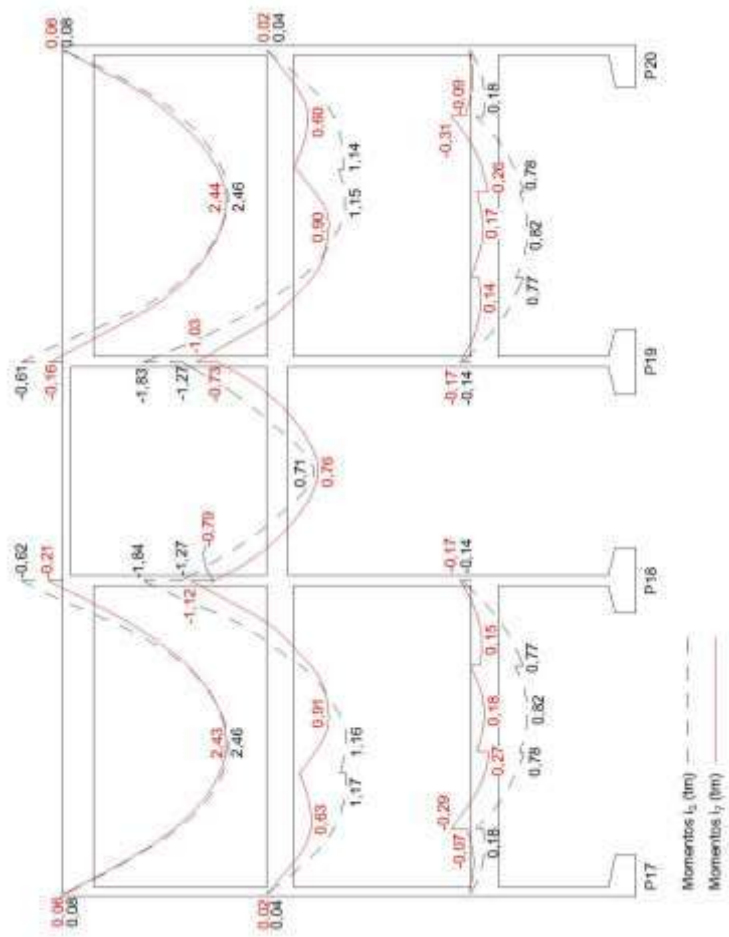
de 0,5 tnf.

Tabela 10: Transferência de cargas e posição dos pilares.

Número da sapata	Reações (tnf)		Δ cargas (tnf)	Posição do eixo das sapatas (m)	
	I_0	I_7		Horizontal	Vertical
13	10,69	10,33	-0,36	0,00	6,65
14	14,81	16,37	1,56	4,54	6,65
15	14,77	16,36	1,59	7,72	6,65
16	10,66	10,27	-0,39	12,25	6,65
17	14,42	13,92	-0,51	0,00	3,10
18	26,87	19,47	-7,40	4,54	3,10
19	26,82	19,08	-7,74	7,72	3,10
20	14,38	13,80	-0,57	12,25	3,10
21	13,35	13,35	-0,01	0,00	0,00
22	17,38	20,30	2,92	4,54	0,00
23	17,39	20,40	3,01	7,72	0,00
24	13,37	13,37	0,00	12,25	0,00
29	8,43	9,05	0,63	0,92	4,25
30	4,24	7,47	3,23	3,29	4,25
31	4,23	7,48	3,25	8,96	4,25
32	8,49	9,28	0,79	11,33	4,25

