Revista
Engenharia, Meio
Ambiente e Inovação
UNIG
UNIVERSIDADE IGUAÇU
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. Neste anseio, buscamos continuamente realizar o compartilhamento das iniciativas científicas realizadas com o meio acadêmico e a sociedade, assim como, fortalecer o incentivo ao desenvolvimento de estudos interdisciplinares. Esta edição, em especial, com um número reduzido de submissões em função da pandemia COVID-19, contempla os esforços do Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade para a difusão do conhecimento de pesquisas científicas direcionadas para desenvolvimento cientifico e regional.

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.

Gisele Dornelles Pires — Editora chefe

Fabricio Polifke da Silva — Editor associado

ASSOCIAÇÃO DE ENSINO SUPERIOR DE NOVA IGUAÇU UNIVERSIDADE IGUAÇU –UNIG

DIRIGENTES- CAMPUS NOVA IGUAÇU

Fábio Raunheitti

Chanceler "In memoriam"

Prof. Marcelo Gomes da Rosa

Reitor

André Nascimento Monteiro

Vice-Reitor

Fábio Barbosa Batista

Pró-Reitor Acadêmico

Paula Guidone Pereira Sobreira

Coordenadora de Extensão e Assuntos Comunitários

Adalgiza Mafra Moreno

Coordenadora de Pesquisa

Claudia Antunes Ruas

Coordenadora do Núcleo de Educação a Distância

Andrea Matias Evangelho

Secretário Geral

Universidade Iguaçu
Av. Abílio Augusto Távora, 2134–CEP 26.260-000
Nova Iguaçu–RJ–Brasil–Tel.:27654051
www.unig.br

CORPO EDITORIAL

Editora-Chefe

Gisele Dornelles Pires (UNIG)

Editor Associado

Fabricio Polifke da Silva (UNIG)

Conselho Editorial

Alexandre Luis Belchior dos Santos (FAU/FISS)

Carlos Rogerio Domingos Araújo Silveira (UNIG)

Cinthia Martins Avellar (INEA)

Claudia Daza Andrade (UFRRJ)

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 João Sampaio (UNIG)

Thábata Teixeira Brito (INCAPER)

REVISTA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO / Universidade Iguaçu, v.06, n.1 (Janeiro 2021). 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

Avaliação de parâmetros meteorológicos gerados pela reanálise ERA 5 para a cidade de Duque de Caxias, região da Baixada Fluminense-RJ 7

Larissa Mylena Santos Paulo[1]; Marcelo Negreiros de Araújo Júnior[1]; Fabricio Polifke da Silva[2]; Gisele Dornelles Pires[2] 7

Monitoramento do Fluxo de Água em uma Tubulação 19

João Paulo de Souza Santos[1]; Wallace da Silva Carvalho[2] 19

Variabilidade espaço-temporal dos acumulados pluviométricos na bacia hidrográfica do Iguaçu-Sarapuí, Rio de Janeiro-RJ 29

Erick Marques Manoel[1]; Fabricio Polifke da Silva[2]; Gisele Dornelles Pires[2] 29

Reciclagem de garrafas pet para produção de tijolos ecológicos na construção civil como uma proposta sustentável 40

Andreza Rocha Da Silva[1]; Cristian Pimentel De Souza[1]; Cassia Maria Soares De Paulo Da Silva[2]; Gisele Dornelles Pires[2]; Carlos Eduardo Moreira Guarido[2]; Ronaldo Paulucci De Assis[2] 40

Software Educativo de Seleção de Materiais pelo Método ASHBY 50

Elias Coutinho Vieira da Silva[1]; Millena Lorranie de Souza[1]; Lucas de Mendonça Neuba[2]; Jorge João Ferreira de Souza Junior[3] 50

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

Larissa Mylena Santos Paulo[1]; Marcelo Negreiros de Araújo Júnior[1]; Fabricio Polifke da Silva[2]; Gisele Dornelles Pires[2]

[1] Alunos Engenharia Civil 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

[2] Docentes Engenharia Civil 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

larissamy@hotmail.com, marcelo_fernandesneg@outlook.com, briciopolifke@gmail.com,

unigengenharia@gmail.com

Resumo-As *informações ambientais coletadas de forma sistemática, uniforme e ininterrupta e em horas estabelecidas permitem conhecer as características e variações dos elementos ambientais que constituem os dados básicos para modelagem numérica, planejamento e gestão dos governantes, assim como auxilio para a tomada de decisão. Inserido neste contexto, este trabalho teve como objetivo de forma qualitativa e quantitativa das estimativas da temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão ao nível médio do mar e intensidade do vento gerados pela reanálise europeia ERA 5 em comparação aos dados observados in situ para a cidade de Duque de Caxias entre 2008 e 2018. Através dos resultados verificou-se que a reanálise ERA 5 conseguiu qualitativamente a distribuição e amplitude dos dados coletados in situ pela estação Xerém na escala mensal. Utilizando o coeficiente Pearson foi possível também verificar que os parâmetros temperatura do ar e pressão atmosférica ao nível médio do mar gerados pela reanálise apresentaram alta correlação em relação aos dados observados. Entretanto, os parâmetros temperatura do ponto de orvalho e intensidade do vento apresentaram menores coeficientes de correlação entre as duas fontes de dados.*

Palavras-chave: Meio Ambiente, reanálise, Duque de Caxias

Abstract - *The environmental information collected in a systematic, uniform and uninterrupted manner and in established hours allows knowing the characteristics and variations of the environmental elements that constitute the basic data for numerical modeling, planning and management of the government, as well as aid for decision making. Inserted in this context, this work aimed in a qualitative and quantitative way of the estimates of air temperature, dew point temperature, mean sea level pressure and wind intensity generated by the European ERA 5 reanalysis in comparison to the data observed in situ for the city of Duque de Caxias between 2008 and 2018. Through the results it was found that the ERA 5 reanalysis achieved qualitatively the distribution and amplitude of the data collected in situ by the Xerém station on a monthly scale. Using the Pearson coefficient, it was also possible to verify that the parameters air temperature and atmospheric pressure at mean sea level generated by the reanalysis showed a high correlation in relation to the observed data. However, the dew point temperature and wind intensity parameters showed lower correlation coefficients between the two data sources.*

Keywords: Environment, reanalysis, Duque de Caxias

1 Introdução

Um sistema de observação ambiental é um conjunto de instrumentos configurados para uso simultâneo, tanto para entender a cobertura espacial das medições ou para coletar medições de propriedades físicas do tempo e clima associado ou características de uma região. As medições visam determinar o estado de um sistema através de técnicas, ou tipos, de observação que podem ser diretas *(in situ*) ou indiretas (obtidas através de sensoriamento remoto ou modelagem numérica). Todas estas informações realizadas de forma sistemática, uniforme e ininterrupta e em horas estabelecidas permitem conhecer as características e variações dos elementos ambientais que constituem os dados básicos para serem utilizados como condições iniciais para a previsão numérica, clima, projeções climáticas, planejamento e gestão dos governantes, assim como auxilio para a tomada de decisão (Varejão-Silva 2006).

A observação de dados *in situ* se caracteriza como uma importante fonte de informações para a sociedade em seus diversos setores. Assim, para tais observações, ou coletas, é necessário que normas pré-estabelecidas sejam seguidas para que tais dados sejam representativos das variações ambientais de uma determinada região. Nesse contexto, o tipo e instalação dos equipamentos, a padronização dos horários de observação e, principalmente, os procedimentos de manutenções preventivas, como os procedimentos de calibração e aferição dos instrumentos de medição adquirem tema de grande relevância. Entretanto, os custos para a manutenção dos equipamentos são alto favorecendo, consequentemente, que haja um número reduzido de estações em diversos lugares do mundo, especialmente sobre o Brasil que apresenta uma grande dimensão territorial. Neste sentido, o uso das estimativas indiretas, isto é, obtidas através de técnicas de sensoriamento remoto ou modelagem numérica (reanálises) se apresentam como alternativa de grande utilidade, tanto científicos quanto operacionais, para muitos estudos nas últimas décadas (Castro et al. 2019).

Dentre as estimativas indiretas de parâmetros ambientais podem-se citar as reanálises. Estas fontes de dados estão entre as mais utilizadas em estudo ambientais com diferentes finalidades. Através das informações disponibilizadas pelas reanálises é possível avaliar parâmetros ambientais em diferentes escalas espaço-temporais, variando desde curtos (geralmente horas) a longos períodos de tempo (geralmente anos ou décadas). Os dados obtidos através das reanálises são produzidos considerando técnicas de assimilação de dados e as equações físicas representativas dos fenômenos de tempo e clima predominantes. Devido também as incertezas associadas às observações *in situ*, muitos profissionais se referem frequentemente aos dados calculados pelas reanálises como “observações reais” e os utilizam para diversos fins como se realmente fossem representativos das condições ambientais locais, isto é, como se estivessem sido medidas localmente. Acredita-se que vertente seja assim considerada porque, além das reanálises fornecerem estimativas ambientais abrangentes e graduais em intervalos regulares durante longos períodos de tempo; passam também por um controle de qualidade durante o processo de assimilação de dados. Assim, fornecem consequentemente, uma maior confiabilidade subjetiva para o seu

uso, sendo também disponibilizada em um formato conveniente para avaliações de seus em modelos numéricos, assim como a detecção e atribuição de estudos de projeções climáticas, dentre outros (Parker 2016).

As assimilações geradas pelas reanálises dependem principalmente dos dados coletados localmente das componentes do sistema climático, podendo-se citar a atmosfera, biosfera, criosfera, hidrosfera e litosfera. Devido a não linearidade e interações altamente não lineares e complexas entre as componentes do sistema climático utiliza-se uma hierarquia para a consideração das escalas espaço-temporais associadas às observações dos parâmetros ambientais, assim como a sua utilização dos modelos numéricos ambientais. Primeiramente os dados observacionais do estado da atmosfera e do oceano são veementemente observados através de técnicas observacionais in situ e sensoriamento remoto, para serem posteriormente assimilados em um modelo numérico, isto é, equações físicas e matemáticas associadas, visando produzir as reanálises. Entretanto, as observações in situ, além de serem utilizadas para gerar as reanálises, são também utilizadas para calibrar as relações estatísticas utilizadas no processamento, para determinar e corrigir o erro das estimativas obtidas das interpolações numéricas e, por fim, avaliar a representatividade final dos resultados gerados pelas reanálises (Brönnimann et al. 2018).

Segundo Guedes et al. (2005) atualmente inúmeras pesquisas científicas vêm sendo realizadas considerando os dados fornecidos pelas reanálises. Segundo os autores, tal característica se deve em função de sua ampla e gratuita disponibilidade, tornando-se conveniente o incentivo de estudos que busquem avaliar qualitativamente e quantitativamente se os dados pelas reanálises conseguem reproduzem as características espaço-temporais em diferentes regiões, isto é, as variabilidades diárias e/ou anuais, presentes nos dados coletados *in situ*, assim como detectar outras variabilidades, como variações de baixa frequência. Os autores ainda ressaltam a necessidade da validação dos dados de reanálise em comparação aos dados observacionais em diferentes regiões do mundo. Com ênfase à América do Sul, os autores apontam que os dados disponibilizados pelas reanálises podem apresentam menor acurácia em relação ao Hemisfério Norte em função da baixa quantidade de dados observados na região que são enviados e utilizados operacionalmente para contribuir na assimilação de dados que geram as reanálises (Guedes et al. 2005).

Dentre as reanalises existentes, o primeiro grande projeto foi a Reanálise de 40 anos gerada em conjunto por dois grandes centros operacionais americanos, o *National Centers for Environmental Prediction* e o *National Center for Atmospheric Research* (NCEP-NCAR) que forneceram, através das técnicas estatísticas e equações representativas dos processos físicos ambientais, análises globais, isto é, em grades espaciais regulares e em intervalos sub-diários (a cada seis horas) para o período compreendido entre 1957 e 1996 (Kalnay et al. 1996). Com a evolução computacional e dos sistemas de observação in situ e remotos, após anos de pesquisas contínuas, o *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) iniciou a produção de uma nova reanálise climática, chamada ERA5. Os dados disponibilizados pela reanálise ERA5 apresentam uma maior resolução espaço-temporal do que a

reanálise anterior (ERA-INTERIM) disponibilizada pelo ECMWF, com disponibilidade das variáveis a cada hora e resolução horizontal de 31 km. Assim, optou-se por utilizar os dados da reanálise ERA 5 para a aplicação da metodologia proposta neste trabalho.

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

2 Materiais e Métodos

O município de Duque de Caxias é uma cidade localizada na região administrativa da Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro, possui população estimada em 924.624 habitantes (estimada em 2020), sendo assim o mais populoso da Baixada Fluminense, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (http://www.ibge.gov.br/home/) e ocupa uma área de 467,3 km² (Figura 1). Para avaliação da estimava dos parâmetros meteorológicos gerados pela reanálise ERA 5 serão utilizados os dados coletados *in situ* entre 2008 e 2018 pela estação Xerém pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (http://www.inmet.gov.br/portal/) localizada na cidade de Duque de Caxias.

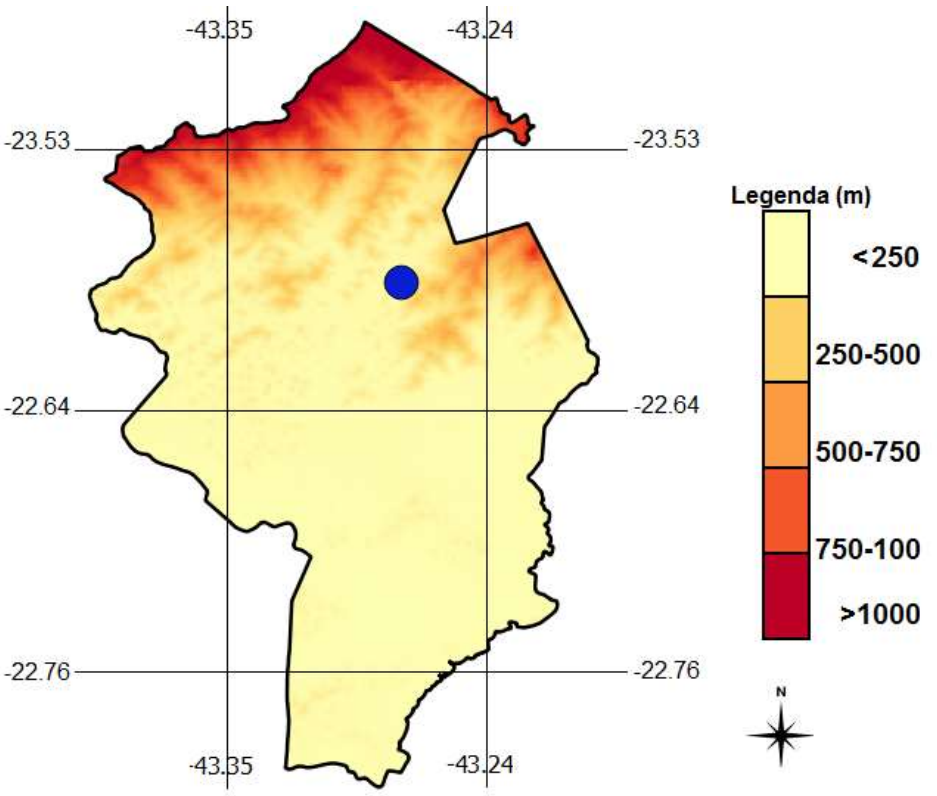

Figura 1- Perfil de elevação da cidade de Duque de Caxias, localizada na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro. A posição geográfica da estação Xerém encontra-se em azul.

