



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778
Nº 5, volume 5, artigo nº 147, Julho/Dezembro 2019
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v5n5a147>
Edição Especial

SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS: ESTUDO DE CASO EM ESCOLA DE QUEIMADOS

Davi Pires Nogueira¹

Graduando em Engenharia Mecânica

Júlio César Soares Olímpio²

Graduando em Engenharia Mecânica

Luã Lopes da Silva³

Graduando em Engenharia Mecânica

Luciano Ramon Carvalho Pereira⁴

Graduando em Engenharia Mecânica

Patrick Ribeiro dos Santos⁵

Graduando em Engenharia Mecânica

Weverton Lopes Avelar⁶

Graduando em Engenharia Mecânica

Ronilson de Carvalho Martins⁷

Orientador – Mestrando em Engenharia Mecânica

¹ Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Queimados-RJ, davipiresnogueira04@gmail.com

² Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Queimados-RJ, jolimpio410@gmail.com

³ Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Queimados-RJ, luanlopessilva246@gmail.com

⁴ Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Queimados-RJ, ramoncarvalhopereira@gmail.com

⁵ Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Queimados-RJ, patrickribeiro801@gmail.com

⁶ Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Queimados-RJ, weverton.l.avelar@gmail.com

⁷ Faculdade Redentor, Engenharia Mecânica, Queimados-RJ, ronilsoncmartins@gmail.com

Resumo

A partir do início do séc. XXI, um dos grandes problemas alarmantes das quais preocuparam e amedrontaram a sociedade moderna é um recurso que tem se tornando cada vez mais escasso, a água. Estados Unidos e o continente europeu tiveram medidas de economia de água, e assim o Brasil avançou, porém tardiamente. Tendo 12% de toda água doce mundial, porém com desproporcionalidade em sua extensão territorial, é necessário tomar medidas para a economia deste recurso que tem fim. Com o objetivo de estudar a aplicação de um sistema de águas pluviais, foi realizado um estudo de caso no Colégio Betel, em Queimados para analisar a viabilidade técnica deste projeto, usando a NBR 10844/1989 como referência. Foi então descoberto que além de ter a viabilidade necessária para tal sistema, também surgiu a idealização e uma modificação da calha para a retirada de impurezas macroscópicas, porém não deixando a água potável.

Palavras-chave: águas pluviais; sistema de captação; calha.

Abstract

From the beginning of the century. XXI, one of the great alarming problems that have preoccupied and frightened modern society is a resource that has become increasingly scarce, water. The United States and the European continent had water-saving measures, and so Brazil has advanced, but late. With 12% of all freshwater in the world, however disproportionate in its territorial extension, it is necessary to take measures for the economy of this resource that has an end. In order to study the application of a rainwater system, a case study was carried out at the Betel College in Queimados to analyze the technical feasibility of this project, using NBR 10844/1989 as a reference. It was then discovered that besides having the necessary viability for such a system, the idealization and a modification of the gutter for the removal of macroscopic impurities also appeared, but did not leave the water potable.

Keywords: rainwater, collect system, gutter

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, estamos vendo uma grande redução na disponibilização da água, ocorrendo casos de falta de água e desabastecimento, todavia, o problema hídrico não é algo atual. O Brasil contém 12% da água doce mundial, porém apresenta uma desproporcionalidade acentuada no referente à sua distribuição por território. Em dados estatísticos a região do nordeste brasileiro contém apenas 3,3% desta água, enquanto a região norte contém 68,5% de recursos hídricos brasileiros (May apud Thomaz, 2009). Ambas as regiões contêm pouca densidade populacional, em contrapartida, a região

sudeste contém apenas 6% da água existente no Brasil, porém agrega em torno de 43% da população (Marinoski e Ghisi, 2008). No ano de 2002, já se estipulava em uma escala mundial, um a cada cinco países sujeitos a viver uma grave crise hídrica em 25 anos (May apud Villiers, 2004). Para uma noção ampliada de quão crítico é esta situação, apenas 2,5% da água potável presente no mundo é doce, ou seja, própria para uso e ingestão (May apud Shiklomanov, 2004). Infelizmente, não se houve a percepção deste problema anteriormente, onde poderia ser primordial para uma solução efetiva. Desde 2005, países como Estados Unidos e o continente europeu trabalham para economizar até 50% da água potável em edificações (Bazzarella, 2005), a situação-problema dos recursos de água é de grandes proporções para governantes de diversos países.