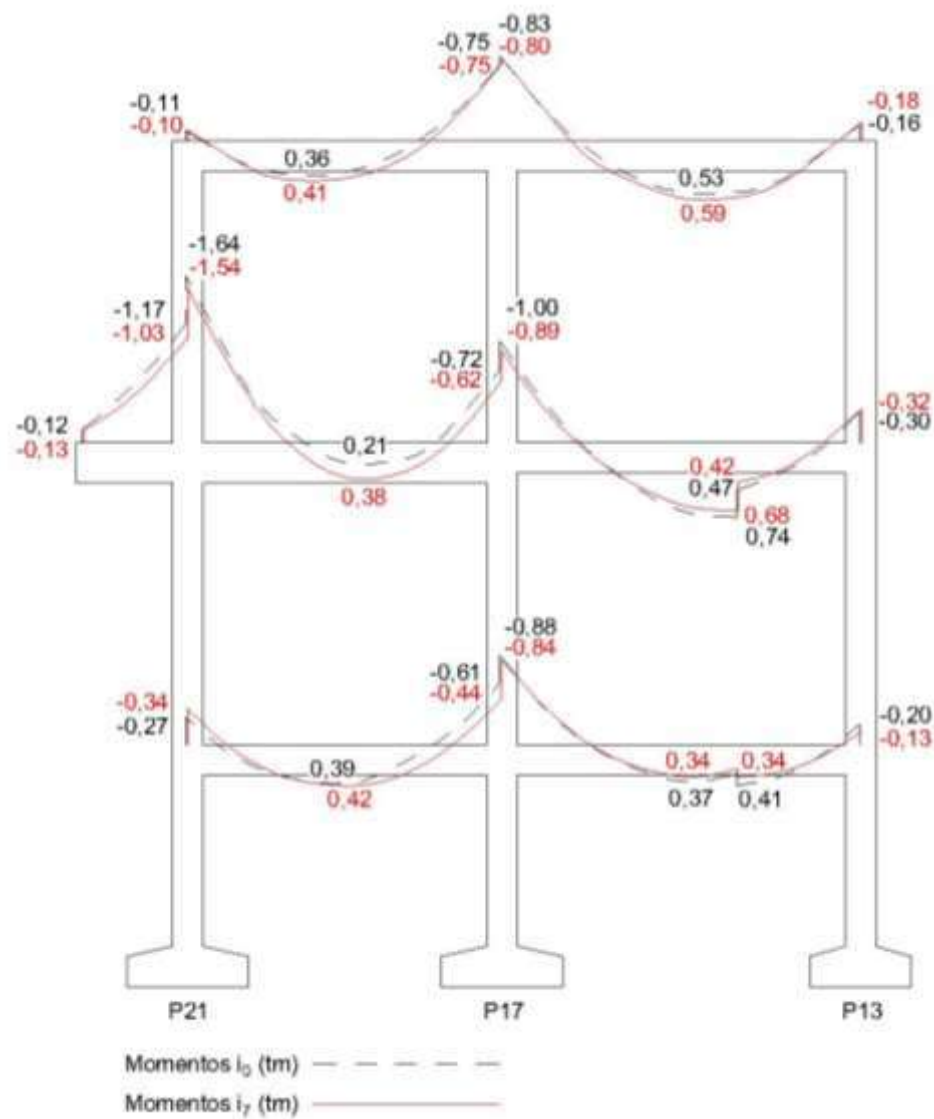
Fonte: O autor (2018).

Figura 17: Diagramas de momento fletor da seção longitudinal antes e após a ISE. (tm)



Fonte: O Autor (2018).

Figura 18: Diagramas de momento fletor da seção transversal antes e após a ISE. (tm)



Fonte: O autor (2018).

As Figuras

Figura 17 e Figura 19 representam os momentos fletores das vigas no modelo do SAP2000, nas seções transversal e longitudinal. Os momentos fletores após a ISE (Momentos I_7) estão representados em vermelho, e os momentos antes da ISE (Momentos I_0) estão em preto com linha tracejada.

Nestas figuras é possível analisar as alterações no comportamento das vigas, principalmente na seção longitudinal dos níveis subsolo e térreo, onde esta alteração é mais acentuada.

No nível do térreo há a diminuição da amplitude dos momentos, e no nível do subsolo há um deslocamento, gerando momento negativo até então inexistente.

Esta alteração de comportamento das vigas se deve principalmente à transferência de carga ocorrida, como mostra a **Erro! Fonte de referência não encontrada..** Nesta é notável a transferência de parte das cargas dos pilares 18 e 19 para os pilares próximos, sendo pouco afetados pela transferência os pilares de periferia, como os pertencentes à seção transversal (

Figura 17).

Esta transferência de carga é da ordem de 8 toneladas, representando uma redução de 28% da carga no pilar 18, e 29% no pilar 19. Já nos pilares P30 e P31, houve um acréscimo de carga da ordem de 3 toneladas, representando um aumento de 76% e 77% da carga respectivamente.

Nos casos onde há diminuição de carga os pilares estão dimensionados a favor da segurança, enquanto nos casos onde há aumento de cargas, os pilares estarão contra a segurança, devendo-se analisar se os fatores de segurança atendem à estas solicitações sem trazer riscos à estrutura.

Conclusão

Apesar do modelo estrutural estar completo, a realização da análise se fez inviável dentro do software de origem, CYPECAD, gerando a necessidade de uma remodelação da estrutura em um software apropriado para tal, o SAP2000.

Em seguida realizou-se a estimativa dos deslocamentos das fundações e, para tal, utilizou-se do método Barata para estimativas de recalque, que leva diversos fatores da fundação e do solo em consideração. Os recalques foram calculados em relação às duas sondagens pertinentes à área sendo estudada, selecionando os dados menos favoráveis à segurança para o prosseguimento da análise.

Com o cálculo dos recalques e o mapa de cargas das fundações, se fez possível a estimativa dos coeficientes de mola, pelo modelo de Winkler, considerando o solo como um meio elástico. Os dados dos coeficientes foram inseridos no SAP2000 substituindo o apoio indeslocável na direção vertical, mantendo fixo os deslocamentos horizontais.

O processo de interação demanda uma repetição de procedimentos, incluindo exportação de dados, recálculo de coeficientes, importação manual de dados, realização de nova análise, entre outros. A convergência entre os valores do recalque teórico e o recalque de interação foram o referencial para o fim da análise, que se deu quando todos os recalques de interação convergiram em 98% com os recalques teóricos.