Além da avaliação qualitativa associada à distribuição dos dados será também verificado o grau de correspondência entre os parâmetros medidos pela estação Xerém e estimados pela reanálise ERA 5. Esta correspondência será calculada através da correlação entre as duas fontes de dados analisadas. Assim, neste contexto, será utilizado o coeficiente de correlação de Pearson, definido como:

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

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

3 Análise mensal dos parâmetros meteorológicos para a cidade de Duque de Caxias

As Figuras 2 a 4 mostram os diagramas de caixa, do inglês *boxplot* para as distribuições mensais dos dados de temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica ao nível médio do mar e intensidade do vento, respectivamente, medidos pela estação Xerém (Azul escuro) e gerados pela reanálise europeia ERA 5 (Azul claro) para a cidade de Duque de Caxias. O período de dados utilizado apresentando é entre janeiro de 2008 e agosto de 2018. Através dos resultados obtidos, verificam-se para as quatro variáveis meteorológicas que os dados da reanálise ERA 5 conseguiram acompanhar qualitativamente o comportamento e amplitude dos medidos *in situ* pela estação Xerém para os doze meses. Além desta evolução temporal similar, foi possível também verificar que ambas as fontes de dados apresentaram espalhamentos similares em torno da mediana, isto é, entre o primeiro quartil e a mediana e entre a mediana e o terceiro quartil.

Através das Figuras 2 e 3 é possível observar maiores valores de temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho para os meses compreendidos entre dezembro e março (estação de verão no Hemisfério Sul). Um máximo mensal de temperatura do ar de aproximadamente 23°C é observado para a estação Xerém e 24°C gerados pela reanálise para o mês de janeiro. De forma similar, observa-se também para este mês um máximo de aproximadamente 23°C para a estação Xerém e 19°C para a reanálise ERA 5. Os valores mínimos de ambos os parâmetros são observados entre os meses de junho e setembro (estação de inverno no Hemisfério Sul). Um mínimo de 16°C pode ser verificado no mês de julho para a estação Xerém, valores mais baixos, em torno de 18°C, foram caracterizados pela reanálise ERA 5. Comportamento similar também pode ser observado para a temperatura do ponto de orvalho, com os menores valores também observados no mês de julho, com média de aproximadamente 16°C e 14°C para o dado coletado *in situ* e estimados pela ERA 5, respectivamente. Entre março e junho e entre setembro e dezembro são observados valores intermediários, entre 22°C e 24°C para a temperatura do ar e entre 19°C e 21°C para a temperatura do ponto de orvalho, caracterizando as estações de transição (primavera e outono no Hemisfério Sul). Através dos resultados obtidos, verificou-se que a reanálise ERA 5 apresentou uma tendência de subestimava em relação aos valores medidos pela estação Xerém durante todos os meses do ano.

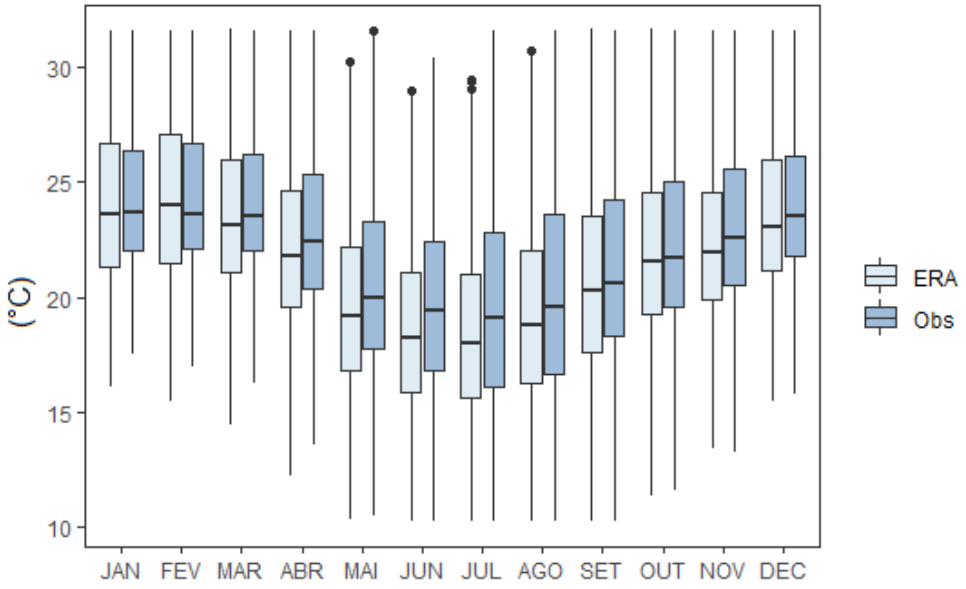

Figura 2 – Distribuição mensal dos dados de temperatura do ar horários para a estação Xerém (Azul escuro) e reanálise ERA 5 (Azul claro) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

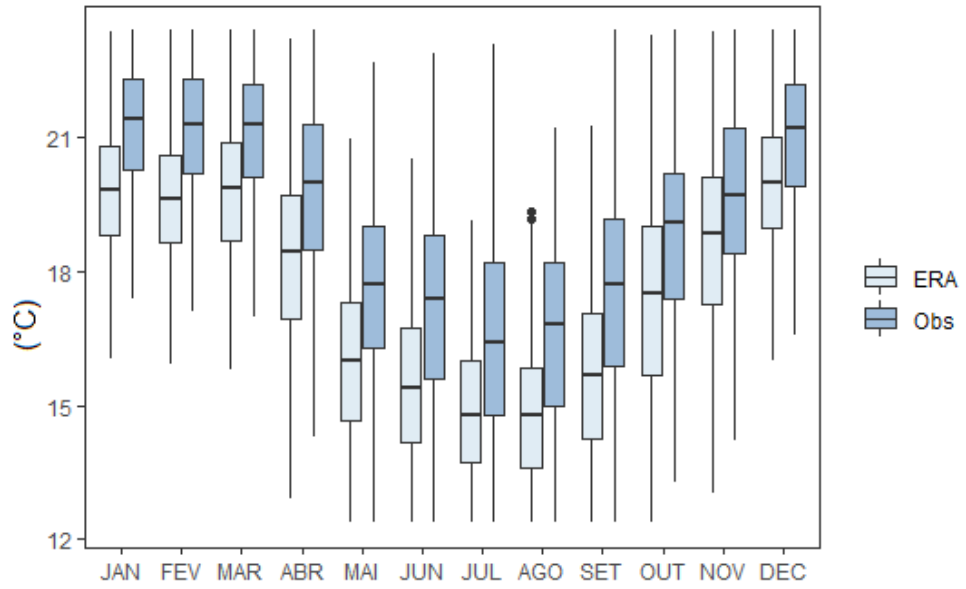

Figura 3 – Distribuição mensal dos dados de temperatura do ponto de orvalho horários para a estação Xerém (Azul escuro) e reanálise ERA 5 (Azul claro) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

Com relação à amplitude mensal do comportamento observado para a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho, observa-se um cenário oposto para a distribuição mensal dos dados de pressão atmosférica ao nível do mar. Através da Figura 4, verificam-se os menores valores (entre 1008 hPa e 1012 hPa) para os meses compreendidos entre dezembro e março (estação de verão no Hemisfério Sul) e os maiores valores (entre 1018 hPa e 1022 hPa) entre junho e setembro (estação de inverno no Hemisfério Sul). O comportamento destas três variáveis analisadas conjuntamente corresponde com o

comportamento hidrodinâmico esperado em função das variações de aquecimento solar junto à superfície. Tais distribuições corroboram o proposto pelo balanço hidrostático com maiores (menores) valores de temperatura no verão (inverno) e consequentemente menores (maiores) valores de pressão. Para esta variável, verifica-se que a reanálise ERA 5 apresentou uma tendência de, ao contrário do observado nas Figuras 2 e 3. Valores intermediários (entre 1010 hPa e 1012 hPa) desta variável são observados nas estações de transição (primavera e outono no Hemisfério Sul). Com exceção dos demais parâmetros, verifica-se que a intensidade do vento não apresentou amplitudes sazonais. Para esta variável, verificam-se valores observados *in situ* oscilando entre 0,5 m/s e 1,5 m/s ao longo do ano na cidade de Duque de Caxias. Para a reanálise ERA 5, verifica-se um comportamento qualitativamente similar com valores estimados de aproximadamente 1 m/s e 2 m/s ao longo do ano.

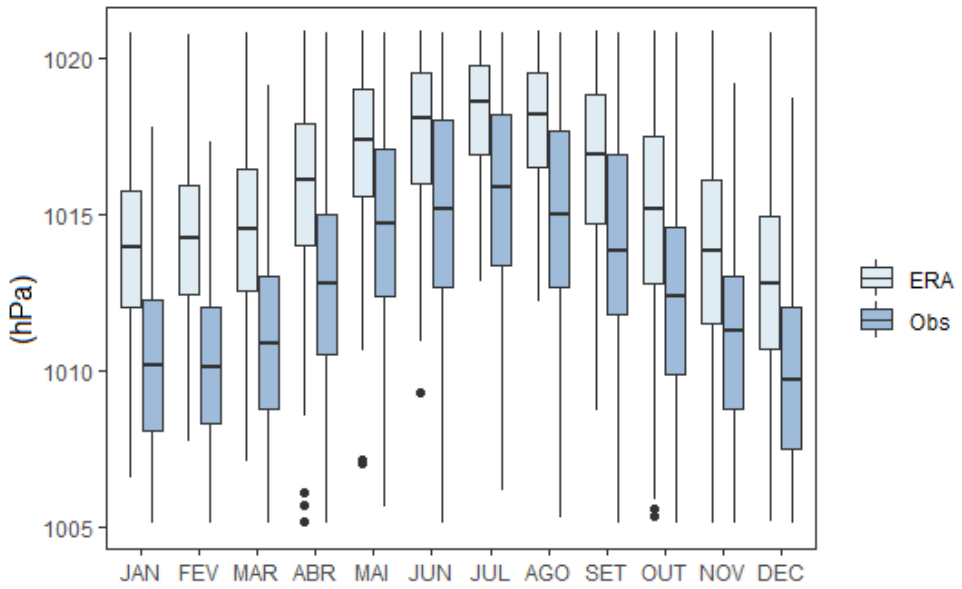

Figura 4 – Distribuição mensal dos dados de pressão atmosférica ao nível médio do mar horários para a estação Xerém (Azul escuro) e reanálise ERA 5 (Azul claro) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

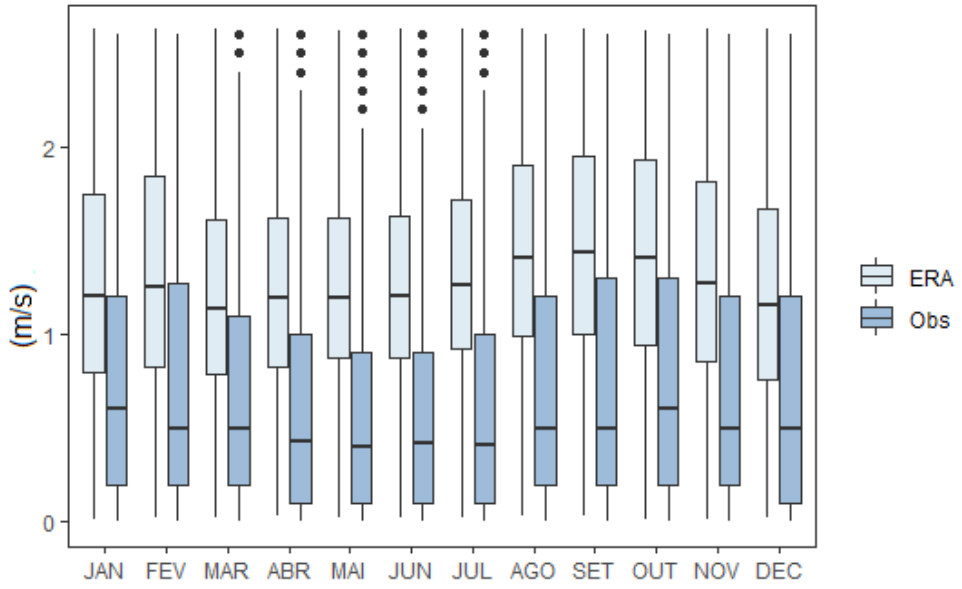

Figura 5 – Distribuição mensal dos dados de intensidade do vento horários para a estação Xerém (Azul escuro) e reanálise ERA 5 (Azul claro) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

4 Coeficiente de correlação de Pearson

As Figuras 6 e 7 mostram os resultados dos coeficientes de correlação de Pearson mensais obtidos para cada uma das quatro variáveis (parâmetros meteorológicos) analisados entre 2008 e 2018. Através dos resultados obtidos, é possível verificar que a temperatura do ar (TEMP) e a pressão ao nível médio do mar (PNMM) apresentaram os maiores coeficientes, com um valor máximo de 0,88 (destacado em azul claro) no mês de fevereiro para a temperatura do ar (TEMP) e um valor máximo de 0,93 (azul claro) no mês de abril para a pressão ao nível médio do mar (PNMM). Maiores variações para os resultados deste coeficiente podem ser observadas para a temperatura do ponto de orvalho (TD), com um valor máximo foi de 0,79 (azul claro) em abril. Menores valores de correlação podem ser observados para a intensidade do vento (IV), com valores abaixo de 0,50 para todos os meses.

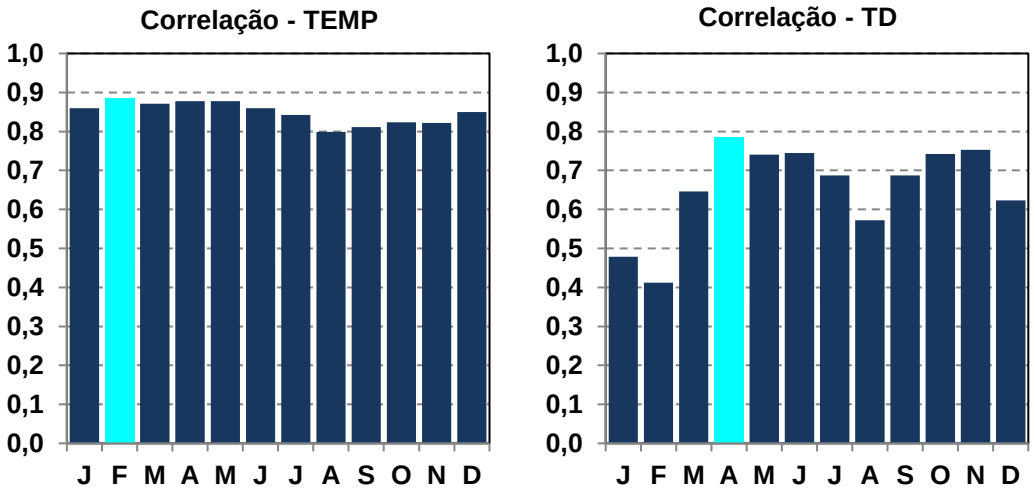

Figura 6 – Coeficientes mensais de Pearson obtidos para a temperatura do ar (esquerda) e temperatura do ponto de orvalho (direita) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

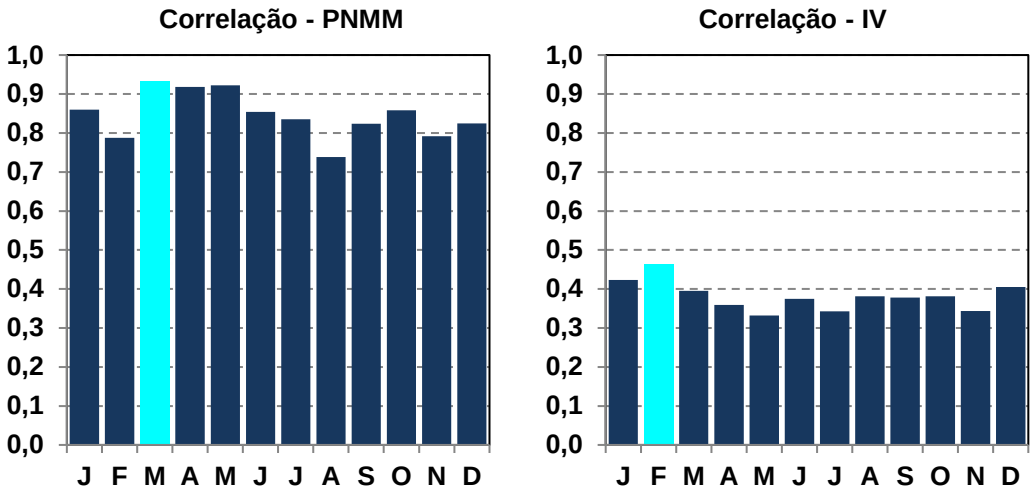

Figura 7 – Coeficientes mensais de Pearson obtidos para a pressão ao nível médio do mar (esquerda) e intensidade do vento (direita) entre janeiro de 2008 e agosto de 2018.