É notória a utilidade das calhas no dia a dia para deslocamento de águas pluviais e possível armazenamento ou descarte (Di Bernardo, 1984). Também é de alta relevância o problema da falta d'água tanto no contexto mundial, onde somente 2,5% da água é doce, quanto em contexto nacional, onde 12% da água doce mundial é concentrada em terras brasileiras (May, 2004). É de existência no Brasil alguns tipos de sistemas para a coleta de águas, como o poço amazonas (também conhecido como cacimba) e a cisterna (UFSC, 2004). Nosso projeto é a construção de um sistema de águas pluviais, baseando-se no que já existe.

A construção de um sistema de captação de águas pluviais tende a ter uma aplicabilidade em grandes proporções, tendo em vista o grande índice pluviométrico da baixada fluminense. Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o índice de chuva acumulada em janeiro de 2018 ultrapassa os 250 milímetros, e até mesmo em meses de inverno, onde a escassez de chuva predomina, ainda há uma quantidade acumulada razoável, sendo o sistema aqui proposto tendo utilidade durante todo o ano.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o nosso planeta em sua grande parte é formado por água, cerca de 70% aproximadamente, sendo que, de toda essa vasta quantidade, 97,5% é referente à água salgada e os 2,5% restantes referente à água doce. Dessa pequena porcentagem, 68,9% são encontradas em geleiras, calotas polares ou em regiões montanhosas, 29,9% são águas subterrâneas, 0,9% integram a umidade do solo e dos pântanos, e somente 0,3% são rios e lagos. 54% da água dos rios e lagos, hoje é utilizada por mais de 6 milhões de pessoas (UNESCO apud MMA, s/d).

O Brasil se encontra no continente Americano que possui 46% de toda água doce do mundo, e somente o Brasil abriga 13,7% de toda água doce do mundo, o mesmo possui mais de 169 milhões de habitantes e uma área de 8.514.876 km², sendo considerado o quinto país no ranking mundial, tanto em tamanho quanto em população (MMA). Conforme o MMA o Brasil: “Apresenta grandes contrastes relacionados não somente ao clima, vegetação original e topografia, mas também à distribuição da população e ao desenvolvimento econômico e social, entre outros”. Porém, toda essa quantidade de água não está distribuída de forma regular, por exemplo: mais de 73% dessa água, encontra-se na bacia Amazônica, onde residem menos de 5% de toda a população. Com toda essa quantidade de água presente em um só lugar, restam apenas 27% do total disponível para os outros estados, ou seja, para os 95% da população brasileira. Além de não haver uniformidade, a oferta de água tratada apresenta falha, por exemplo: 87,5% da população

da região Sudeste é atendida por rede de água tratada, sendo que, apenas 58,7% da população da região do Nordeste é atendida por rede de água tratada (MMA, s/d).

O Brasil também apresenta um desperdício de 20% a 60% de água tratada que se perde na distribuição às casas, isso devido às más condições das redes de abastecimento. Esse desperdício também ocorre pelo uso inadequado desse recurso, saber que o Brasil abriga uma quantidade de água doce de 13,7% do total de toda a água doce do mundo, fez com que as políticas de economia de água, que sempre foram comuns nos demais países, fossem deixadas de lado, tornando a água um recurso escasso (MMA, s/d). Nesse contexto, faz-se necessário a busca por fontes alternativas de água e como alternativas temos a captação e utilização de águas pluviais, águas salinas (água que contém uma quantidade considerável de sais dissolvidos) e reutilização da água. A captação e utilização de águas pluviais tem sua vantagem, visto que é um recurso acessível a todos, pois ainda não esta sujeita a ser cobrada pelo uso (UFSC, 2004). A dissalinização é outro método utilizado para conseguir água doce, não muito utilizada, pois demanda um custo muito alto, de modo geral. É considerada uma fonte alternativa para o futuro, pois sabe-se que 97,5% de toda água do mundo é salgada. Outra forma de obter água é pelo reuso da mesma, de maneira a substituir água potável por outra de menor qualidade em atividades de porte igual, isso faz com que o gasto de água corrente seja menor (UFSC, 2004).