Após finalizada a fase de repetição, iniciou-se a fase de análise dos resultados, onde se exportou os valores das reações nos apoios, diagramas de esforços nas barras do modelo correspondentes às seções do modelo original. E com intuito de facilitar a análise dos dados gerou-se um diagrama em cores, com a variação de carga dos apoios, exibindo de maneira visual a transferência indireta de carga entre os apoios da estrutura.

Através dos dados de reações dos apoios, é possível perceber que as sapatas mais ao centro e mais carregadas perdem parte de sua carga, enquanto as sapatas próximas a estas recebem um aumento de carga. As sapatas periféricas, foram pouco afetadas pela redistribuição das cargas. Notou-se também uma variação considerável nos esforços internos das vigas próximas aos pilares mais afetados pela redistribuição.

A interação solo-estrutura ocorre em qualquer estrutura assente em um maciço de solo, seja este composto por areia ou argila. A necessidade de analisar esta interação deve ser avaliada pelo responsável do projeto de fundações, considerando a estrutura a ser projetada e o solo de fundação.

O estudo de caso, um edifício multifamiliar de dois pavimentos, não representa um modelo para avaliação de interação solo-estrutura para edifícios maiores, ou em solos diferentes, ele apenas acrescenta à literatura os dados do mesmo, e sobre estes dados, diversas conclusões podem ser extraídas.

O terreno apresentar, em geral, perfil com solo arenoso e compacto, mais o edifício ser de pequeno porte, faz com que a análise efetuada pudesse ser vista como dispensável; situação contraindicada visto as variações de carga, onde determinadas sapatas tiveram um aumento de 78% de sua carga original.

Como contribuição, pode-se acrescentar a esta pesquisa a interpolação dos valores das sondagens para cada sapata isolada, aproximando ainda mais o modelo teórico da estrutura real. Uma continuação interessante, também, seria ainda a avaliação de possíveis danos à estrutura, limites de inclinação e patologias. Este trabalho

visa esclarecer e exemplificar a interação solo-estrutura, contribuindo para o conhecimento da mesma para aqueles que se interessarem no assunto, assim como o autor deste trabalho.

O diagrama de momento fletor referente ao processo da interação solo-estrutura, que é uma estimativa mais próxima da realidade do comportamento da estrutura, apresenta, para este trabalho, uma variação em torno de 10% na avaliação geral dos diagramas.

Como os recalques estimados são de compressibilidade rápida, há uma forte influência das características da resistência do solo, em especial o módulo de elasticidade E_z , que pode variar muito ao longo da profundidade do bulbo de pressão. Com as sondagens apresentando um solo abaixo das sapatas com N_{SPT} médio em torno de 30, os recalques foram pequenos, sem gerar grandes deformações e mudanças nos esforços internos da estrutura. As pequenas mudanças no diagrama de momento fletor deste estudo de caso gera um alerta geral: se o solo for de baixa resistência haverá maiores alterações nos diagramas.

Duas situações serão possíveis numa interação solo-estrutura para o caso de solo de baixa resistência; primeiro, os diagramas poderão deslocar-se para próximo dos apoios, no caso das vigas, ou o aumento do momento fletor nas vigas e nos pilares, podendo também, surgir um aumento na compressão de alguns pilares. Estas alterações podem gerar, num caso menos grave, um excesso na abertura de fissuras em superestruturas de concreto e o surgimento de fissuras em 45° próximo a ligações viga-pilar. Em segundo, o aumento dos momentos fletores podem levar os elementos estruturais para o estado limite último; sua ruína.

Por fim, este trabalho contribui para elucidar a necessidade de conhecer bem o solo aonde se deseja construir, conhecendo suas características físicas e de resistência. Observou-se que quanto mais compressível o solo, mais a estrutura estará suscetível às deformações nela imposta. O solo é um componente de suma importância no projeto estrutural, talvez o mais importante. A devida investigação geotécnica e análise de comportamento devem ser realizadas para melhor garantir a segurança, durabilidade e viabilidade das construções.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro. 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8036: Programação de sondagens de simples reconhecimento do solo para fundações de edifícios. Rio de Janeiro. 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro. 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro. 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6484: Solo - Sondagens de Simples Reconhecimento com SPT - Metodo de Ensaio. Rio de Janeiro. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas: Procedimento. Rio de Janeiro. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7480: Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado: especificação. Rio de Janeiro. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6122: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro. 2010.

IMPLEMENTAÇÃO DE MÁQUINAS VENDING MACHINE NO FORNECIMENTO DE EPI, PARA FACILITAR A ACESSIBILIDADE DOS OPERADORES DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NA BAIXADA FLUMINENSE

Jean Nascimento dos Santos

¹Aluno da Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Iguaçu – UNIG.