Através dos resultados obtidos, acredita-se que os valores mais baixos do coeficiente de correlação obtidos para a temperatura do ponto de orvalho e principalmente para a intensidade do vento estejam relacionados a uma possível dependência das condições locais (podendo-se citar, por exemplo, o aquecimento diferenciado associado às diferentes superfícies (albedo), presença de árvores, cursos d'água, entre outro que não foram provavelmente bem caracterizados pela reanálise ERA 5). Além disso, vale ressaltar que a reanálise ERA 5 apresentam uma resolução espacial de 31 km, podendo consequentemente não caracterizar as condições físicas que ocorrem em escala espacial inferior a este e que provavelmente influenciam e controlam as variações da temperatura do ponto de orvalho (umidade) e intensidade do vento. As variáveis temperatura do ar e pressão atmosférica ao nível médio do mar, entretanto, apresentam maiores valores de coeficiente de correlação, sugerindo que a reanálise ERA 5

conseguiu representar adequadamente os mecanismos atmosféricos que controlam as variações (amplitudes e taxas) dessas variáveis nesta escala espacial.

5 Conclusões

Utilizando os dados gerados pela reanálise ERA 5 e os dados coletados in situ e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia entre janeiro e agosto de 2018 foi possível avaliar estatisticamente entre duas fontes de dados através de uma análise qualitativa e quantitativa. Foram analisados quatro parâmetros meteorológicos, sendo eles a temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, pressão atmosférica ao nível médio do mar e intensidade do vento. Os resultados mostraram que a reanálise ERA 5 conseguiu qualitativamente a distribuição e amplitude dos dados coletados in situ pela estação Xerém na escala mensal. Para as variáveis temperatura do ar e temperatura do ponto de orvalho verificou-se que a reanálise apresentou uma tendência de subestimar os valores observados localmente. Um cenário oposto foi observado para as variáveis pressão ao nível médio do mar e intensidade do vento, onde se verificou uma tendência de superestimativa destes dois parâmetros.

Através do cálculo do coeficiente de Pearson foi possível realizar uma análise quantitativa entre estas duas fontes de dados. Os resultados mostraram maiores coeficientes de correlação, isto é, valores mais próximos de um, para as variáveis temperatura do ar e pressão atmosférica ao nível médio do mar. Verificou-se também que tais valores foram observados em diferentes escalas temporais, com a temperatura do ar apresentando melhor grau de correlação em fevereiro e a pressão ao nível médio do mar em abril. Os menores valores foram observados para a temperatura do ponto de orvalho e intensidade do vento. Através dos resultados obtidos, acredita-se que os valores mais baixos do coeficiente de correlação obtidos para a temperatura do ponto de orvalho e principalmente para a intensidade do vento estejam relacionados a uma possível dependência das condições locais, considerando que a reanálise ERA 5 apresenta uma resolução espacial de 31 km.

6 Referências Bibliográficas

Brönnimann S, Allan R, Atkinson C, and Coauthor (2018) Observations for reanalysis. Bull. Amer. Meteor. Soc.

Castro BVO, Silva FP, Pires GD, (2019) Avaliação de parâmetros meteorológicos gerados pela reanálise ERA 5 para a cidade de Seropédica, região da Baixada Fluminense-RJ. Rev Eng, Meio Amb e Inov 2:07-15

Guedes RL, Andreoli RV, Kayano MT, Oyama MD, Alves MAS (2005) Série temporal de precipitação mensal de Fortaleza, Brasil: comparação entre observações e dados de reanálise do NCEP/NCAR Rev Bras Meteor 20(1):83–92

Parker WS (2016) Reanalyses and observations: What's the difference? Bull. Amer. Meteor. Soc., 97, 1565–1572

Varejão-Silva MA (2006) Meteorologia e Climatologia

Monitoramento do Fluxo de Água em uma Tubulação

João Paulo de Souza Santos[1]; Wallace da Silva Carvalho[2]

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

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

jpaulo.vg7@gmail.com, wallacescarvalho10@gmail.com

Resumo - *As cidades enfrentam problemas no seu abastecimento de água, para amenizar esse problema faz-se necessário a criação de soluções capazes de auxiliar a população no processo de racionamento e uso adequado da água. Esse projeto apresenta o objetivo de apresentar um protótipo capaz de auxiliar no monitoramento do vazamento de água em um sistema hidráulico. Um módulo principal que recebe as informações vindas dos módulos sensores e encaminha para software Arduíno. Esta aplicação disponibiliza as informações para o usuário através de gráficos, mostrando a vazão e momento que ocorre o vazamento.*

Palavras-chave: Protótipo, Água, Vazamento.

Abstract - *Cities face problems in their water supply, to alleviate this problem it is necessary to create solutions capable of assisting the population in the process of rationing and adequate use of water. This project aims to present a prototype capable of assisting in the monitoring of water leakage in a hydraulic system. A main module that receives information from the sensor modules and forwards it to Arduíno software. This application makes information available to the user through graphics, showing the flow rate and the time the leak occurs.*

Keywords: Prototype, Water, Leak.

1 Introdução

Os índices de perdas de água nas redes de distribuição no Brasil, em 2016, foram de 38,05% segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS 2018). O índice aceitável é uma perda de 15% pela Organização Mundial da Saúde (OMS 2014).

O desperdício de água em um sistema de abastecimento de água ocorre por meio dos vazamentos existentes nas barragens, nas estações de tratamento de água, nos reservatórios de distribuição, nas redes de distribuição de água tratada, nas ligações domiciliares de água, nos vazamentos existentes nas instalações hidráulicas dos imóveis e na utilização da água pelas pessoas de uma forma incorreta. As empresas responsáveis pelos sistemas de abastecimento de água também contribuem com o desperdício (perdas) de água que acontece nas diversas fases dos sistemas (Dantas e Moraes 2015). Um estudo feito pelo Instituto Trata (ITB 2016), mostra que "a cada 100 litros de água coletados e tratados, em média, apenas 63 litros são consumidos. Ou seja 37% da água no Brasil e perdida, sejam com vazamentos, roubos e ligações clandestinas".

Um estado de má conservação em tubulações pode provocar grandes problemas nas moradias e prédios onde a maioria das vezes não se tem gerencia das informações de funcionamento.

O objetivo deste trabalho é apresentar a criação de um protótipo e verificar as informações necessárias para manutenção preventiva em um sistema hidráulico.

2 Metodologia

Um sistema de automação, de uma maneira geral, é composto por sensores e atuadores. As entradas e saídas dos sistemas periféricos são centralizadas em um computador que realiza o comando e a ligação entre os elementos de campo e um sistema supervisório. Que pode executar desde controle da iluminação a o gerenciamento de acionamento de alarme. O sistema de automação hidráulica usuais são os de acionamento de bombas, sistemas de irrigação do jardim, aquecimento e pressurização de água.

Sabendo disso o uso da automação na rede hidráulico pode aperfeiçoar o sistema e fazer com que esteja sendo monitorado para o caso de apresentar problemas no futuro possa ser realizada a manutenção preventiva correta.

Esse sistema de automação segue a mesma ideia do sistema de gasoduto onde se tem monitoramento do fluxo constante do sistema. No caso da instalação hidráulica o protótipo é montado com equipamentos de baixo custo para que não se tenha muito gasto com o sistema.

A figura 1 é apresentado à ideia geral de funcionamento do sistema proposto. A ilustração mostra, de maneira simples, o sistema de conexão dos componentes utilizados. Os sensores de vazão são instalados nas tubulações para fazer um monitoramento em áreas especificas. O sistema realiza o registro do funcionamento e caso apresente informações que seja necessário à atenção e feita vistoria da instalação hidráulica.

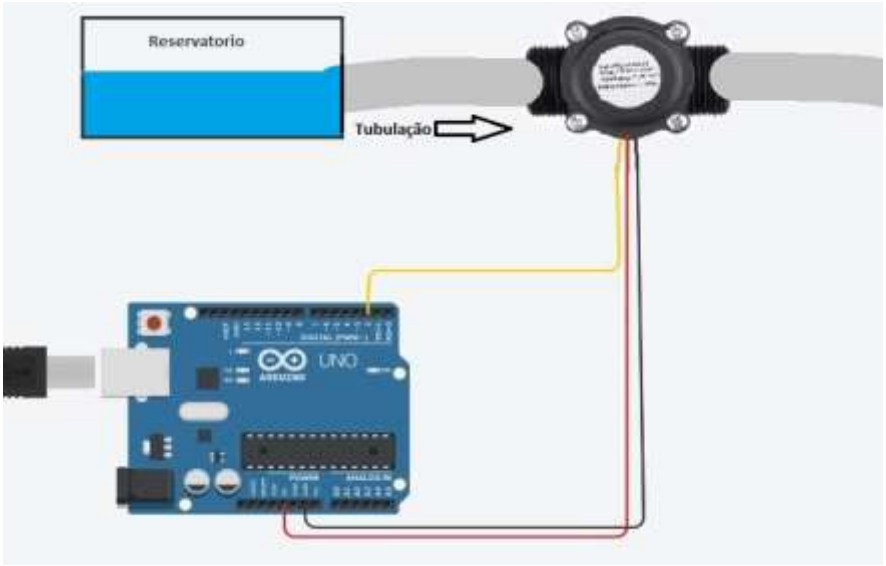

Figura 1 - Ilustração do projeto no sistema hidráulica

Esse protótipo e montado com Arruino, protoboard, jumper e sensor de fluxo de água. Esse protótipo registra o funcionamento da tabulação e deve ser instalado em um local estratégico para pode ter a informação correta e poder solucionar com eficiência.

2.1 Arduíno

A plataforma de prototipagem utilizada, que possui o microprocessador, é o equipamento essencial deste projeto. O Arduíno é uma placa com entradas e saídas pré-definidas, desenvolvida na Itália com o intuito de facilitar a programação de micro controladores, com linguagem de programação mais simplificada do que Assembly utilizada com os PICs (Peripherical Interface Controller) e baixo custo. O software de programação é gratuito e possui diversos exemplos disponíveis para utilização, tanto na IDE, como na Internet (Lima 2018)

Na plataforma Arduíno a programação é feita, principalmente, através de sketchs utilizando linguagem Arduíno baseada na linguagem C e C++. Nos sketchs são configurados os pinos de entrada e saída e a lógica do sistema, após compilar o código ele é gravado na placa, a partir deste ponto o Arduíno não precisa mais do computador para executar suas tarefas, apenas de uma fonte de alimentação. A figura 2 apresenta o hardware Arduíno.

Figura 2 - Arduíno

2.2 Sensor de Vazão

A partir dos estudos levantados sobre medidores de vazão, foi escolhido para os testes iniciais o medidor de fluxo de água do tipo turbina com sensor de efeito Hall modelo FS300A G3/4" (FS300A, 2015). Esta escolha foi feita, devido às suas facilidades de comunicação com o Arduíno e pela facilidade de instalação. O medidor possui alimentação de 5V a 24 V, podendo medir uma faixa de fluxo de água de 1L/min a 60 L/min. A figura 3 mostra esse sensor de fluxo.

Figura 3 - Medidor de fluxo com sensor de efeito Hall modelo FS300A G3/4".

A vazão em L/min é encontrada a partir da frequência dos pulsos gerada pelo sensor de efeito Hall dividido por uma constante indicada pelo fabricante que varia de acordo com as dimensões do sensor escolhido. Segundo o fabricante a relação é descrita por (FS300A, 2015):

$$Q = (f \times 60) /5, 5 \qquad (1)$$

2.3 Protótipo

Na montagem do protótipo foi usado um reservatório de 10L para o abastecimento, onde foi conectado um tubo de 1/2' para simular a instalação hidráulica e junto a instalação foi conectado o sensor de fluxo de água para registrar as informações e conectado ao sensor o Arduíno, como forma de fazer a leitura dos dados que passam na tubulação, como é mostrado na figura 4.

Figura 4 - Montagem do protótipo

3 Resultados

Primeiramente, foi realizado um teste para identificar a variação do fluxo no decorrer do tempo sem nenhum problema na instalação e mostrar o funcionamento correto da rede hidráulica. Foi utilizado 10 litros d'agua, sendo registrado em um tempo de 2 minutos.

Depois foram realizados os testes com a tubulação danificada para simular uma tubulação vazando e também com a conexão frouxa para simular uma instalação malfeita. Registrados os dados para fazer uma análise e diagnosticar para saber como está o funcionamento da instalação hidráulica.

No teste sem vazamento, toda a instalação hidráulica se encontra funcionando corretamente sem nenhuma perda. Nesta a água que estava no reservatório passou corretamente na rede hidráulica e no sensor que registrou toda a passagem da água e foram obtidos os dados como e mostrado no gráfico na figura 5.

Figura 5 - Teste da tubulação sem vazamento

Neste gráfico foram apresentados os valores que foram obtidos em cada segundo, esse teste foi realizado no período de 2 minutos, como a água no reservatório está diminuindo com o tempo e o fluxo não é constante. No final do teste a pressão na tubulação diminuiu e com isso no final do teste a pressão está menor, por isso essa queda no gráfico ao final, mas toda água passou no sensor corretamente. No 1° minuto a média registrada foi de 3,46L/s. Como a água que estava no reservatório passou corretamente pela tubulação e não teve perdas de água. Logo, o sistema apresentou a informação necessária para usar como parâmetro para o caso de ter algum problema na instalação hidráulica.

Na Segunda etapa, foi realizado o mesmo procedimento em 2 situações diferentes: uma com vazamento na conexão (vazamento inerente) e outra com vazamento na tubulação. No teste com vazamento na conexão e quase impossível ver uma diferença para o caso onde não existe vazamento como é visto na figura 6, pois como esse vazamento e muito difícil de ser detectado, por isso nesse caso seria necessário aguarda alguns dias ou usar outro equipamento mais preciso para poder detectar esse tipo de vazamento.

Figura 6 - Teste com vazamento na conexão

Mas se for comparado os 2 gráficos acima, o sem vazamento e o com vazamento inerente na figura 7, é possível identificar uma pequena perda na média por minuto. Por isso, é necessário analisar os dados depois de certo período para pode identificar essa pequena perna.