As águas da chuva podem ser usadas como um fornecedor imensurável, as mesmas podem ser armazenadas em cisternas no período de chuva e aproveitadas no período estiagem (UFSC, 2004). Sistemas de captação de águas pluviais consistem na interceptação da água da chuva através de uma calha.

Calha: “Canal que recolhe a água de coberturas, terraços e similares e a conduz a um ponto de destino” (ABNT, 1989). As calhas, embora sejam construções simples, constituem a parte essencial de uma instalação predial de águas pluviais (ABNT, 1989).

Em seguida, essa água é direcionada pelo condutor vertical até o local de armazenagem ou cisterna.

Condutor vertical: “Tubulação vertical destinada a recolher águas de calhas, coberturas, terraços e similares e conduzi-las até a parte inferior do edifício” (ABNT, 1989).

Posteriormente é instalada uma bomba hidráulica com a finalidade de conduzir essa água à sua utilização. Em alguns casos, a água passa ainda por um filtro antes do seu uso.

Filtro: “Os filtros têm como principal função a remoção de sólidos”. A filtragem é um processo de bloqueio de poluentes, baseando-se no princípio de que “um meio poroso pode reter impurezas de dimensões até mesmo menores que as dos poros da camada filtrante” (SANTANA, 2013 *apud* BRANDÃO *et al.*, 2003).

OBJETIVOS

- Analisar e dimensionar um sistema de águas pluviais em um colégio do distrito de Queimados RJ.
- Analisar viabilidade técnica para instalação do sistema proposto em colégio no distrito de Queimados RJ.
- Propor a modificação do sistema atual.

- Avaliar as condições do local estudado para a construção deste sistema.

METODOLOGIA

Este projeto de pesquisa foi baseado de acordo com a ABNT NBR 10844/1989, da qual explica toda a norma para uma instalação predial de águas pluviais:

Gráfico 1: Chuva Acumulada em Seropédica. **Fonte:** INMET, 2018.

As calhas devem ser feitas de chapas de aço galvanizado, (NBR 7005, NBR 6663), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.

Nos condutores verticais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento, PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cobre, chapas de aço galvanizado (NBR 6663, NBR 7005), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro (ABNT, 1989).

Nos condutores horizontais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento (NBR 8056), PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cerâmica vidrada (NBR 5645), concreto (NBR 9793, NBR 9794), cobre, canais de concreto ou alvenaria. Os condutores horizontais devem ser projetados, sempre que possível, com declividade uniforme, com valor mínimo de 0,5% (ABNT, 1989).

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989), a calha é um canal da qual obtém a concentração de águas procedentes das chuvas correntes em terraços, telhados e afins, transportando-as a um determinado ponto, sendo descartada ou armazenada. Entretanto, este tipo de calha, tem uma abertura na parte superior que possibilita a passagem de resíduos sólidos e que conseqüentemente causam o entupimento da mesma e até dos canos de descida.

Surgindo assim, a ideia de construir uma tampa de pressão a mola para a calha. Tendo em vista que com essa limpeza, poderá ainda ter impurezas macroscópicas passando por elas, foi repensado em fazer a partir da própria calha, um filtro embutido em suas extremidades, fazendo uma segunda limpeza. Este filtro poderá ser removível para limpeza e retirada das impurezas com o descarte sendo feito corretamente. A calha projetada por estes estudantes-pesquisadores obtém como proposta a inclusão de uma chapa de aço a 45°, e uma segunda chapa de aço conduzindo a água até uma tela protetora (filtro), retirando todas as impurezas visíveis. Esta tela poderá ser removível através de uma caixa de inspeção podendo ser limpo periodicamente, porém sendo recomendável a limpeza após cada chuva.