Resumo - O presente artigo tem como objetivo apresentar a implementação de uma máquina de entrega de equipamento de proteção individual (EPI), feita por uma Indústria Química de Defensivos Agrícolas na Baixada Fluminense, através da aquisição de um sistema automatizado e tecnológico, onde realiza a distribuição automática de “EPI’s”, a justificativa se traz na facilitação da acessibilidade aos operadores de produção nas fábricas. Esse sistema que substituiu a distribuição feita pela equipe de segurança do trabalho e almoxarifado, possibilitando agilidade e acessibilidade para o processo. O acompanhamento no local auxiliou significativamente na metodologia, com a obtenção de dados sobre a implantação do sistema e treinamento dos operadores ao novo processo. O presente artigo demonstra o processo antecedente da implantação da Vending Machine, quais eram suas limitações, como foi a implantação do sistema de distribuição automática, quais foram os resultados obtidos quanto à distribuição de equipamentos e quanto ao andamento da produção.

(Palavras-chave: EPI, Entrega de equipamentos, Máquina de entrega automática.)

Abstract - This article aims to present the implementation of a machine for the delivery of personal protective equipment (EPI), made by a Chemical Industry of Agricultural Defenses in Baixada Fluminense, through the acquisition of an automated and technological system, where automatic distribution of "EPI's", the justification comes in the facilitation of the accessibility to the production operators in the factories. This system that replaced the distribution made by the work safety team and warehouse, allowing agility and accessibility to the process. On-site follow-up significantly helped in the methodology, obtaining data on the implementation of the system and training the operators to the new process. The present article demonstrates the antecedent process of Vending Machine implementation, what were its limitations, how was the implementation of the automatic distribution system, what were the results obtained regarding the distribution of equipment and the progress of production.

(Key-words: PPE, Delivery of equipment, Automatic delivery machine.)

1 Introdução

A saúde dos trabalhadores foi o principal motivo e critério para o surgimento dos primeiros estudos e intervenções em segurança e saúde do trabalho e ainda continua a sê-lo. Com a contribuição dos profissionais médicos do trabalho, floresceu a perspectiva defensiva, de grande importância para a afirmação dessa área de conhecimento (Anacleto 2016).

Atualmente, percebe-se que, para se obter um complexo de administração de segurança do trabalho eficiente dentro da empresa, necessita-se identificar a cultura de segurança existente na organização e alinhá-la aos objetivos estratégicos buscando atingir qualidade de vida no trabalho através do compartilhamento de responsabilidades e de uma preocupação ativa contínua com a segurança de todos os empregados (Lopes 2016).

Em 1943, o decreto-lei n. 5.452, de 01 de maio, regulamenta o capítulo V do título II da consolidação das Leis do Trabalho – CLT, que trata da Segurança e Medicina do Trabalho. Trabalhar em um ambiente seguro e saudável exige a utilização de todos os meios de prevenção disponíveis para promover a sensibilização, o conhecimento e a compreensão geral em relação aos conceitos de perigo e risco e as respectivas formas de prevenção e controle.

EPI (Equipamentos de Proteção Individual): são os equipamentos utilizados para a proteção dos operários durante a realização de seu trabalho (MZ 1997). O equipamento de proteção individual pode ser uma das maneiras de prevenção que uma empresa pode adquirir em ambiente de trabalho, a fim de que o trabalhador utilize de maneira frequente e constante.

Segundo Braz (2013) as variedades de EPIs empregados podem mudar conforme o tipo de atividade ou de riscos que poderão prejudicar a proteção e a saúde do funcionário e do lugar do corpo que se pretende preservar, apresentando como modelos:

- (1) Proteções auditivas: abafadores de barulhos ou protetores auriculares;
- (2) Proteções respiratórias: máscaras e filtros;
- (3) Proteções faciais: viseiras e máscaras de solda;
- (4) Proteções oculares: óculos de segurança;
- (5) Proteções para membros inferiores (pernas e pés): perneiras, botas, calçados de proteção;
- (6) Proteções para membros superiores (mãos e braços): mangotes e luvas;
- (7) Proteções para o tronco: aventais;
- (8) Proteções cranianas: capacetes;
- (9) Proteção contra quedas: cintos de segurança e cinturões;
- (10) Proteção contra intempéries: capas impermeáveis;
- (11) Proteção geral: coletes refletivos.

A utilização de EPI está determinada na legislação trabalhista. A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) prevê a indispensabilidade da empresa em prover aos funcionários, gratuitamente, EPI apropriado aos riscos e em excelente condição de preservação e desempenho. Caso não sejam oferecidos os equipamentos aos empregados e acontecendo acidentes de trabalho, a empresa é responsabilizada diante a legislação. A NR6 também avalia deveres do empregador em oferecer os EPIs e, compete aos funcionários à obrigação pela sua utilização, proteção e defesa.