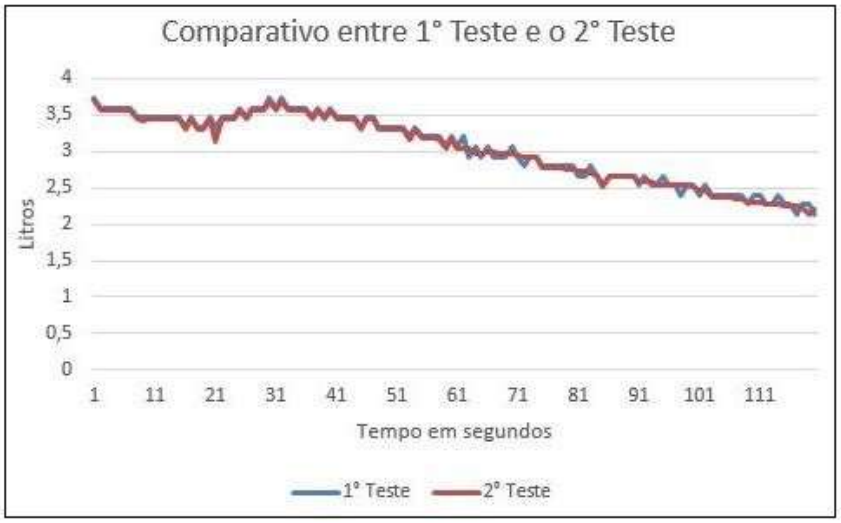

Figura 7 - Teste comparativo entre tubulação sem vazamento e com vazamento inerente

O gráfico apresentado acima está comparando as 2 situações, mostrando como a perda é bem pequena só seria possível identificar esse problema de vazamento inerente depois de vários dias ou com equipamento mais preciso para poder identificar esse vazamento. Como o sistema Arduino realiza os teste a cada minuto é possível ver essa pequena perda, uma vez que a média registrada no teste sem vazamento foi de 3,46L/s e a identificada no teste com vazamento inerente mostra uma média de 3,43L/s, ou seja, teve uma perda de 0,03L/s em média, isso e menos de 1% de acordo com os dados do teste. Nessa situação seria necessário aguardar alguns dias para poder identificar essa perda para fazer uma vistoria na instalação ou usar um equipamento mais preciso como detector de umidade para localizar esse problema.

No teste com a tubulação danificada foi realizado o mesmo procedimento. Nessa etapa o fluxo de água está ocorrendo normalmente sem perdas até passar o 1° minuto e a tubulação apresentar um vazamento que pode ser tanto invisível ou visível, como é expresso na figura 8.

Figura 8 - Teste da tubulação com vazamento

No gráfico acima se pode observar que o fluxo de água está seguindo um fluxo sem mudanças bruscas até chegar no 1° minuto, após esse minuto houve o vazamento e o escoamento de água ficou menor no sensor o qual registrou uma perda considerável no fluxo de água. Como o reservatório tem a mesma quantidade de água em os testes e ocorreu uma perda repentina no escoamento, chega-se a conclusão de que não passou toda a água no sensor.

A figura 9 expressa a perda de água, sendo possível analisar como ocorreu uma perda bem grande.

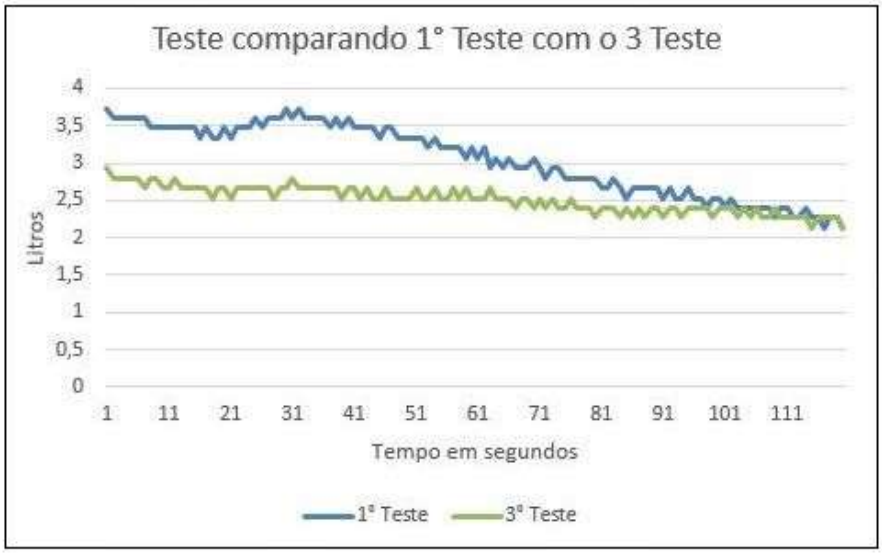

Figura 9 - Comparativo do 1° teste sem vazamento com o 3° teste onde a tubulação está danificada

O gráfico acima é possível observa que quando a tabulação está sem vazamento como mostra a linha azul, o fluxo está bem superior desde o início do teste e quando chega a o fim se estabiliza. Mas no

caso da tubulação danificada como mostra a linha verde, se observa que o fluxo está muito baixo se comparando com a linha azul.

Nesse teste é possível ver como o sensor consegue identificar um vazamento apenas analisando os dados fornecido pelo sistema Arduíno, já que no teste sem vazamento a média do fluxo de água foi de 3,46L/s e a média identificada no sensor com a tubulação danificada foi de 2,65L/s. Isso representa uma perda de 0,81L/min , cerca de 23,5% .

A ideia do funcionamento do sistema é principalmente para auxiliar na manutenção preventiva e ajudar a evitar problema maiores no futuro. E com esse protótipo se torna possível esse monitoramento para ajudar a mitigar o problema e comunicar com rapidez é solucioná-lo.

4 Conclusões

Este trabalho apresentou as informações necessária para o desenvolvimento de um protótipo de monitoramento de tubulação hidráulica. Com a finalidade de auxiliar no serviço de manutenção preventiva e auxiliar o serviço rápido e eficaz com o uso da automação. Vale salientar, que com o monitoramento continuo da rede hidráulica com o uso da automação pode também ajudar os usuários a ter um hábito consciente de consumo já que com esses dados fornecidos pelo sistema e possível sabe como está o consumo de água de cada moradia.

A ideia para realização desse projeto, surgiu após a verificação da dificuldade de localizar e monitorar a instalação hidráulica de um condomínio residência onde o sindico responsável pelo prédio informou a dificuldade para conseguir solucionar o problema de vazamento. Desta forma, esse projeto busca exatamente torna a identificação desse problema mais simples e rápida.

Com o protótipo foi possível realizar testes com o sistema que foi possível mostrar como que o fluxo de água na instalação pode ajudar a identificar possíveis problemas como vazamento e falta de água. Esse projeto busca fazer com, que o uso da automação torne mais prático e fácil a vida no dia a dia fazendo com que se tire um maior proveito da automação.

Este trabalho é focado principalmente para instalação hidráulicas de grande porte como condomínios ou prédios comercias onde a rede hidráulica e bem ampla e com isso acaba tornando um trabalho difícil localizar um vazamento em uma instalação hidráulica que se estende em uma área grande, por isso que esse sistema precisa ser instalado em locais estratégicos para se tiver a informação correta. Para o caso de ocorrer algum problema pode acarretar a problema maiores, se não for resolvido logo de início. Mas caso seja do interesse do proprietário a instalação do sistema em uma residência, também e útil, pois além de monitorar a rede hidráulica o protótipo também pode informar o consumo da residência bastando acessar as informações do sistema Arduíno para se tiver acesso a essa informações.

Com o protótipo foi possível realizar testes com o sistema que pode mostrar resultados satisfatório. Onde mesmo tendo um fluxo de água com uma pequena perda de 0,03L em média, em relação ao sistema normal (sem vazamento) o sensor conseguir identificar essa perda de água. É interessante o teste real em um condomínio, para se tiver um estudo mais aprofundado do sistema para

poder identificar possível problemas em escala de maior fluxo de água e de variação constante de pressão para a instalação hidráulica e identificar possíveis erros.

Para a ampliação do sistema seria interessante também utilizar outros sensores como o de pressão junto com o sensor de fluxo de água ou o de comunicação remota para ajudar no envio de informação do sistema, para ter uma informação mais rápido do equipamento, embora os teste mostre que o sensor de fluxo de água sozinho nos informe sobre o seu funcionamento corretamente.

5 Referências Bibliográficas

Dantas AM, Moraes LRS (2015) Análise do Desperdício de Água Tratada por meio de Vazamentos nas Instalações Hidráulico-Sanitárias em Edificios Residenciais. Um Estudo em Salvador, Bahia. Semasa. São Paulo, 2015.

FS300A. DataSheet Water Flow Sensor FS300A G3/4". 2015. Disponível em: <http://www.seeedstudio.com/wiki/G3/4_Water_Flow_sensor> . Acesso em 12 de outubro de 2021

Lima EL (2018) Módulo de sensores para monitoramento da qualidade da água com transmissão sem fio utilizando plataforma de prototipagem. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Feirade Santana

OMS (2015). Organização Mundial da Saúde. Jornal ZH. RGS. 1º/02/2015. Título: "O Brasil conta gotas", p.16.17.

ITB (2020) Trata Brasil. Trata Brasil, 2016. Disponivel em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2017/11/16/perdas-de-agua-causa-e-consequencias/>. Acesso em: 20 Maio 2020.

SNIS (2020) Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2018. Disponivel em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>. Acesso em: 15 Maio 2020.

Variabilidade espaço-temporal dos acumulados pluviométricos na bacia hidrográfica do Iguaçu-Sarapuí, Rio de Janeiro-RJ

Erick Marques Manoel[1]; Fabricio Polifke da Silva[2]; Gisele Dornelles Pires[2]

[1] Alunos Engenharia Civil 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

[2] Docentes Engenharia Civil 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

erickmarqueess00@gmail.com, briciopolifke@gmail.com, unigengenharia@gmail.com

Resumo - *A precipitação é um fenômeno ambiental altamente descontínuo e variável, tanto no tempo quanto no espaço. As chuvas podem ocorrer de forma rápida ou prolongada, com duração de poucos minutos, horas e, até mesmo, de vários dias. Embora, seja uma das variáveis mais importantes em diferentes setores ambientais e de proteção civil, é também uma das variáveis mais difíceis de monitorar, principalmente durante a ocorrência de chuvas intensas. Neste trabalho foram utilizados os dados de chuva coletados a cada 15 minutos pelas estações telemétricas pertencentes ao Instituto Estadual do Ambiente localizadas na bacia do Iguaçu-Sarapuí entre 2008 e 2018 visando avaliar a variabilidade espacial dos acumulados pluviométricos no interior da bacia. Através do tratamento de dados pluviométricos e da análise quantitativa realizada verificou-se que os meses compreendidos entre outubro e março apresentaram os maiores registros pluviométricos mensais. A análise individual para cada uma das sete estações de monitoramento mostrou também variabilidade pluviométrica entre as estações caracterizando a importância de estudos locais que visem subsidiar conhecimentos regionais em hidrologia, principalmente para a precipitação que apresenta alta variabilidade espaço-temporal.*

Palavras-chave: Precipitação, variabilidade mensal, Iguaçu-Sarapuí

Abstract – *Precipitation is a highly discontinuous and variable environmental phenomenon, both in time and space. The rains can occur quickly or prolonged, lasting a few minutes, hours and even several days. Although it is one of the most important variables in different environmental and civil protection sectors, it is also one of the most difficult variables to monitor, especially during heavy rains. In this work, rain data collected every 15 minutes by telemetric stations belonging to the State Environmental Institute located in the Iguaçu-Sarapuí basin between 2008 and 2018 were used in order to evaluate the spatial variability of rainfall accumulators inside the basin. Through the treatment of gauge data and the quantitative analysis performed, it was found that the months between October and March had the highest monthly rainfall records. The individual analysis for each of the seven monitoring stations also showed rainfall variability between stations, characterizing the importance of local studies that aim to subsidize regional knowledge in hydrology, mainly for precipitation that presents high spatiotemporal variability.*

Keywords: Rainfall, monthly variability, Iguaçu-Sarapuí

1 Introdução

Desastres naturais podem ser caracterizados como o resultado da ocorrência de fenômenos naturais extremos e/ou intensos que ocasionam diversos impactos na sociedade, sendo distinguidos principalmente em função de sua origem. O aprimoramento contínuo de novas tecnologias que possam, de forma interdisciplinar, ser utilizadas como ferramentas para o monitoramento ambientais e defesas civis visando suprir as necessidades atuais da sociedade têm despertado de forma global um crescente

interesse da comunidade científica nas últimas décadas. Tal interesse emerge principalmente para a conservação do meio ambiente, principalmente considerando as possíveis alterações associadas às mudanças climáticas. Assim, medidas integradas visando à redução de danos causados por desastres naturais e segurança, assim como a saúde, da população se caracterizam como tema de grande relevância. (Tobin e Montz 1997).

Globalmente é observado um aumento da ocorrência de desastres naturais e os prejuízos econômicos associados. De acordo com a base de dados do Centro de Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (EM-DAT 2021), a acentuada tendência global de aumento do número de desastres passou de 50 registros por ano para 350 em 2008, tendo chegado a um máximo de 500 ocorrências em 2005. Segundo esta mesma fonte, os prejuízos estimados eram de aproximadamente 6 bilhões de dólares em 1965, passaram a 300 bilhões em 2011. Baseado nestes dados é indiscutível que os prejuízos econômicos decorrentes de desastres naturais são significativos e os esforços empregados na prevenção, como a modernização de técnicas e do uso das informações meteorológicas e do meio ambiente possibilitam a redução de perdas bilionárias na economia.

A chuva é a principal componente do ciclo hidrológico e a variável climática com maior variabilidade nas mais diversas escalas de tempo e de espaço (Tammets e Jaagus 2013). Os impactos associados a chuvas, como deslizamentos de terra e enchentes, em uma região urbana afetam diretamente aspectos socioeconômicos locais das populações envolvidas. De forma que o entendimento dessa variável é fundamental para ações de prevenção e mitigação de desastres naturais associados a sua ocorrência (Vissirini 2018).

A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí está localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro, sendo composta por sete municípios integralmente ou parcialmente inseridos em seus limites, a saber: Belford Roxo, Duque de Caxias, Nilópolis, Nova Iguaçu, São João de Meriti, e parte do bairro de Bangu, no município do Rio de Janeiro. Esta área urbana sofre constantemente com desastres naturais, sendo uma das regiões do estado em que mais pessoas são afetadas por deslizamentos e inundações (INEA 2014).

O estudo das precipitações de uma bacia hidrográfica é importante para diversas aplicações de engenharia. A obtenção de variáveis como precipitações máximas e mínimas e determinação de eventos extremos não tem apenas importância acadêmica, mas também prática, uma vez que pode servir como base para o dimensionamento de obras hidráulicas, tais como vertedores de barragens, canais, bueiros, bacias de detenção, dentre outras (Castellano 2016).

Dados de chuvas observados são obtidos a partir de estações pluviais de forma pontual. Assim, os estudos das chuvas em uma região envolve a relação da intensidade de um evento neste ponto com seu respectivo tempo de duração, de modo que quanto maior a intensidade em um menor tempo, maior será o impacto da chuva. Alguns estudos de precipitações relacionam a frequência de ocorrência de cada evento com sua intensidade (Dereczynski et al. 2017, Pristo et al. 2018), considerando que a magnitude de um

evento com grandes impactos é inversamente relacionada à sua frequência de ocorrência, uma vez que quanto mais intenso é o evento, menor é sua probabilidade de ocorrência (Naghettini e Pinto 2007). Inserido neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade espaço-temporal dos acumulados pluviométricos mensais, anuais e a ocorrência diárias da precipitação para as estações de monitoramento localizadas no interior da bacia do Iguaçu-Sarapuí.

2 Materiais e Métodos

A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí tem uma área de drenagem que mede 726 Km^2 , dos quais 168 Km^2 representam a sub-bacia do Sarapuí e 558 Km^2 a do Iguaçu. 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 (Campos, 2004). A bacia do rio Iguaçu-Sarapuí tem 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 (Instituto Baía de Guanabara – IBG, 2004). 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.