A cidade avaliada pelo INMET é Seropédica, localizada há cerca de 30 km de Nova Iguaçu, com densidade populacional elevada (aproximadamente 818 mil pessoas), e cidade limítrofe a dois municípios também populosos: Queimados e Japeri, com 149 mil e 103 mil pessoas, respectivamente (IBGE, 2018). Sendo assim, um lugar com precisão elevada de

índice pluviométrico, para a construção deste sistema em alguma destas cidades.



Os estudantes-pesquisadores deste projeto estiveram no dia 04 de outubro de 2018 realizando um estudo de caso no Centro Educacional Betel, localizado em Queimados, da qual disponibiliza de uma calha em condições ideais para o levantamento de dados. O telhado da qual a calha capta as águas pluviais faz a cobertura dos seguintes espaços: sala dos professores, banheiros (masculino, feminino e especial) laboratório anatômico, recepção, corredor principal e biblioteca, todos estes citados com localização no térreo do prédio



Para a precisão do estudo de caso e o comparativo entre a vazão da calha com a viabilidade do sistema, primeiro tiramos o cálculo da vazão entre os banheiros do primeiro andar do Colégio Betel.

$$\text{➤ } Q = v/t \quad \text{eq.1}$$

Onde: Q= vazão volumétrica; v= volume; t= intervalo de tempo para completar o reservatório

(Rodrigues, 2018).

Para tal comparativo ter a mesma relevância, é necessário obter os dados de vazão da calha, utilizando a fórmula pré-estabelecida pela ABNT (1989). Entretanto, para o cálculo da vazão da calha, é necessário o cálculo da área do telhado da qual é levantado o estudo de caso. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1989) define o cálculo da área do telhado.

$$\text{➤ } Q = (i \times A)/60 \quad \text{eq. 2}$$

Onde: Q = vazão da calha (em L/min); i = intensidade pluviométrica (em mm/h item 4.1.1); A = área estudada (em m²).

$$\text{➤ } A = [a + (h/2)].b \quad \text{eq. 3}$$

Onde: A = área total; a = dimensão horizontal entre o topo e a extremidade do telhado; h= dimensão vertical entre o topo e a extremidade do telhado; b = comprimento do telhado.

Com o levantamento do estudo de caso no Centro Educacional Betel, obtivemos os dados do telhado, vazão da calha estudada e a vazão das descargas, como um objeto comparativo à viabilidade técnica deste sistema.

Este telhado contém 7 m de largura por 60 m de comprimento. A calha contém uma altura externa de 18,4 cm, enquanto a altura interna contém 10,5 cm. A largura da calha é de 15,6 cm, todavia, a altura externa e interna é composta de níveis diferenciados, tendo uma diferenciação angular de aproximadamente 20°. A largura entre o topo das duas laterais da calha, sendo feitas de chapa de aço de 17 cm.

A avaliação das condições de instalação da calha foi realizada de acordo com a ABNT NBR 10844/1989, onde é utilizado como principal material o aço, da qual obtém o coeficiente de rugosidade 0,011.

Em comparativo com a economia de água da qual este sistema proposto traz, também estudamos a quantidade de água limpa despejadas nas descargas dos vasos sanitários localizados no primeiro andar do Centro Educacional Betel, sendo estas ao todo, 9 descargas. São distribuídas em 3 vasos sanitários no banheiro masculino, 5 vasos sanitário no banheiro feminino e um vaso sanitário no banheiro especial para pessoas com deficiência.

Conforme a eq. 1, obtivemos os dados da vazão das descargas do Colégio Betel, através de nossa amostra de 9 descargas. Cada descarga possui o cano de PVC DN 100mm, e são dadas em torno de 800 descargas por dia em cada um dos dois banheiros, além do banheiro especial para deficientes físicos. Cada descarga uma vez sendo acionada libera aproximadamente 8 litros de água em 10 segundos (INTERESSANTE; BADÔ, 2011). Utilizando o cálculo de vazão, foi calculado a vazão de um vaso sanitário.