A baixa adesão ao uso dos equipamentos de proteção individual e o seu manuseio incorreto são decorrentes de fatores como desconforto, incômodo, descuido, esquecimento, falta de hábito, inadequação dos equipamentos, quantidade insuficiente e a descrença quanto ao seu uso. Esses fatores são agravados pela precária infraestrutura, aspectos organizacionais do trabalho e a falta de conhecimento, devido a não existência de educação permanente, sobrecarga de trabalho, estresse, cansaço físico e falta de tempo (Neves 2011).

Com o intuito de acatar a legislação e assegurar a saúde de seus profissionais, impedindo as faltas, as empresas aspiram minimizar a exposição de seus empregados aos barulhos de alta intensidade, bem como a precisa aplicação de todos os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), apropriados a cada momento de seu processo.

A metodologia usada é a demonstrativa da melhoria feita em um processo interno de uma indústria de defensivos agrícolas na baixada fluminense, um sistema tecnológico e automatizado, onde realiza a distribuição, automática de equipamentos de proteção individual “EPI’s”. Esse artigo mostra de forma objetiva como era o cenário antes, durante e após a implantação, quais foram os resultados apresentados com a aquisição da máquina; ou seja, ele demonstra como foi a mudança da distribuição que antes era feita pelo almoxarifado.

Para as organizações que operam dentro de grandes fábricas, é costume a procura pela aplicação certa do EPI, motivo que pode resolver a favor dessas companhias nas frequentes auditorias em todas as áreas e futuros acordos com os consumidores, que reconhecem mais as empresas que dispõem os certificados (ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000 e SA 8000) e comprovam na prática os méritos de seus títulos (Braz 2013).

O estudo de caso foi desenvolvido em uma indústria do ramo de defensivos agrícolas, localizada na baixada fluminense, presente no mercado há muitos anos. Segundo os procedimentos de coleta, este trabalho apresenta-se como um estudo de caso e tem por objetivos analisar a situação atual de uma fábrica, no que se refere ao processo de distribuição do equipamento de proteção individuais, confrontar os índices de entrega, controle através de um almoxarifado de EPI’s e da equipe de segurança do trabalho, logo propor soluções para o problema utilizando a entrega através de uma máquina automatizada.

A maneira como era realizada todo esse processo de armazenamento e distribuição causava muito atraso e dificultava o processo de produção, pois a empresa mantinha um estoque de equipamento de proteção individual no almoxarifado, onde fazia suas distribuições direto do almoxarifado, sendo que para cada EPIs distribuído necessitava-se que o funcionário preenchesse uma ficha de requisição com a equipe de segurança do trabalho no QHSE, logo após era disponibilizado para o funcionário o EPI e isso era feito de forma manual e

muito exaustiva, e o tempo que se demorava entre a entrega do equipamento causava grandes prejuízos à empresa como mostra a Figura 1.



Figura 1 – Fluxo de distribuição de EPI's antes da implantação da Vending Machine.

Dentro desse contexto é possível identificar a eficácia de uma máquina em processo de entrega e distribuição de EPI's (*Vending Machine*) como mostra a Figura 2, otimizando a entrega e facilitando o acesso ao EPI por parte dos operadores, e também realizando o controle e gerenciamento, pontos que devem ser considerados para compreensão dos empregados e adaptação do uso de EPI. A lei nº 6.514 de 22 de novembro de 1977 da Consolidação das Leis do Trabalho, referente à Segurança e Medicina do Trabalho e norma regulamentadora NR – 6 – Equipamento de Proteção Individual foram empregadas como base legal para solucionar sobre os assuntos que devem ser tratados neste processo de conscientização, propiciando assim maior proteção aos empregados e cumprimento da legislação trabalhista.



Figura 2 – Fluxo de distribuição de EPI's com a implantação da *Vending Machine*.

2 Metodologia

2.1 Pesquisa de serviços da *vending machine*

Segundo a Associação Brasileira de Vendas Automáticas (Abva 2005), *vending machine* é “máquina automática que prepara e/ ou disponibiliza produtos diretamente para o consumidor, de forma controlada por dispositivo de pagamento em dinheiro, cartão ou contador que permita cobrança posterior”.

Essas máquinas são uma grande tendência no mercado global de conveniência. Hoje utilizadas principalmente no meio alimentício, elas vêm se tornando cada vez mais comum. Além da praticidade e segurança para o consumidor a máquina representa várias vantagens à empresa que está disponibilizando seu produto por esse meio. A utilização de uma máquina de venda automática representa a busca da empresa por novidade, é uma forma de edificar o nome da marca e de torná-la mais popular como comenta a ABVA (Alexandrini 2014).

As máquinas *vending machine* chegaram ao Brasil na década de 1990; segundo a ABVA (2015), o número de máquinas chegou a 80.000 em 2015. Estima-se que o faturamento médio por máquina é de R\$ 591,00, gerando um faturamento anual de aproximadamente R\$ 500 milhões. A relação habitante/máquina no Brasil é de 2.500 habitantes para cada *vending machine*. O mercado de *vending machines* não está consolidado no Brasil, pois há vários nichos a serem explorados. O segmento de *Office Coffee Service* (OCS) é o que está mais estruturado. Apesar das adaptações realizadas pelos brasileiros para ajustar ao perfil do negócio, o segmento de não alimentos corresponde a 1% do parque instalado contra os 60% de venda de bebidas (Surek 2016).