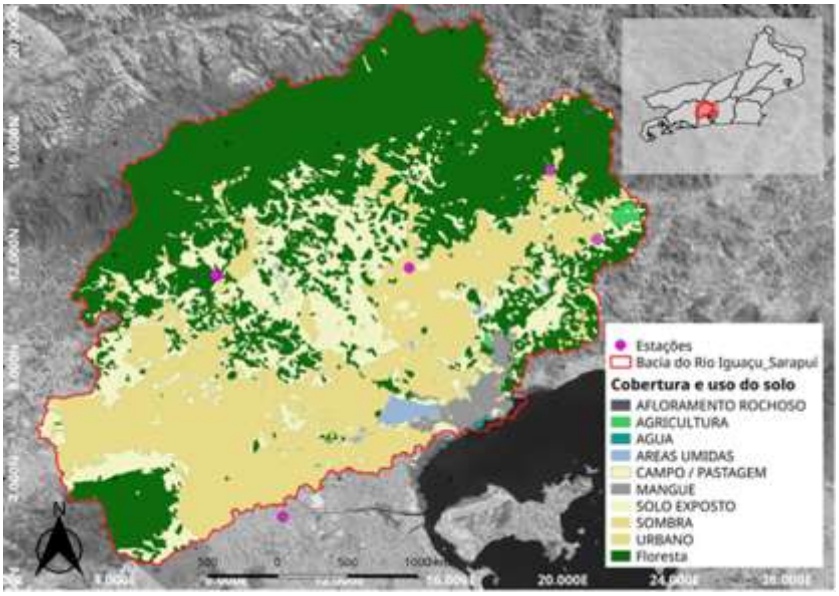

Figura 1- Cobertura e uso do solo da bacia hidrográfica do Iguaçu Sarapuí.

A análise pluviométrica foi realizada a partir dos dados de 7 estações meteorológicas operadas pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente (INEA) indicadas na Figura 1. As estações coletaram o

acumulado de precipitação a cada 15 minutos durante os anos de 2008 e 2018. Os indicadores utilizados são as médias mensais, percentuais de dias com chuva e máximas anuais. O primeiro item foi obtido calculando a média das chuvas acumulada mensalmente para cada mês considerando toda a série histórica da estação analisada. O segundo item registrará o percentual médio de dias sem chuvas para cada mês estudado. A máxima anual considera o maior valor registrado pela estação no ano correspondente. Todas as variáveis analisadas, bem como a manipulação dos dados serão realizadas através do software Microsoft Office Excel.

Na primeira etapa da análise de consistência, as séries históricas de precipitação retiradas do INEA, inicialmente coletadas a cada 15 minutos, foram convertidas para uma escala diária. Os dias que possuíam mais que 5% de falhas nesta fase foram descartados. Após essa limpeza inicial, as estações foram analisadas individualmente. As estações meteorológicas Catavento, Clube XV, GBM Nova Iguaçu e Raiz da Serra compreenderam 7 anos de dados interruptos, de 2008 à 2014, a estação Sta Cruz da Serra compreendeu 6 anos de dados interruptos, de 2008 à 2013, a estação Guadalupe compreendeu 5 anos de dados interruptos, de 2009 a 2013 e a estação Ponte de ferro Capivari compreendeu 5 anos de dados não interruptos, de 2008 à 2013, exceto 2011, pois foi um ano onde haviam muitas falhas.

3 Variabilidade mensal das chuvas e suas tendências na bacia do Iguaçu-Sarapuí

A Figura 2 mostra o resultado dos acumulados pluviométricos mensais para cada ano avaliado em cada uma das sete estações de monitoramento analisadas. Para todas as estações é possível observar maiores acumulados pluviométricos entre os meses de outubro a março que corresponde ao período chuvoso no sudeste do Brasil. Para cada estação individualmente pode-se também observar variações com relação aos acumulados pluviométricos. Para a estação Catavento, verificou-se que os meses mais chuvosos na estação Catavento foram janeiro, março, novembro e dezembro, com uma precipitação média acima de 180 mm, os menos chuvosos foram junho, julho e agosto, com uma precipitação média abaixo de 50 mm.

Na estação Clube XV os mais chuvosos foram janeiro, março e dezembro, com uma precipitação média acima de 150 mm, os menos chuvosos foram maio, junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 80 mm. Na estação GBM Nova Iguaçu os mais chuvosos foram janeiro e dezembro, com uma precipitação media acima de 270 mm, os menos chuvosos foram maio, junho, julho, agosto e setembro, com um precipitação media abaixo de 50 mm. A estação Guadalupe teve como meses mais chuvosos janeiro, fevereiro, março e dezembro, com uma precipitação média acima de 135 mm, os menos chuvosos foram junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 50 mm. Para estação Ponte de ferro Capivari, os meses mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro, com uma precipitação média acima de 200 mm. Os menos chuvosos foram junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 65 mm.

Na estação Raiz da serra os meses mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro, com uma precipitação média acima de 280 mm. Os menos chuvosos foram maio, junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 100 mm. Enquanto na estação Santa Cruz da Serra os mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro, com uma precipitação média acima de 240 mm. Os menos chuvosos foram maio, junho, julho, agosto e setembro, com uma precipitação média abaixo de 50 mm. Em alguns casos o mês de fevereiro teve uma precipitação menor do que nos meses de janeiro e março que é anterior e sucessor a ele.

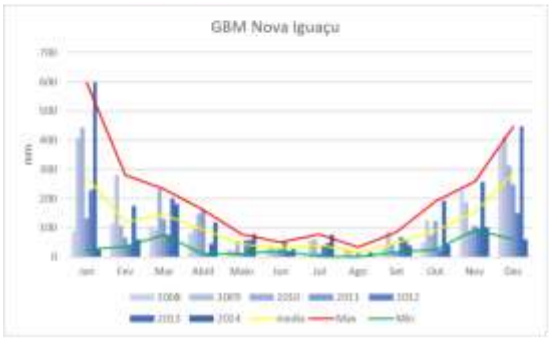

Figura 2 – Distribuição mensal e anual dos acumulados pluviométricos em cada uma das sete estações analisadas entre janeiro de 2008 e dezembro de 2013.

A Figura 3 mostra o resultado das possíveis tendências dos acumulados pluviométricos anuais para cada uma das sete estações de monitoramento analisadas. Antes da discussão dos resultados, ressalta-se que os mesmos podem apresentar um viés implícito devido ao curto período temporal avaliado. Através da Figura 3 pode-se observar que na estação Catavento os anos que mais choveram foram 2008 (1816,4 mm) e 2010 (1807,4 mm), o ano que menos choveu foi 2011 (1125 mm). Na estação Clube XV os anos que mais choveram foram 2013 (1513,2 mm) e 2009 (1442,3 mm), o ano que menos choveu foi 2014 (714,2 mm). Na estação GBM Nova Iguaçu os anos que mais choveram foram 2013 (2099,6 mm) e 2009 (1822,6 mm), o ano que menos choveu foi 2014(823,4 mm). Na estação Guadalupe o ano que mais choveu foi 2013 (1263,6 mm), o ano que menos choveu foi 2012 (666,8 mm); enquanto na estação Ponte de ferro Capivari os anos que tiveram as maiores e menores chuvas foram 2009 e 2012, com 1934,6 e 1183 mm, respectivamente.

Nas estações Raiz da serra e Santa Cruz da Serra o ano que mais choveu foi 2009, registrando precipitações anuais acumuladas de 2824,6 mm e 1485 mm, respectivamente. Entretanto, o ano menos chuvoso da série para estação Raiz da Serra foi 2014 (1344,4 mm); enquanto para estação Santa Cruz da Serra foi 2012 (989,2 mm). Exceto as estações Clube XV e Guadalupe, todas as estações apresentaram uma tendência para redução da precipitação anual no intervalo de dado analisado.

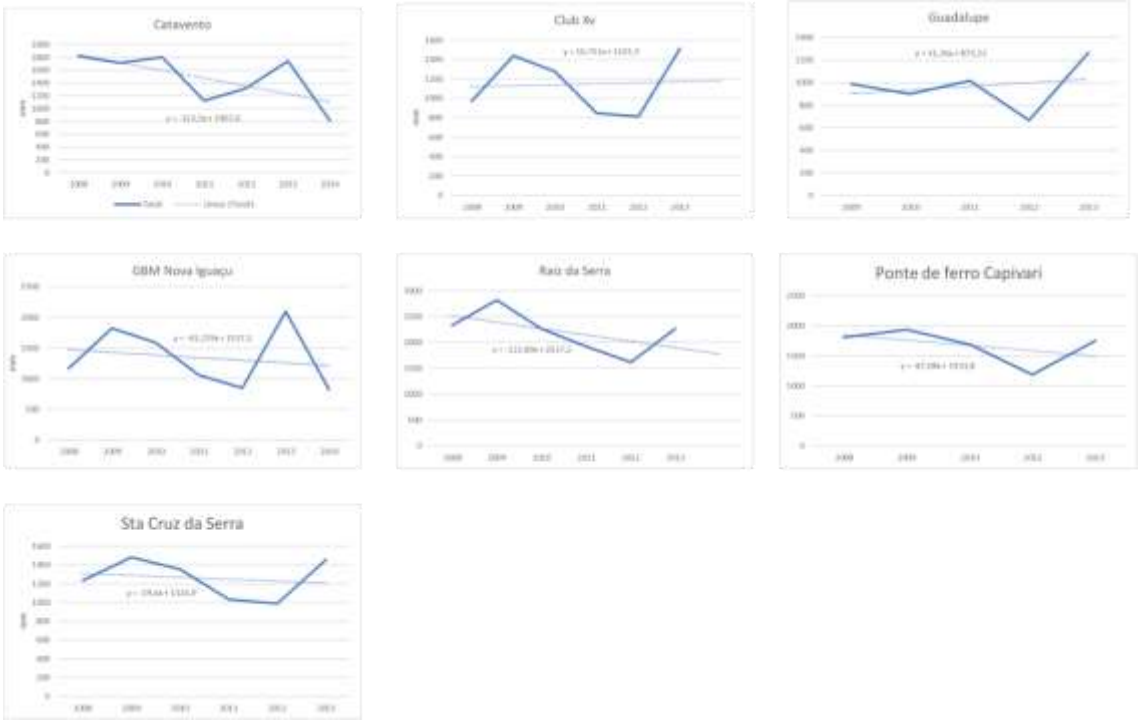

Figura 3 – Tendência anual da precipitação uma das sete estações analisadas entre 2008 e 2013.

4 Variabilidade diária da ocorrência da precipitação na bacia do Iguaçu-Sarapuí

A Figura 4 apresenta o percentual de dias com chuva de cada estação analisada. Na estação Catavento verificou-se que os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram maio e agosto de 2011 e outubro de 2014. Os meses que apresentaram mais dias com chuva foram janeiro, março, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 60% dos dias dos meses (novembro segue como o mês com mais dias com chuva), o ano com mais dias com chuva foi 2009, com 202 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2014, com 140 dias com chuva. Na estação Clube XV os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram fevereiro e julho de 2008, maio, junho, agosto e setembro de 2010, maio de 2011 e fevereiro e agosto de 2012. Os meses com mais dias com chuva foram março, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 50% dos dias dos meses (janeiro de 2013 foi o mês que mais choveu, cerca de 77,41% dos dias com chuva), os anos com mais dias com chuva foram 2009 e 2013, com 170 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2010, com 115 dias com chuva.

Para a estação GBM Nova Iguaçu observou-se que os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram agosto de 2010,2012,2013 e 2014, julho de 2008 e 2009 e janeiro de 2014. Os meses com mais dias com chuva foram janeiro, março, outubro, novembro e dezembro (dezembro segue como o mês com mais dias com chuva), o ano com mais dias com chuva foi 2008, com 174 dias com chuva e o ano com menos dias com chuva foi 2014, com 110 dias com chuva. Na estação Guadalupe os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram maio, julho e setembro de 2011, julho e agosto de 2012 e agosto de 2013. Os meses que apresentaram mais dias com chuva foram janeiro, março, outubro, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 40% dos dias dos meses(dezembro segue como o mês com mais dias com chuva). O ano com mais dias com chuva foi 2009, com 169 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2011, com 108 dias com chuva.

Na estação Ponte de Ferro Capivari os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram julho de 2008, agosto de 2010 e 2012 e fevereiro de 2012. Os meses que apresentaram mais dias com chuva foram janeiro, março, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 59% dos dias dos meses (janeiro segue como o mês com mais dias com chuva). O ano com mais dias com chuva foi 2009, com 195 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2012, com 150 dias com chuva. A estação Raiz da Serra os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram agosto de 2008, fevereiro de 2012 e dezembro de 2014. Os meses que registraram mais dias com chuva foram janeiro, março, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 64% dos dias dos meses (janeiro segue como o mês com mais dias com chuva). O ano com mais dias com

chuva foi 2009, com 223 dias com chuva, o ano com menos dias com chuva foi 2014, com 178 dias com chuva.

Na estação Santa Cruz da Serra os meses que apresentaram menos de 20% dos dias com chuva foram maio de 2009, agosto de 2010, 2012 e 2013 e janeiro, maio e julho de 2011. Os meses que registraram mais dias com chuva foram janeiro, março, outubro, novembro e dezembro, todos com uma média de dias com chuva acima de 50% dos dias dos meses (dezembro segue como o mês com a maior média de dias com chuvas). O ano com mais dias com chuva foi 2009, com 176 dias com chuva e o ano com menos dias com chuva foi 2011, com 144 dias com chuva.

Figura 4 – Percentual de dias com chuvas para cada estação entre janeiro de 2008 e dezembro de 2013.

Em algumas estações, fevereiro registrou bem menos dias com chuva do que janeiro e março que são anterior e sucessor a ele. Comparando com meses que possuem o mesmo número de dias com chuva em diferentes anos na mesma estação, é possível identificar um aumento no acumulado das chuvas diárias. Como é o caso da estação Catavento, em que o mês de janeiro de 2009 choveu 242,8 mm, enquanto em janeiro de 2013 choveu 523,8 mm. Essa diferença de 281 mm indica um aumento na

intensidade de chuvas diárias, uma vez que ambos os meses tiveram um percentual semelhante de dias com chuva. Casos semelhantes ocorrem nos meses de janeiro dos anos 2009 e 2013 nas estações Clube XV, GBM Nova Iguaçu, Guadalupe, Ponte de Ferro Capivari e Raiz da serra, apontando um incremento nas precipitações da bacia do rio Iguaçu-Sarapuí no ano de 2013.

5 Conclusões

A chuva é a principal componente do ciclo hidrológico e a variável climática com maior variabilidade espaço-temporal. Os impactos associados a chuvas, como deslizamentos de terra e enchentes, em uma região urbana afetam diretamente aspectos socioeconômicos locais das populações envolvidas. O aprimoramento contínuo de novas tecnologias que possam, de forma interdisciplinar, ser utilizadas como ferramentas para o monitoramento ambientais e defesas civis visando suprir as necessidades atuais da sociedade têm despertado de forma global um crescente interesse da comunidade científica nas últimas décadas. Assim, medidas integradas visando à redução de danos causados por desastres naturais e segurança, assim como a saúde, da população se caracterizam como tema de grande relevância.

Através dos resultados obtidos verificou-se que os meses compreendidos entre outubro e março apresentaram os maiores registros pluviométricos mensais. A análise individual para cada uma das sete estações de monitoramento mostrou também variabilidade pluviométrica entre as estações caracterizando a importância de estudos locais que visem subsidiar conhecimentos regionais em hidrologia, principalmente para a precipitação que apresenta alta variabilidade espaço-temporal. A Figura 2 mostra o resultado dos acumulados pluviométricos mensais para cada ano avaliado em cada uma das sete estações de monitoramento analisadas. Para a estação Catavento, verificou-se que os meses mais chuvosos na estação Catavento foram janeiro, março, novembro e dezembro. Na estação Clube XV os mais chuvosos foram janeiro, março e dezembro. Cenário similar foi observado na estação GBM Nova Iguaçu com os meses mais chuvosos sendo janeiro e dezembro. A estação Guadalupe apresentou os meses mais chuvosos janeiro, fevereiro, março e dezembro. Para estação Ponte de Ferro Capivari, os meses mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro. Na estação Raiz da serra os meses mais chuvosos foram janeiro, março, novembro e dezembro. Por fim, na estação Santa Cruz da Serra foi possível observar que os mais chuvosos ocorreram em janeiro, março, novembro e dezembro.