$$V = 8 \text{ L}; T=10 \text{ segs.}$$

$$Q=v/t$$

$$Q=8/10$$

$$Q=0,8\text{L/seg} = 48 \text{ L/min por descarga}$$

Sabendo o cálculo da vazão de uma descarga, obteve-se o produto dentre uma descarga e o número de descargas dadas por dia.

$$Q800 = \text{L/min} \times \text{descargas/dia}$$

$$Q800 = 48 \times 800$$

$$Q800 = 3,840 \text{ L/dia}$$

Para o cálculo da vazão existente na calha, primordialmente foi necessário calcular a área do telhado estudado, conforme a eq. 3 (ABNT, 1989). Primordialmente, para o cálculo da intensidade pluviométrica, é necessário tirara média aritmética simples dos 10 meses do ano de 2018 calculados, até o mês de outubro de 2018 (INMET, 2018).

$$i = (265+100+110+85+60+40+40+55+60+105)/10$$

$$i = 920/10$$

$$i = 92\text{mm}$$

$$a = 7 \text{ m}; h = 1\text{m}; b = 60 \text{ m.}$$

$$A = [a + (h/2)] \times b$$

$$A = [7 + (1/2)] \times 60$$

$$A = [7 + 0,5] \times 60$$

$$A = 7,5 \times 60 = 450 \text{ m}^2$$

Uma vez obtendo o conhecimento da área estudada de acordo com o que a NBR 10844/1989 determina, foi possibilitado então o cálculo da vazão obtida na calha.

$i = 0,325 \text{ mm/h}$; $A = 450\text{m}^2$.

$$Q = (i \times A)/60$$

$$Q = (0,119 \times 450)/60$$

$$Q = 53,55/60$$

$$Q = 0,892 \text{ L/min}$$

Podemos verificar que se há um consumo médio de água no valor de 48 L/min e o sistema proposto é capaz de captar 0,892 L/min, temos que:

Eficiência do sistema = (vazão economizada pelo sistema / vazão consumida pelo sistema)

$$\text{Eficiência do sistema} = 0,892/48 = 0,18 \text{ ou } 18\%$$

No cálculo da vazão das descargas, foi necessário converter o resultado de Q para L/min. Assim, obtêm-se o conhecimento de quanto de água é gasto durante um minuto.

$$0,8 \text{ L/seg} \rightarrow \text{L/min}$$

$$1 \text{ L/seg} = 60 \text{ L/min}$$

$$0,8 \text{ L/seg} = X$$

$$X = 48 \text{ L/min}$$

Além do cálculo da vazão nas descargas, o cálculo da vazão na calha também sofreu uma conversão. Foi necessário converter os 92 mm/mês (INMET, 2018) para mm/h.

$$92 \text{ mm/mês} \rightarrow \text{mm/h}$$

$$1 \text{ mm/mês} = 0,0013 \text{ mm/h}$$

$$92 \text{ mm/mês} = X$$

$$X = 0,119 \text{ mm/h}$$

CONCLUSÃO

À primeira vista, pode parecer que a economia de água é pouco vista que apenas 18% de água é economizada com a inclusão do sistema. Porém, deve-se lembrar que cada descarga ao final de um dia (24 horas) consome mais de 45.000 l de água, ou seja, o sistema proposto é capaz de economizar 8.100 l de água por dia, das quais são

desperdiçadas nas descargas dos banheiros do Colégio Betel.

Com a modificação proposta, estima-se que este sistema possa ter uma água livre de impurezas, porém ainda sendo uma água não-potável.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações Prediais de Águas Pluviais. 1 ed. Rio de Janeiro, 1989. 13 p. Disponível em: <<https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e Aproveitamento de Água Cinza para uso não-potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/6149/1/Bazzarella_BB_2005.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2018.

BELLINGIERI, Julio Cesar. Água de beber: a filtração doméstica e a difusão do filtro de água em São Paulo. **Anais do Museu Paulista**, São Paulo, v. 12, n. , p.161-191, dez. 2004. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/anaismp>. Acesso em: 28 ago. 2018.