O mercado de *vending machine* no setor industrial é ainda inicial aqui no Brasil com grande potencial de crescimento, o que comprova esse crescimento são os números que chegaram a aproximadamente 80.000 máquinas já instaladas, mas em outros países como os Estados Unidos este setor representa 41% de utilização

aonde entram a parte de autopeças e as categorias que mais crescem são os sucos, água mineral e café gourmet. (Surek 2016).

Mais do que exercer as leis existentes, é uma tarefa da alta direção das organizações possibilitar um ambiente de serviço protegido e benéfico aos trabalhadores (Alevato 1999). Tal espaço de dinamismo relativo ao cuidado de acidentes e de cuidado à saúde do funcionário é decorrente do engajamento e da cooperação recíproca entre as companhias e funcionários. (Quelhas *et al.* 2003).

Alguns requisitos básicos foram analisados na pesquisa de serviços das empresas de *Vending Machine* como mostra a Tabela 1, como também algumas análises em relação à compra dos equipamentos e a locação dos mesmos.

Tabela 1 – Pesquisa de Serviços da Vending Machine.

MAQUINA	EMPRESA 1	EMPRESA 2	EMPRESA 3
PRECISA DE ESPAÇO PARA ARMAZENAMENTO DE EPIs?	SIM	NÃO	NÃO
ABASTECIMENTO PELO FORNECEDOR?	SIM	SIM	NÃO
MAQUINA PARA TODOS OS EPIs?	SIM	NÃO	NÃO
ABASTECIMENTO DA CONTRATANTE?	NÃO	SIM	SIM
FORNECE EPIs?	SIM	SIM	NÃO
EXIGE EXCLUSIVIDADE NO FORNECIMENTO DE EPIs?	SIM	NÃO	NÃO

Baseado nessa pesquisa, foi escolhida a Empresa 1, montando um cenário de projeto com 14 máquinas com abastecimento do fornecedor.

Pontos positivos:

- + Itens em comodato, pagos somente o que é retirado do equipamento ou estoque;
- + Menor custo de Inventário;
- + Ponto de contato e abastecimento na planta full time;
- + Redução P2P: 525 para 48 NFs/ano;
- + Autonomia e controle do uso dos Epi's;
- + Flexibilidade no processo de retirada e uso de Epi's.

Pontos de Acompanhamento:

- - Acordo de exclusividade no fornecimento;
- - Necessidade de espaço físico da Empresa 1;
- - Grande impacto no processo atual.

2.2 Implantação da vending machine

Foram implantadas nos acessos das fábricas, almoxarifado e acessos à visitantes um total de 14 *Vending Machines* sendo: 10 *Vending Machines* conforme a Figura 3, e 4 *Vending Machines* conforme a Figura 4, locadas e abastecidas pela Empresa 1.



Figura 3 – Vending Machine, tipo 1



Figura 4 – Vending Machine, tipo 2

Os EPIs abastecidos nas máquinas variam de acordo com a necessidade e a quantidade usada pelos operadores e usuários dos equipamentos. Foi feito um cadastramento de senha e treinamento de uso da Vending Machine com todos os colaboradores, e em caso de dúvidas no uso da máquina ou esquecimento da senha, foi disponibilizado em cada equipamento um manual de uso e recadastramento de senha, como também o ramal da Empresa mantenedora da *Vending Machine* para casos de dúvidas, manutenção ou reposição de EPIs.

3 Resultados

A indispensabilidade das empresas na execução das leis relacionadas à Segurança e Medicina no Trabalho, trouxe à tona o receio em evitar acidentes ou doenças ocupacionais. As inovações tecnológicas e a propagação de dados sobre prevenção destas ameaças tornam-se definitivas para aprimorar o nível de vida no espaço de trabalho.

Os bons hábitos de cuidado e limpeza ocupacional são significativos para impedir imprevistos e assegurar a saúde dos trabalhadores tendo como “produtos” o incentivo e o engajamento (Maslow 1970).

As eficientes condutas de proteção estão relacionadas com o progresso das circunstâncias de trabalho e menosprezar ou ser alheio aos perigos do local de trabalho gera um ambiente propício para o acontecimento de acidentes. Segundo Bergamini (1997), o aperfeiçoamento da segurança, saúde e local de trabalho, além de acrescentar o rendimento, minimiza o preço do item final, visto que reduz as paradas no processo, ausências e acidentes e/ou doenças ocupacionais.

A grande prova que ocorre no assunto “Segurança no trabalho” relaciona-se não apenas a gratificação das razões, resultados e sua administração, mas também seu real destino, para que as regras às quais se mencionam consigam ir além de possibilidades inviáveis. (Oliveira 2010).