6 Referências Bibliográficas

Campos FBL (2004) Gestão de bacias hidrográficas urbanas – Estudo de caso da Bacia Hidrográfica do rio Iguaçu – Sarapuí – Rio de Janeiro. Dissertação de mestrado, UFRJ

Castellano MC (2016). Extremos de chuva na região metropolitana de Campinas (SP): impactos, análise socioeconômica e políticas públicas. Tese de Doutorado - Universidade de Campinas

Dereczynski CP, Calado RN, Barros AB (2017) Chuvas extremas no Município do Rio de Janeiro: Histórico a partir do século XIX. Anuário do Instituto de Geociências, v. 40, n. 2, p. 17–30, 2017

EM-DAT (2021) Emergency Events Database. The OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível em:<http://www.em-dat.net/>. Acesso em 10/01/2021

Instituto Estadual do Ambiente – INEA (2014) Plano Estadual de Recursos Hídricos 2014: Relatório Síntese. Fundação COPPETEC

Pristo MVJ, Dereczynski CP, Souza PD e Menezes WF (2018) Climatologia de chuvas intensas no Município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Meteorologia, 33(4):615–630

Naghettini M, Pinto JA (2007) Hidrologia estatística. Ed. Belo horizonte: CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – superintendência regional de belo horizonte, 2007.

Tammets T, Jaagus J (2013) Climatology of precipitation extremes in Estonia using the method of moving precipitation totals. Theoretical and Applied climatology 111(3-4): 623-639

Tobin GA, Montz BE (1997) Natural hazards: explanation and integration. New York: The Guilford Press

Vissirini FSB (2018) Redução do Risco de Desastres Hidrológicos: Aperfeiçoamento do Sistema de Alerta na bacia do rio Capivari, RJ. Dissertação de Mestrado, UERJ

Reciclagem de garrafas pet para produção de tijolos ecológicos na construção civil como uma proposta sustentável

Andreza Rocha Da Silva[1]; Cristian Pimentel De Souza[1]; Cassia Maria Soares De Paulo Da Silva[2]; Gisele Dornelles Pires[2]; Carlos Eduardo Moreira Guarido[2]; Ronaldo Paulucci De Assis[2]

[1] Aluno do Programa de Iniciação Cientifica Graduação Engenharia Civil- Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu –RJ

[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

[3]cassiadepaulo@hotmail.com, [3]carlosguarido@globo.com, [4]eng.gisele.pires@gmail.com, [6]ronalassis@gmail.com

Resumo - *O polímero de PET (Politereftalato de Etileno) é um poliéster, um dos plásticos mais reciclados em todo o mundo, devido a sua extensa gama de aplicações. A reutilização deste material, reduz significativamente o impacto ambiental causado no seu despejo, tais como a redução considerável do volume de lixo nos aterros, facilitando a degradação dos produtos orgânicos; a geração alternativa de renda e emprego; a economia de energia na produção e da quantidade do produto; e a redução do preço de venda, favorecendo o mercado consumidor. As garrafas PET faz parte do cotidiano dos consumidores, resultando num aumento da quantidade e diversidade dos resíduos urbanos. Um dos aspectos ambientais mais destacados nos últimos tempos é a questão da reciclagem e a busca de novas tecnologias para se implantar no mercado da construção civil. Entre as vantagens da reciclagem de garrafas PET para a produção de tijolos ecológicos na construção civil, estão a agilidade de possibilidade de construção mais leves e isolamento térmico – cinco vezes maior que o convencional. Esse projeto é uma alternativa de reutilização de garrafas de politereftalato de etileno (PET), testando o uso de grânulos de garrafa PET na fabricação de blocos de concreto prensado, consideradas as características geométricas, os índices físicos e características mecânicas, tais como, condutividade térmica e resistência à tração e compressão. Possibilitando a produção de edificações residenciais de baixo custo, além de ter uma importância socioambiental, visando melhorar a qualidade de vida de milhares de brasileiros.*

Palavras-Chave: Garrafas PET, Tijolos alternativos, Construção Civil

Abstract - *PET (Polyethylene Terephthalate) polymer is a polyester, one of the most recycled plastics in the world, due to its wide range of applications. The reuse of this material significantly reduces the environmental impact caused by its dumping, such as the considerable reduction in the volume of waste in landfills, facilitating the degradation of organic products; the alternative generation of income and employment; energy savings in production and product quantity; and the reduction in the sale price, favoring the consumer market. PET bottles are part of consumers' daily lives, resulting in an increase in the quantity and diversity of urban waste. One of the most prominent environmental aspects in recent times is the issue of recycling and the search for new technologies to be implanted in the civil construction market. Among the advantages of recycling PET bottles to produce ecological bricks in civil construction, are the agility in the possibility of lighter construction and thermal insulation - five times greater than conventional. This project is an alternative for reusing polyethylene terephthalate (PET) bottles, testing the use of PET bottle granules in the manufacture of pressed concrete blocks, considering the geometric characteristics, the physical indexes, and mechanical characteristics, such as thermal conductivity and tensile and compressive strength. enabling the production of low-cost residential buildings, in addition to being of socio-environmental importance, aiming to improve the quality of life of thousands of Brazilians.*

Keywords: PET bottles, alternative bricks, civil construction

1 Introdução

PET é a sigla utilizada para Polietileno Tereftalato**.** Um polímero termoplástico desenvolvido por dois químicos britânicos, John Rex Whinfield e James Tennant Dickson, em 1941. Ele é utilizado, principalmente, na forma de fibras para a indústria têxtil e de embalagens para bebidas. Dentro da categoria dos poliésteres, o PET (Polietileno Tereftalato) tem origem na polimerização por condensação entre o etilenoglicol (1,2-etanodiol) e o ácido tereftálico (ácido p-benzenodioico); (Richard J, 2002). Patenteado no mesmo ano de 1941 por trabalhadores da Calico Printers' Association, na cidade de Manchester, na Inglaterra, foi utilizado pela primeira vez para fins de tecelagem na empresa americana DuPont, no início da década de 1950. Foi apenas no início da década de 1970 que o composto químico começou a ser utilizado na fabricação de embalagens, após cuidadosa revisão dos aspectos de segurança e meio ambiente. Mais tarde, na década de 1990, o governo dos Estados Unidos autorizou o uso deste material reciclado para a produção de embalagens para alimentos. (AEDB,2021)

O ácido tereftálico ou ácido 1,4-benzoldicarboxílico é o composto orgânico com a fórmula $C_6H_4(COOH)_2$ (ou $C_8H_6O_4$). É formalmente conhecido segundo a IUPAC- International Union of Pure and Aplied Chemistry , como *para*-dicarboxil benzeno. É um dos três ácidos ftálicos isoméricos. Ele é comercialmente conhecido por seu acrônimo em inglês, PTA (***p****urified* ***t****erephthalic* ***a****cid*). Este sólido incolor tem seu principal uso como precursor na formação do polímero poliéster PET, em combinação com o etilenoglicol, utilizado na produção de vestuário e garrafas plásticas. Vários milhões de toneladas são produzidas anualmente. (AEDB,2021).

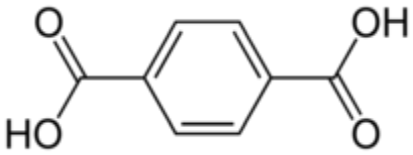

Figura 1 – Ácido tereftálico ou ácido 1,4-benzoldicarboxílico

O pet é um tipo de poliéster amplamente utilizado para a fabricação de engarrafados porque, na década de 1970, surgiu a necessidade da produção de garrafas maiores, de peso leve e inquebráveis para armazenar bebidas gaseificadas. As características do PET estão relacionadas com sua transparência e resistência ao desgaste e à corrosão. Possui acabamento de alta resistência e suave, o que explica sua ampla utilização em garrafas de água mineral, refrigerantes, sucos, óleos comestíveis, produtos farmacêuticos etc. O material possui ainda baixa absorção de água e boa resistência às forças de tração –

sua resistência é similar à do filme de alumínio. O poliéster é geralmente transparente e sua resistência à tração pode atingir de 1/3 à metade da do aço, se for processado por desenho orientado (AEDB,2021)

Com o uso em grande escala das garrafas PET, principalmente a partir da década de 1990, um problema ambiental sério surgiu: muitas destas garrafas eram descartadas de forma incorreta e acabavam parando em terrenos, rios, esgotos, mares e matas. Só que este material pode demorar até 800 anos para se decompuser (daí a importância de sua coleta e reciclagem). Alguma pessoa para se livrarem do volume das garrafas, podem pensar em queimar o material. Quando o PET é queimado, apresenta uma chama de cor amarelada que pode explodir durante a queima. Mas, além de ser muito inflamável, o material libera toxinas e gases como monóxido e dióxido de carbono, acetaldeído, benzoato de vinila e ácido benzoico na atmosfera, contribuindo para a poluição do ar e, consequentemente, com o efeito estufa. (AEDB,2021)

Além disso, o plástico em geral – incluindo o PET – é o poluente mais comumente encontrado nos oceanos. Em alguns sistemas de correntes marinhas rotativas, a quantidade de plástico encontrada é tão grande que os pesquisadores dizem que ele já se tornou parte do oceano. Além de tudo isso, ela preserva recursos naturais utilizados para criar o plástico – principalmente o petróleo. (AEDB,2021)

De acordo com a Abipet- Associação Brasileira da Indústria do PET , a indústria recicladora do PET no Brasil é economicamente viável, sustentável e funcional. Seu crescimento anual constante – em média superior a 11% desde 2000 – permite planejar novos investimentos, que são incrementados e incentivados pela criação de novos usos para o PET reciclado (AEDB 2021).

A reutilização do polímero de PET (Politereftalato de Etileno) um dos plásticos mais reciclados em todo o mundo, devido a sua extensa gama de aplicações, tais como: fibras têxteis, tapetes, carpetes, não-tecidos, embalagens, filmes, fitas, cordas, compostos etc., reduz significativamente o impacto ambiental causado no seu despejo devido sua degradação ser muito difícil levando décadas ou mesmo séculos (Gorni 2004).

Segundo Ashby (2003), polímeros são materiais com média ou baixa reciclabilidade, basicamente, porque o custo de sua recuperação geralmente é superior ao da obtenção da matéria-prima virgem. O PET proporciona alta resistência mecânica (impacto) e química, além de ter excelente barreira para gases e odores. (Abepro 2007). Segundo Aragon e Ghiraldello (2014), na segunda metade do século XX e início deste século, na construção civil alguns dos materiais convencionais utilizados foram progressivamente sendo substituídos por materiais poliméricos que são os plásticos e borrachas.

Realmente, desde as instalações hidráulicas e elétricas até ao acabamento de uma obra como em revestimentos de pavimentos e caixilharias, o plástico tem se revelado como elemento fundamental para o setor de construção civil. Às vezes nem sempre aparente, como no caso das tubulações, que se escondem atrás das paredes e em certos casos disfarçados como em pisos ou telhas que imitam peças de cerâmica, o plástico vem aumentando a cada ano a sua importância e peso. Segundo Santana, Carvalho e Faria (2013), os tijolos ecológicos constituem uma alternativa para a sustentabilidade e conservação do meio ambiente,

pois desenvolve práticas que colaboram com o meio ambiente como a não queima de biomassa e o reaproveitamento de entulhos.

A reciclagem da garrafa PET abrange os três pilares do desenvolvimento sustentável: benefícios sociais, benefícios econômicos e benefícios ambientais.

2 Metodologia

Este trabalho apresenta o estudo de viabilidade desenvolvido com o intuito de testar o uso de grânulos de garrafa PET para a fabricação de blocos de concreto. Foram consideradas as características geométricas, os índices físicos e características mecânicas, tais como, condutividade térmica e resistência à tração e compressão para análise em trabalhos futuros.

2.1 coletas de material base

Para desenvolvimento do projeto, foram coletadas as embalagens PET em residências, nas ruas e cooperativas da cidade. (Figura 1)

Figura 2 – *Pets coletados*

2.2 Preparado do material

As embalagens, após a coleta, foram lavadas em água corrente e secas por 12 horas ao ar livre. A partir da matéria-prima totalmente seca, procedeu-se com o corte das garrafas de PET(Figura 3 e 4).

Figura 3 – *Pets picotados*

Figura 4 – *Forma de corte da garrafa Pet*

2.3 Preparação de massa base para agregação do material

Para a confecção do tijolo, foi utilizado o cimento do tipo Portland - CP II -32, pó de pedra britada e água na dosagem (1; 5; 1). A confecção dos blocos testes, ou blocos pilotos, teve como objetivo avaliar as possíveis falhas e dificuldades para execução do experimento. Paras moldagens dos blocos utilizamos formas de madeira para fabricação dos blocos. A compactação da mistura foi realizada manualmente tentando minimizar efeitos de variação da energia de compactação utilizada. Foram confeccionados 03 blocos para os testes com cura de 7, 14 e 21 dias. Os blocos foram fabricados com os agregados nas seguintes proporções:

Agregado “A” - 60% de areia + 40% de PET

Agregado “B” – 50% de areia + 50% de PET

Agregado “C” – 40% de areia + 60% de PET

A mistura entre o agregado e cimento deve ser seca e deve estar homogênea, além de possuir uma só coloração. Em seguida, foi adicionado água aos poucos até ficar com a umidade ideal de moldagem. Quanto mais homogênea e uniforme estiver a mistura, maior será o ganho na resistência, criando assim uma relação logarítmica entre a uniformidade da mistura e a resistência mecânica (Figura 4).

Figura 4 – Mistura Homogênea do Agregado “A” - 60% de areia + 40% de PET

2.4 modelagem do tijolos

Cumpridas as etapas anteriores, a mistura foi levada para a modelagem dos tijolos, nas formas de madeira como demonstrado nas Figuras 5 e 6.

Nessa etapa, não se deve ultrapassar o tempo máximo de uma hora, pois o tempo de “pega” do cimento é prejudicado. A etapa final seria a realização dos testes de resistências, consideradas as características geométricas, os índices físicos e características mecânicas, tais como, condutividade térmica e resistência à tração e compressão.

Figura 6- Disposição na forma de madeira do Agregado "B" -50% de areia + 50% de PET

Figura 7- Mistura do Agregado "C" – 40% de areia + 60% de PET inserida na forma de madeira

Após a retirada das misturas das formas obteve-se os seguintes modelos de tijolos representados nas figuras 7, 8 e 9.

Figura 8- Mistura do Agregtado (esquerda), Mistura do Agregado (centro) e Mistura do Agregado C (direita).

3 Resultados

Comprovar que a adição do PET na composição de um bloco de concreto traz benefícios à construção civil e ao meio ambiente e apresenta uma viabilidade técnica e comercial, com resultados aceitáveis de resistência tem o potencial de trazer um grande avanço não só na construção civil, como também na destinação correta das garrafas pets e uma significativa contribuição para a sociedade, na medida em que irá auxiliar no incremento dos índices de reciclagem desse material, bem como possibilitará a produção de edificações residenciais de baixo custo.