BERNARDO, Luis di. **Instalação Predial de Águas Pluviais**. 1984. Disponível em: <<http://www.civilnet.com.br/Files/Prediais/Instala%E7%E3o%20Predial%20-%20Agua%20Pluvial.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

GHISI, EneDir; GURGEL, Eloir Carlos. **Instalações Prediais de Águas Pluviais**. 2005. Disponível em: <http://www2.feb.unesp.br/eduoliv/public_html/PagWeb/apostilas/Apostila%20AguaPluvial.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2018.

INMET. **Estações Automáticas**. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

INTERESSANTE, Super; BADÔ, Fernando. **Como funciona o vaso sanitário**. 2011. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-funciona-o-vaso-sanitario/>>. Acesso em: 07 nov. 2018.

MARINOSKI, Ana Kelly; GHISI, Eneir. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC: Rainwater harvesting for non-potable uses in schools: case study in Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p.67-84, 11 jun. 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5355/3283>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

MAY, Simone. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento da Água de Chuva para uso não potável em Edificações**.2004. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/en.php>>. Acesso em: 25 ago. 2018.

MAY, Simone. **Caracterização, Tratamento e Reúso de Águas Cinzas e aproveitamento de Águas Pluviais em Edificações**. 2009. 223 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Hidráulica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082009-082126/en.php>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Água**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2018.

MURTHA, Ney Albert; HELLER, Léo. Avaliação da Influência de Parâmetros de Projeto e das Características da Água Bruta no Comportamento de Filtros Lentos de Areia: Evaluation of the Influence of Processes Parameters and Raw Water Characteristics on the Performance of Slow Sand Filtration.. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Belo Horizonte, v. 8, n. 4, p.257-267, 10 jun. 2003. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/36513305/v8n4a05.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1535220243&Signature=1r%2Bk%2B2IBTrMi9wHPvE3gJkYk1hM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAVALIACAO_DA_INFLUENCIA_DE_PARAMETRO_S_DE.pdf>. Acesso em: 25 ago. 18.

PARRA, Blas Zamora; ROBLES, Antonio Viedma. **Máquinas Hidráulicas: Teoría y Problemas**. Cartagena: Crai, 2016. 348 p. Disponível em: <<http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5476/isbn9788416325191.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2018.

UFSC. **Tecnologias Alternativas Para Aproveitamento de Águas**. 2004. Disponível em: <<http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/TAAA.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2018

Sobre os Autores

Autor 1: Aluno graduando do curso de Engenharia Mecânica da IES Metropolitana. E-mail: davipiresnogueira04@gmail.com

Autor 2: Aluno graduando do curso de Engenharia Mecânica da IES Metropolitana. E-mail: jolimpio410@gmail.com

Autor 3: Aluno graduando do curso de Engenharia Mecânica da IES Metropolitana. E-mail: luanlopessilva246@gmail.com

Autor 4: Aluno graduando do curso de Engenharia Mecânica da IES Metropolitana. E-mail: ramoncarvalhopereira@gmail.com

Autor 5: Aluno graduando do curso de Engenharia Mecânica da IES Metropolitana. E-mail: patrick.ribeiro801@gmail.com

Autor 6: Aluno graduando do curso de Engenharia Mecânica da IES Metropolitana. E-mail: weverton.l.avelar@gmail.com

Autor 7: Professor dos cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia Civil e Engenharia de Produção da IES Metropolitana. Mestrando em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal Fluminense. E-mail: ronilsoncmartins@gmail.com

AGRADECIMENTOS

À Deus, que nos deu forças metafísicas para superar as dificuldades de cada dia para desenvolver tal projeto.

Ao nosso orientador, o Professor Ronilson de Carvalho Martins por ter nos ajudado neste trabalho acadêmico. Apenas um de muitos das quais desenvolveremos em nosso futuro.

A Faculdade Redentor, por ter nos dado a oportunidade de desenvolver um projeto de pesquisa.

Ao Centro Educacional Betel, da qual disponibilizou sem interferências os dados necessários para que o projeto seja futuramente viável para sua instalação.

Aos familiares de cada um de nós, que foi um dos principais motivos para nunca pararmos de tentar.