Considerando a compra da Máquina foi mais vantajoso o modelo de locação como mostra nas Figuras 5 e 6, e a compra está sujeita à defasagem tecnológica, além da contratante arcar com todos os custos de manutenção e eventuais quebras.

OPÇÃO 1 - INVESTIMENTO											
Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Investimento	R\$ 327.370										R\$ 327.370
Manutenção	R\$ 5.500	R\$ 5.836	R\$ 6.193	R\$ 6.571	R\$ 6.972	R\$ 7.399	R\$ 7.851	R\$ 8.330	R\$ 8.839	R\$ 9.379	R\$ 72.870
Instalação	R\$ 6.400	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 6.400
Depreciação	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 32.737	R\$ 327.370
Taxa Juros Anual	R\$ 39.284	R\$ 43.999	R\$ 49.278	R\$ 55.192	R\$ 61.815	R\$ 69.233	R\$ 77.540	R\$ 86.845	R\$ 97.267	R\$ 108.939	R\$ 39.284
Valor Bruto	R\$ 83.921	R\$ 82.572	R\$ 88.208	R\$ 94.500	R\$ 101.524	R\$ 109.368	R\$ 118.128	R\$ 127.913	R\$ 138.843	R\$ 151.055	R\$ 445.924

Figura 5 – Custos de compra, manutenção, instalação, depreciação e juros anual da Vending Machine.

OPÇÃO 2 - ALUGUEL											
Ano	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Manutenção	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Instalação	R\$ 6.400										
Locação	R\$ 30.000	R\$ 31.833	R\$ 33.778	R\$ 35.842	R\$ 38.032	R\$ 40.356	R\$ 42.821	R\$ 45.438	R\$ 48.214	R\$ 51.160	R\$ 397.472
Taxa Juros Anual	R\$ 39.284	R\$ 43.999	R\$ 49.278	R\$ 55.192	R\$ 61.815	R\$ 69.233	R\$ 77.540	R\$ 86.845	R\$ 97.267	R\$ 108.939	R\$ 108.939
Valor Bruto	R\$ 2.884	R\$ 12.166	R\$ 15.500	R\$ 19.350	R\$ 23.783	R\$ 28.877	R\$ 34.719	R\$ 41.408	R\$ 49.053	R\$ 57.779	R\$ 288.534

Figura 6 – Custos de locação, manutenção, instalação e juros anual da Vending Machine.

Com a implantação do sistema vending machine foi obtido alguns resultados econômicos diretos e indiretos no processo conforme as Figuras 7 e 8.

CENÁRIO 1 (Valores Anuais)				Abastecimento Incluso - 14 Máquinas.			
Saving tempo deslocamento produção	R\$ 319.810			Custo Máquina	R\$ 30.000		
Saving tempo preenchimento de ficha Epi's	R\$ 27.114			Custo Abastecimento	R\$ 102.000		
Saving tempo retirada do almoxarifado	R\$ 225.953						
Saving redução consumo itens por máquina	R\$ 321.090			Obs: Existia um custo inicial de TI em valores médios de R\$190.000 implementação e R\$ 5.000 de manutenção, que foram reduzidos para um valor médio de 12.500 de implementação e R\$ 5.000 de manutenção por estudo e troca de Tecnologia. O custo total de adequação elétrica está entre 30 à 40 mil reais.			
Saving fornecimento Epi's	R\$ 301.708						
Saving custo inventário do almoxarifado	R\$ 420.000						
Total Saving no Processo	R\$ 1.615.675						
Saving total do Projeto	R\$ 1.483.675						

Figura 7 – Cenário econômico do projeto Vending Machine.

Não foi possível obter com precisão a média de custo homem hora (HH) do Almoxarifado e QHSE, dessa forma, foi considerado mesmo valor da produção como estimativa mais conservadora.

Total colaboradores		228			
Total requisições anuais workflow 1		22			
Total requisições anuais workflow 2		3			

Workflow 1	Média custo	Redução Tempo	Redução Tempo Anual	Redução Tempo Anual	Custo Total Redução
	BRL departamento/hora	min por colaborador	min	hour	BRL
Produção	R\$ 365,92	8	40.128	669	-R\$ 244.723,95
Almoxarifado	R\$ 365,92	7	32.604	543	-R\$ 198.838,21
Total				1.212	-R\$ 443.562,16

Workflow 2	Média custo	Redução Tempo	Redução Tempo Anual	Redução Tempo Anual	Custo Total Redução
	BRL departamento/hora	min per employee	min	hour	BRL
Produção	R\$ 365,92	18	12.312	205	-R\$ 75.085,76
Almoxarifado	R\$ 365,92	7	4.446	74	-R\$ 27.114,30
QHSE	R\$ 365,92	7	4.446	74	-R\$ 27.114,30
Total				353	-R\$ 129.314,36

Figura 7 – Cenário econômico do tempo por colaborador.