As vantagens do tijolo plástico em relação ao tijolo comum foram analisadas primeiramente durante a compactação da mistura realizada manualmente pela aluna bolsista e o aluno voluntário. Verificou-se a facilidade em picotar, mesmo com tesoura, as garrafas pets. Os 3 blocos foram confeccionados com misturas de agregados A, B e C em diferentes proporções mostradas em forma de madeira no tamanho de 16 cm x 12 cm para os testes com cura de 7, 14 e 21 dias. Observaram-se os diferentes aspectos dos tijolos de acordo com o percentual de agregados nas misturas. Devido a Covid 19, a etapa seguinte dos testes de carga de resistência final foi comprometida, por causa das regras sanitárias de acesso a Universidade devido ao Covid 19. Mas pretende-se utilizar esses dados observados nos testes e protótipos de aplicações como desdobramento de trabalhos futuros.

4 Conclusão

Incentivar a pesquisa e a prática da investigação cientifica e a relação teoria-prática pelas vantagens da reciclagem com o intuito de testar o uso de grânulos de garrafa PET para a fabricação de blocos de concreto prensado foi um dos objetivos propostos nessa pesquisa. De acordo com os modelos obtidos, concluiu-se que a utilização de garrafas PET, para a produção de tijolos plásticos, é extremamente viável e ecologicamente correto. Um dos temas ambientais mais destacados na agenda de discussão sobre o meio ambiente refere-se aos resíduos sólidos, sobretudo nos grandes centros urbanos. Diferentes estudos e publicações cientificas tem enfocado variados fenômenos relacionados a geração, coleta, disposição e reciclagem do lixo urbano (Berthier 2003, Pieters 1991). Segundo Zanin e Mancini (2005), listam 28 universidades e centros de pesquisa brasileiros, com forte concentração na região Sudeste, que desenvolvem investigações relacionadas a reciclagem e reutilização de resíduos, sobretudo com o foco no desenvolvimento tecnológico. Outra parcela relevante das pesquisas desenvolvidas no ambiente acadêmico analisa políticas públicas de tratamento dos resíduos e dos atores envolvidos no equacionamento do problema (Amadeu *et al*. 2005, Grimber e Blauth 1998). Em grandes quantidades, esse tipo de tijolo de pet será mais fácil e rápido de se confeccionar que o tijolo comum e ainda apresentará maior resistência às ações do tempo, pois, sabe-se que o PET é um material de difícil decomposição.

5 Agradecimentos

A Coordenação de Pesquisa da Universidade Iguaçu pela oportunidade desta pesquisa, através do Programa de Iniciação Cientifica, ao incentivo da Coordenação de engenharia Civil, ao Grupo Engenharia e sociedade UNIG/CNPQ e a Auxiliar de laboratório da FACET- Bloco M - Patrícia Peixoto Tavares da Silva por todo apoio durante a restrição de acesso ao laboratório devido ao isolamento social.

6 Referências Bibliográficas

AEBD (2021) Pensamento Verde; Ministério do Meio Ambiente; Sua Pesquisa; Reciclagem no Meio Ambiente; The Guardian e E-Cycle . <https://www.reciclasampa.com.br/artigo/tudo-que-nunca-te-contaram-sobre-reciclagem de garrafa pet>. Acessado em 11 de janeiro de 2021.

ABEPRO (2019) A embalagem PET e a reciclagem. Disponivel em:http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR680488_9965.pdf> Acesso em 12 abr. 2019.

Amadeu FB, Saran GM, Lorenzo HC, Castro MC, Fonseca AS (2005) Políticas públicas e resíduos na "Região Araraquara - São Carlos". ENCONTRO NACIONAL DE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE. In: Anais do EBAPE/FGV; EAESP/FGV; FEA/ USP, 2005

Aragon AT, Ghiraldello L (2014) Produtos a base de polietileno (PET) na construção civil: um estudo diagnóstico no município de Poços de Caldas. Poços de Caldas/MG: Gestão e Conhecimento, edição 2014.

Ashby M (2019) Material Selection Charts. Disponível em http://wwwmaterials.eng.cam.ac.ukmpsite/interactive_charts. Acesso em 19 abr. 2019.

Berthierr HC (2003) Garbage, workandsociety. Resources, ConservationandRecycling.39: 193-210

Gorni AA (2004) Aproveitamento de plástico pós-consumo na forma de combustível para alto-fornos e coqueiros. PlastShow 2004, Aranda Eventos, Sao Paulo SP, 27 a 29 de Abril de 2004.

Richard J S (2002) Terephthalic Acid, Dimethyl Terephthalate, and Isophthalic Acid rm Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Wiley-VCH, Weinheim

Santana JES. Carvalho ACX, Faria APG (2013) Tijolo Ecológico versus Tijolo Comum: benefícios ambientais e economia de energia durante o processo de queima. Salvador/BA: Anais do IV. Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental

Zanin M, Mancin SD (2004) Resíduos Plásticos e reciclagem: aspectos gerais e tecnologia. São Carlos: Edusfcar

Software Educativo de Seleção de Materiais pelo Método ASHBY

Elias Coutinho Vieira da Silva[1]; Millena Lorranie de Souza[1]; Lucas de Mendonça Neuba[2]; Jorge João Ferreira de Souza Junior[3]

[1]Discente do Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu- UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134- Jardim Nova Era, 2627-5580, Nova Iguaçu- RJ, Brasil;

[2]Engenheiro Mecânico, Mestre em Ciência dos Materiais pelo MEMAT UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda- UniFOA, Av. Paulo Erlei Alvrd Abrantes, 1325- Três Poços, 2246-0560, Volta Rendonda – RJ, Brasil

[3]Docente do Curso de Engenharia Mecânica, Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu-UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134- Jardim Nova Era, 2627-5580, Nova Iguaçu- RJ, Brasil;

eliascoutinho1208@gmail.com, millenalorranie@hotmail.com, lucasmneuba@gmail.com, juniorjjfs@gmail.com

Resumo - *Este trabalho tem como objetivo realizar uma introdução ao mundo da seleção de materiais possibilitando a elaboração de projetos na área da engenharia, por meio de um plano itinerário, que tem foco na apresentação dos materiais definindo seus tipos, suas estruturas cristalinas e microscópicas, seus defeitos existentes e abordando de uma forma geral as principais ligas e materiais importantes que sempre devem ser levados em consideração no projeto. Após isto é tratado sobre como é realizado, de modo teórico, a seleção de materiais, quais os fatores que as influenciam, como tal as especificações e os critérios a serem considerados. Posteriormente é explanado como funciona a seleção de materiais, estudo baseado na metodologia de Ashby, isto pela sua característica do uso de uma das técnicas de índice de mérito para análise das condições estipuladas pelo projeto, uma das técnicas mais utilizadas na área da engenharia. Após isto foi sintetizado o método de Ashby por meio de um software computacional voltado para educação e que contém interface simples para o usuário, para tal foi escolhido o PHP (Personal Home Page) que permite a reprodução de circunstâncias que demonstram como é realizado a seleção de materiais e por sua característica de fácil manutenção.*

Palavras-chave: Métodos, Ashby, Seleção de materiais.

Abstract - *The objective of this work is to introduce the world of material selection for the elaboration of an engineering project through a script that focuses on the presentation of materials describing their types and their various characteristics that are always taken in a project number. From your point of view, your design, your theoretical mode, your selection of materials, your factors that influence, as well as your criteria such as technical standards and specifications. This study was developed in the methodology of Ashby, since it is one of the merit index techniques for the evaluation of the conditions estimated by the project and applied in the engineering area. In the price per person, based on a full research, which made it possible to reproduce some situations that exemplify how a SM was made, demonstrating that the Method is useful within the available one. Ashby's method was synthesized by means of a computer software containing a simple user interface, the PHP (Personal Home Page) was chosen allowing the reproduction of circumstances that demonstrate how material selection is performed.*

Keywords: Methods, Ashby, Program, Material Selection.

1 Introdução

Cada material existente na atualidade possui diferentes características e propriedades particulares as quais definem seus fatores de qualidade, segurança, custo, entre outros para o projeto

mecânico. As diretrizes que formam o processo de projetar são as que constroem os projetos mecânicos. Esses passos são trabalhados em paralelo a seleção de materiais até que em determinado momento acontece uma fusão onde é analisado o desempenho do material em sua primeira tentativa no projeto(Ashby, 2007). É necessário que o engenheiro projetista tenha dados embasados nas normas e as ferramentas de projetos junto ao seu conhecimento adquirido durante o tempo para que o resultado final seja o esperado, isto além dos conhecimentos avançados sobre os materiais, conhecimentos referentes a fabricação dos materiais para determinados projetos, suas formas, funções e processos.(Scheleski, 2015)

O método de Ashby vem se mostrando uma metodologia adequada para estas demandas utilizadas a fim de identificar as propriedades que deverão ser utilizadas no projeto, podendo ser selecionadas através da mudança de relações químicas ou o padrão do material, podendo ainda ser adicionados ou removidos os elementos como liga em geral ou elementos químicos, selecionando assim todos os materiais envolvidos no projeto desde a fabricação até o acabamento. Sendo assim, na Seleção de Materiais (SM) é escolhido o material de acordo com as necessidades do projeto, avaliando as vantagens e desvantagens do material para a aplicação referente. Neste trabalho serão utilizadas todas as famílias de matérias. (Forcellini, 2006)

Segundo Collins (2005) é necessário seguir alguns passos para selecionar os materiais candidatos a determinada aplicação, estes são: (1) analisar os requisitos dos materiais a serem aplicados; (2) elaborar uma listagem com os materiais adequados, com uma avaliação pertinente de desempenho, ordenando os materiais do melhor para o piot qualificado; (3) combinar os critérios na listagem a fim de encontrar os melhores materiais para o projeto proposto, de acordo com as exigências definidas pela aplicação. O projeto deverá ser realizado segundo as normas e atender as exigências técnicas, a fim de prever possíveis falhas. O projetista deverá garantir a segurança e confiabilidade do projeto durante a vida útil, tanto quanto sua capacidade de competir no mercado (Garcia, 2000)

Além disso Ashby (2012) afirma que as propriedades de materiais limitam o desempenho. Ashby lembra que o desempenho do produto não depende apenas de uma propriedade, por isso é importante que sejam determinadas as combinações de variações, assim filtra-se o material até chegar ao resultado desejado. Por isto Ashby criou diversos handbooks com o interesse em agrupar o maior número de informações possíveis de forma compacta. (Ashby, 2012)

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma ferramenta voltada para área da educação, seu fundamento é a aplicação de metodologias para selecionar os materiais em projetos na área da engenharia, para isto foi utilizado como base a metodologia de Ashby (2012) na criação de um software educativo que possibilita a seleção de materiais em conjunto com seu manual facilitada pela operação do software.

2 Materiais e Métodos

Para criar a arquitetura geral do programa que irá prover os resultados desejados como o produto

final. Sendo assim, a primeira etapa do projeto consistiu realizar um levantamento das informações gerais de alguns materiais para a primeira versão do programa, através de um estudo bibliográfico utilizando as principais características e propriedades mecânicas, físicas, químicas e agrupando os materiais nas classes propostas por Ashby e em ordem alfabética. Posteriormente foi feito a escolha de todas as propriedades necessárias e disponíveis de cada material, para que o programa possibilite a melhor seleção, incluindo um vasto tipo de combinações de características e propriedades. A síntese de todas as características e propriedades utilizadas na versão beta do projeto, tendo o sistema internacional de unidades (SI) como padrão para a maioria. Como etapa seguinte no levantamento dos dados, foi necessário relacionar as propriedades escolhidas com algum outro índice de avaliação, possibilitando a inserção de outras características requeridas pelo material para determinado projeto ou aplicação. Desta forma buscaram-se informações como processabilidade e durabilidade, das quais abrangeram o grau de empregabilidade do material dentro de suas possibilidades.

Assim, em seguida elaborou-se a seleção dos textos explicativos localizados nas páginas do programa para auxiliar os usuários com dicas e sugestões de preenchimento. Foi necessário a criação de textos curtos e diretos para que o usuário conseguisse interpreta-los ao operar o programa, como exemplo a lista de dicas no topo da tela "CADASTRAR NOVO MATERIAL" e as legendas da tabela de materiais localizadas na tela "LISTA DE MATERIAIS". Também foram inseridos as escalas de valores ou textos qualitativos nas "caixas suspensas" como opções de preenchimento do programa. Além disso, realizou-se a escolha dos materiais que foram considerados modelo para serem cadastrados no banco de dados piloto do programa. Todos os materiais utilizados são da classe dos metais, porém estão misturados entre metais ferrosos, não ferrosos e ligas.

Devido a necessidade do programa em permanecer on-line em um servidor, consultar e armazenar informações em uma biblioteca de dados, fazer busca de informações on-line, entre outras finalidades. Optou-se por utilizar as seguintes ferramentas que se sintetizam todos os seus objetivos finais, das quais são: PHP, MySQL, Bootstrap que possui algumas funções internas do jQuery, tornando seu uso de certa forma integrado. O PHP, é uma linguagem de programação server-side scripts, ou seja, programação executada no servidor, como acontece nas aplicações para web. Assim o código escrito em PHP é executado pelo servidor e então os resultados exibidos pelo navegador em formato HTML de forma com que o usuário tenha uma fácil interação, como vimos em textos nas páginas da web. Para este programa, criaram-se diversos códigos, separados em arquivos, híbridos em PHP e em HTML, formando assim o esqueleto das páginas de interação usuário / programa de seleção.

A integração entre PHP e o MySQL foi implementada visando uma programação básica com aplicação geral na construção de banco de dados pelo usuário do programa, ou seja, sua estrutura de códigos permite ao usuário a ampliação do programa com a simples inserção e atualização de materiais e suas propriedades. A maior parte do acesso e gerenciamento do banco de dados, como criação e remoção de base de dados e tabelas, inserção e execução de códigos SQL, manipulações, etc., foi realizado através das funcionalidades da aplicação phpMyAdmin. Seu uso facilita e automatiza a criação desses bancos de dados e códigos SQL, tornando-o uma ferramenta simples e popular. Para demais funções simples, o

mesmo foi feito através de linhas de códigos escritas no próprio script PHP. A figura 1 exemplifica um modelo de programação em PHP para um dos códigos elaborados no programa.

```
<? //include "protect.php"; ?>
<? include "config.db.php"; ?>
<? include "header.php"; ?>
<br>
<? //include "painel.php"; ?>
<br>

<form method="POST" action="envia_cadastro_material.php">

<? include ("campos_inclui_material.php"); ?>
<br><br><br>
<div class="box col-md-12"><input type="submit" value="Cadastrar" class="btn btn-info"></div>

</form>
</table>
 </table>
<? include "rodape.php"; ?>
```

Figura 1 - Modelo de programação PHP para criação da etapa denominada "cadastra_material".

Para armazenamento e acesso de todas essas informações, foi utilizado o servidor Apache, responsável por transmitir os códigos compilados no servidor para o navegador do usuário. Optou-se pela utilização do servidor Apache por ser considerado de excelente desempenho, segurança e compatibilidade com diversas outras plataformas e todos os seus recursos, além de ser livre e gratuito. A ferramenta Bootstrap, foi utilizada para organizar melhor a estrutura visual como os componentes da página, além de usar recursos que ajustam a exibição do programa criado em qualquer tela de dispositivos móveis ou em PC e compatível com todos os sistemas operacionais. Basicamente o Bootstrap é um *framework* que fornece um conjunto de ferramentas para projetos web de forma fácil, produtiva e padronizada, organizando os elementos da página web de forma elegante e agradável. Sua aplicação que pode ser associada ao quer, significa a utilização da linguagem Java para criação de elementos na página web que a deixa mais dinâmica, animada ou personalizada conforme a vontade do desenvolvedor.