3.1 Benefícios:

- ✓ Empowerment – O colaborador gerencia todo o seu uso de Epi's de forma autônoma, ele não precisa mais sair do seu local de trabalho para isso;
- ✓ Controle individual de retirada de EPIs com assinatura digital: código do crachá / senha;
- ✓ Relatórios de consumo em tempo real;
- ✓ Viabilidade de gerenciamento do consumo dos EPIs com limites de quantidades estabelecidos por grupo determinado de pessoas;
- ✓ Agilidade, Rapidez, Autogerenciamento, Flexibilidade, tecnologia, aspectos organizacionais (POL5S).

3.2 Business Case:

Saving de Processo:

- ✓ Economia de Tempo
 - ✓ Produção
 - ✓ Almoxarifado
 - ✓ QHSE
- ✓ Redução e Controle de Consumo

Saving no Fornecimento de EPIs (ebit):

- ✓ Custo X Benefício dos Epi's em relação ao mercado

Saving no Inventário:

- ✓ Custo de estoque dos Epi's

4 Conclusões

O desenvolvimento do presente trabalho procurou avaliar a implementação de Máquinas Vending Machine no fornecimento de EPI, para facilitar a acessibilidade dos Operadores de Produção em uma Indústria Química de Defensivos Agrícolas na Baixada Fluminense, além disso, também acompanhou a implantação e os resultados econômicos obtidos com a locação do sistema de gerenciamento da maquinas de fornecimento de EPI.

Conclui-se que após a aquisição das máquinas a empresa passou a trabalhar de uma forma mais organizada, possibilitando assim um aumento na sua produtividade e consequentemente aumentos nos seus lucros.

Foi obtido um resultado gratificante quanto a maior satisfação do cliente interno o operador de produção, redução de custos operacionais na área de gestão de estoque e logística no almoxarifado; presença mais constante dos técnicos de segurança do trabalho junto aos colaboradores; aumento de produtividade; redução de

imobilização de capital em estoque quanto à disponibilidade rápida do EPI; o gerenciamento eletrônico e full time das entregas de EPI.

Possibilitou maior agilidade quanto à distribuição e controle, pois as máquinas fazem todo o processo além de ter um sistema que apresenta uma central de relatórios podendo rapidamente verificar todas as informações necessárias em questão de minutos, como também ter acesso a todo tipo de informação referente à distribuição e gestão de EPI. E quando determinado equipamento está para acabar a máquina envia um email para o setor responsável para reposição dos mesmos.

A empresa contratante não precisa manter um estoque de EPIs, o qual antes ela mantinha e gerava um custo, tanto de armazenamento desses equipamentos como da manutenção de estoque e perdas.

O colaborador não precisa preencher um formulário na retida, o qual atrasava o processo fabril e de distribuição, o funcionário apenas deve ir até o posto de trabalho e com seu código e senha fazer a retirada do EPI que precisa para a sua labuta, processo muito rápido e ágil.

5 Referências bibliográficas

Alevato HMR (1999) Trabalho e Neurose: enfrentando a tortura de um ambiente em crise. Rio de Janeiro: Quartet

Alexandrino F, et al (2014). Estoque automatizado para pastilhas intercambiáveis de usinagem. Seget 2014 XI Simpósio de excelência em gestão e tecnologia, 2014. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/11720316.pdf>>. Acesso em: 18 de Junho 2018.

Anacleto VM, Machado LR (2016) A função educativa do técnico em segurança do trabalho na formação do trabalhador. Trabalho & Educação-ISSN 15169537

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VENDAS AUTOMÁTICAS (ABVA). Conceito de mercado: resumo das informações gerais sobre o mercado de máquinas automáticas no Brasil e no mundo. Disponível em: <<http://www.abva.com.br/download>>. Acesso em: 25 julho 2018.

Bergamini CW (1997) Motivação nas organizações. São Paulo

Braz EMQ, et al (2013) A importância da gestão dos epis nas empresas. Revista Ceciliana, 5. Ed

Lopes RS, Pereira R (2016) A viabilização da produção através da segurança do trabalho. Destarte, Vitória, 6:37-50

Maslow AH (1970) Motivation and Personality. New York: Harper Row

Mz, Grohmann (1997) Segurança no trabalho através do uso de epi's: Estudo de caso realizado na construção civil de Santa Maria - Santa Maria (RS): Ed. UFSM

Neves HCC, et al (2011) Segurança dos trabalhadores de enfermagem e fatores determinantes para adesão aos equipamentos de proteção individual. Rev. Latino-Am. Enfermagem

Oliveira OJ, Oliveira AB, Almeida RA (2010) Gestão da segurança e saúde no trabalho em empresas produtoras de baterias automotivas. Revista Produção, 20(3): 481-490

Quelhas OLG, Alves MS, Filardo PS (2003) As práticas da gestão da segurança em obras de pequeno porte: Integração com os conceitos de sustentabilidade. Revista Produção, 4(2):12-20

Surek, AC, et al. (2016) Vending machines, uma análise do mercado brasileiro. Revista da Fae