Todo o programa foi construído em ambiente Linux. O pop é compilado no mesmo ambiente de execução, sendo essa parte obrigatória após a compilação, de modo que não é gerado um executável isolado. Se o pop estiver instalado, o servidor web compila seus scripts e envia em formato hm para o navegador do usuário, permitindo seu uso como nas páginas da web em que acessamos diariamente. Para a nossa aplicação, a compilação buscou ler e gravar dados no servidor web. A partir disso foram utilizadas as ferramentas descritas anteriormente onde o Mysql dispôs da estrutura de dados e programação, consultadas por linhas de comando inseridas nos códigos pop. A consulta SQL estruturada é inserida dentro de uma variável e a sua conexão feita pelos protocolos do SQL que possui usuário e senha para acesso.

Como exemplo de consulta tem a seguinte linha de comando com os principais comandos:

$resultado = $MySQLi->query($sql) OR trigger_error($MySQLi->error, E_USER_ERROR);

em que:

$resultado é a variável que receberá o resultado da linha de comando;
$MySQLi é uma variável de ambiente do php, definindo uma localização;
query() é uma função do php que retorna uma informação ao usuário;
$sql é a variável com a consulta estruturada.

Utilizando o phpMyAdmin foi criada a estrutura inicial do banco de dados. As adições subsequentes são feitas diretamente no código por ações efetuados pelo usuário na aplicação via formulário html para um código php, que por sua vez faz a consulta SQL como mostrado no exemplo anterior, da mesma forma são feitas as leituras dos dados armazenados no banco de dados.

3 Resultados e Discussão

As ferramentas de programação utilizadas proporcionaram a criação de uma interface gráfica simples e objetiva, na qual exige do usuário do programa somente duas direções, a busca e ou preenchimento de informações sobre os materiais que o mesmo deseja utilizar. O acesso ao conteúdo do programa será feito através de um link disponibilizado no portal da Fundação Oswaldo Aranha (FOA). O protótipo na versão 0.1 beta recebeu o nome de "programa SSA (Souza Santos Alvarenga) Seleção de Materiais". A tela inicial do programa apresenta as três principais funções, conforme a figura 2. Ao selecionar uma das três opções, o usuário será objetivamente direcionado para a tela de acordo com a opção selecionada. Por exemplo, se selecionado a opção lista de materiais, bloco verde, o usuário será direcionado ao banco de dados que contém informações sobre todos os materiais já cadastrados.

Figura 2 - Tela inicial do programa.

Um ponto importante que pode ser observado em todas as telas do programa, é a utilização de um e-mail para contato em caso de qualquer tipo de falha. Desta forma o usuário auxiliará na correção

dos códigos já elaborados. A utilização da ferramenta Bootstrap associada à jQuery, trouxeram para a interface gráfica dinâmica, de modo que qualquer página do programa terá sua disposição gráfica dimensionalmente distribuída, independente se o uso do programa ocorrer em um *Desktop*, *Notebook*, *Smartphone* ou *Tablet*, oferecendo ao produto final uma característica de mobilidade.

O usuário poderá cadastrar um novo material, fornecendo as informações solicitadas pelo programa, conforme a figura 3. A tela para o cadastro de materiais funciona como um formulário, na qual o usuário deve respeitar as duas dicas exibidas no início. A primeira diz quanto a notação que deverá ser utilizada para que o programa identifique e reconheça os caracteres inseridos, uma vez escolhido o sistema internacional para expressar as unidades e grandezas de todas as propriedades de qualquer material a ser cadastrado. Deste modo o usuário deverá representar a inserção de números grandes por notação indicial, em que o caracter "e" indicará a potência de base 10, ou o usuário simplesmente insere os valores da forma convencional, como mostra a dica. A segunda dica refere-se às propriedades que não são aplicáveis ao material cadastrado. Neste caso, o usuário tem a opção de deixar em branco o item na qual a propriedade descrita no formulário não se aplica ao material a ser cadastrado.

Figura 3 - Tela Cadastro de Novo Material.

O formulário da tela de cadastro de materiais fornece ao usuário pré classificações de características físicas quem dizem respeito, por exemplo, se o material é bom condutor térmico ou

elétrico, se é transparente ou opaco, se é ou não reciclável, durável diante de alguma situação, proveniente ou não de fontes renováveis, etc., conforme Figura 4.

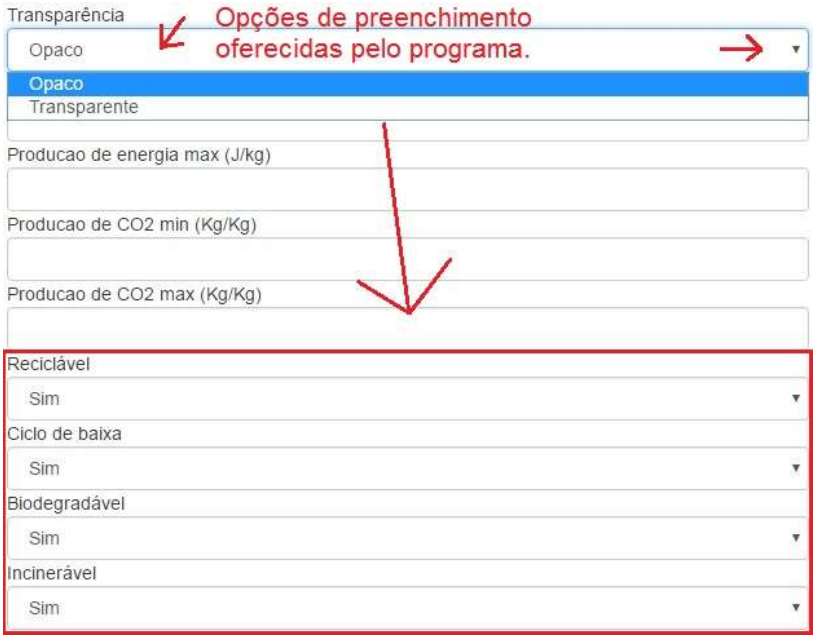

Figura 4 - Exemplo pré preenchimento de características físicas existentes para determinados materiais.

E características que referem-se ao trabalho, processo e conformação do material diante de um processo de fabricação mecânico, das quais são classificados dentro de uma escala elaborada para o programa que varia de 1 para a condição de impraticável e 5 para a condição excelente, conforme figura 5.

Figura 5 - Exemplo de características referente à algum processo mecânico de fabricação.

Após o preenchimento de todos os itens de acordo com o material a ser cadastrado, o usuário deverá apenas clicar no botão cadastrar, localizado no final da página do programa e será exibido uma tela de confirmação, logo em seguida o programa redireciona o usuário para a lista de materiais. Desta maneira o material será adicionado ao banco de dados do programa, ficando disponível para consulta através da tela Lista de Materiais. Nessa tela o usuário visualizará o banco de dados com todos os materiais já castrados, conforme a figura 6 que para exemplo, demonstra apenas um trecho da tela. A disposição das informações é feita por tabelas onde suas linhas correspondem aos materiais armazenados, enquanto que as colunas demonstram os valores de todas as propriedades do material cadastrado no banco de dados. Nesta mesma tela há também um botão que fornece a opção de cadastrar um novo material caso o usuário não encontre o material desejado, assim, o usuário será direcionado para a tela de cadastro de novo material.

Figura 6 - Lista de materiais.

Optou-se na versão 0.1 Beta do programa em classificar os materiais apenas em duas classes distintas, as dos materiais cerâmicos e as dos materiais metálicos, não impedindo a expansão das classes ou qualquer outra funcionalidade do programa. Desta forma o usuário ao consultar ou cadastrar um material, terá que primeiramente atentar-se para a classe do material utilizado, conforme observado na tela da lista dos materiais. No final da tela Lista de Materiais, o usuário encontra duas informações extremamente importantes para auxiliar na operação do programa.

A primeira se refere aos valores numéricos para as propriedades dos materiais existentes no banco de dados do sistema internacional de unidades. Desta maneira o usuário do programa tem apenas o trabalho de realizar uma conversão manual de unidades, caso queira comparar previamente com outra informação fora do programa. A segunda informação está relacionada a outra forma de classificação das propriedades do materiais, na qual se subdivide em classificações físicas como, se o material é

biodegradável, de fonte renovável, condutor elétrico, nível de transparência, durabilidade, etc. E as classificações quanto ao trabalho, conformação e comportamento mecânico, da qual o usuário tem como parâmetro a escala localizada no fim da lista de materiais, que avalia a resposta do material diante do exigido como 1 para Impraticável à 5 para Excelente. Assim, para um determinado material sua resposta, por exemplo, à solvabilidade ou maneabilidade poderá ser de 4 a 5, o que traduz na escala um material bom à excelente diante do processo de soldagem ou conformação mecânica.

Por fim, ainda na tela Lista de Materiais, temos três botões abaixo do nome de cada material, que servem respectivamente para o usuário editar ou corrigir informações sobre o material já cadastrado no banco de dados (botão verde com o símbolo de uma caneta), sendo o usuário redirecionado à página de cadastro de novo material, porém com o formulário de propriedades e características já preenchido. Após ratificar as informações, o usuário pode confirmá-las selecionando o botão Cadastrar e uma mensagem de confirmação será exibida logo em seguida, para então o programa redirecionar o usuário a lista de materiais. Ao selecionar o botão vermelho com um "x" branco, o usuário exclui o material da lista e selecionando o botão em forma de uma lupa azul, o usuário é direcionado à uma página da *web* com o mecanismo de busca do Google, na qual exibe uma pesquisa feita sobre o material em análise. Ao selecionar no botão a opção excluir material da lista de materiais cadastrada no banco de dados, o usuário é remetido a uma tela de confirmação da ação escolhida. A existência desta tela serve simplesmente para retificar a vontade do usuário, assim evitando a situação de um clique involuntário sobre o botão excluir e posterior perda dos dados armazenados no banco de dados. Como exemplo, caso o usuário responda à pergunta "Tem certeza que deseja apagar os dados do material Aço Carbono?" clicando em "NÃO", o programa retornará a tela Lista de Materiais e nada será feito. Pelo contrário, caso o usuário responda à pergunta clicando em "SIM", então o programa exclui todos os dados do material Aço Carbono e uma mensagem de confirmação da exclusão será exibida na tela do dispositivo utilizado pelo usuário, logo em seguida o programa retorna a tela Lista de Materiais.

Na tela Seleção de Materiais o usuário é instruído a realizar o preenchimento do formulário para a seleção de materiais, conforme a figura 7. O formulário para este caso possui identificações das propriedades e características, tornando seu preenchimento extremamente simples e rápido, uma vez respeitada as mesmas dicas citadas na tela de cadastro de materiais.

Assim como na tela de cadastro dos materiais, o usuário também encontra o mesmo sistema de preenchimento e a escala para avaliação do material diante de um processo de fabricação mecânica.

Figura 7 - Tela de seleção de materiais.

Para a simulação do programa foi escolhido o Titânio puro e suas informações foram pesquisadas em livros e também com o auxílio da internet, visando sempre encontrar e utilizar valores mínimos e máximos de cada propriedade e as classificações de características físicas. De posse das informações para alimentar o programa o usuário deve preencher a lista para cadastro de materiais, inserindo os valores mínimos e máximos exigidos, conforme Figura 8, lembrando que a unidade mesmo inserida em notação exponencial aparecerá da forma geral com todos os algarismos. Após inserir todas as informações, basta o usuário selecionar a opção cadastrar para que a tela de confirmação apareça.

Figura 8 - Cadastro do material Titânio puro.

Em uma situação real de seleção de materiais, como o de uma barra circular metálica submetida a um esforço de tração. O engenheiro responsável pela seleção dos materiais buscaria na biblioteca de materiais do programa por um material que apresenta um valor de elongação maior que o calculado e exigido no projeto. Para isto, o usuário na tela principal do programa, ao selecionar o botão Seleção de Materiais, deve-se digitar no campo Elongação (%) do formulário da página Seleção de Materiais, o valor calculado no projeto conforme a Figura 9, e em seguida clicar na opção Selecionar.

Figura 9 - Seleção por elongação.

A próxima tela do programa exibe uma lista dos materiais dos quais possuem o valor de Elongação próximo ao calculado no projeto, conforme a figura 10. Nesta tela o usuário visualiza os

materiais com o valor para elongação próximos ao exigido pelo projeto. Cabe então ao engenheiro projetista a responsabilidade por recalcular o projeto utilizando os valores para os materiais listados pelo programa, descartando o aço baixo carbono. Assim, poderá verificar qual material atenderia suas necessidades de projeto.

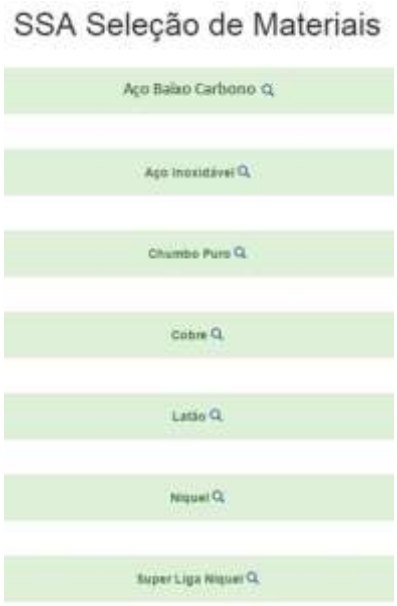

Figura 10 - Tela com os possíveis materiais.

Através deste estudo de casos é possível notar que o programa pode realizar a busca do material desejado com no mínimo uma informação ou propriedade desejada pelo usuário, ou seja, para uma determinada aplicação ou projeto mecânico. A busca por materiais pode também ser realizada com mais de uma informação.

4 Conclusão

A metodologia de seleção de materiais apresentada por Ashby (2012) mostrou-se adequada as necessidades do usuário na seleção de materiais, auxiliando a definição do material nos projetos de produtos de acordo com os objetivos requeridos.

Pode-se concluir também que as ferramentas são utilizadas para auxiliar o engenheiro projetista, que fica na responsabilidade de definir entre os materiais sugeridos o material que minimiza os danos quantitativos e qualitativos e as falas no processo de tomada de decisão.

Conclui-se que na literatura o método e seleção de materiais por Ashby pode ser apontado como muito apropriado para o uso em projetos diversos de fabricação, a fim de apontar o custo benefício do processo.

Para que fosse possibilitado o aprendizado da metodologia de Seleção de Materiais por Ashby pelos acadêmicos e afins, foi criado um software baseado na plataforma PHP, o que permitiu uma execução dinâmica e interativa, que em conjunto com seu manual de instruções facilita o uso e torna auto sugestivo a utilização do software.

Em síntese, os resultados da criação do referido software com intuito educacional, utilizando o PHP conseguiu atender à necessidade de criação de uma ferramenta que auxilia e torna mais atrativa e dinâmica o entendimento do conteúdo em questão.

Conforme sugerido o software educativo estará disposto em uma mídia em conjunto com seu Manual de Instruções, a fim de facilitar a instalação e manutenção do mesmo, o Manual de Instruções foi criado com linguagem de comunicação simples afim de que os acadêmicos e afins possam acrescentar, corrigir e buscar materiais de forma simples e objetiva.

5 Referências

Ashby MF, Jones DRH (2007) Engenharia de materiais: uma introdução a propriedades, aplicações e projeto. Rio de Janeiro.

Scheleski S. (2015). Seleção de materiais no projeto de máquinas e implementos agrícolas. Design E Tecnologia. Disponível em:http://www.pgdesign.ufrgs.br/designetecnologia/index.php/. Acessado em 1 de novembro de 2020

Forcellini FA, Rozenfeld H (2006) Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo.

Collins J (2005) Projeto Mecânico de Elementos de Máquinas. LTC. São Paulo

Juvinall, RC, Marshek KM.(2008) Fundamentos do projeto de componentes de máquinas.

Kwon YW, Bang H(2000) The Finite Element Method Using MatLAB.New York.

Garcia A, Spim JA, Santos CA(2000) Ensaios dos Materiais. Rio de Janeiro.

Ashby MF (2012) Seleção de Materiais no Projeto Mecânico. Oxford.