

REVISTA ELETRÔNICA

ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO

ISSN 2595-5616

VOLUME 07 • Nº 2 • 2021

Engenharia Civil

Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas – FaCET

UNIG
UNIVERSIDADE IGUAÇU

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 científico 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

Paulo César Ribeiro

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

Secretária 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 (UFRJ)

Conselho Editorial

Alexandre Luis Belchior dos Santos (FAU/FISS)
Carlos Eduardo Moreira da Silva (UNIG)
Carlos Rogerio Domingos Araújo Silveira (UNIG)
Claudia Daza Andrade (UFRRJ)
Giana Laport Alves de Souza (UNIG)
Juliana Hermsdorff Vellozo de Freitas (ALERTA RIO)
Ligia Maria Nascimento De Araújo (ANA)
Maria Gertrudes Alvarez Justi da Silva (UENF)
Paula Fernanda Chaves Soares (UFRRJ)
Thábata Teixeira Brito (INCAPER)
Wanderson Luiz Silva (CEPEL)

REVISTA ENGENHARIA, MEIO AMBIENTE & INOVAÇÃO / Universidade Iguaçu, v.07, n.2
(Julho 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

ANÁLISE DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NO BAIRRO XAVANTES-BELFORD ROXO, RJ	6
Adeilton da Silva Oliveira ¹ ; Ronaldo Paulucci de Assis ² ;	
6	
RECUPERAÇÃO DE AREAS DEGRADAS ATRAVES DE NUCLEAÇÃO NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE NOVA IGUAÇU/RJ E SUA AREA DE AMORTECIMENTO	29
Edgar José Silva Martins ¹ ; Gisele Dornelles Pires ² ; Paula Fernanda Chaves Soares ³	
Michel Santos da Silva	
29	
AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO DO CUSTO DE UM PROJETO HIDRÁULICO DE ÁGUA FRIA	47
Jorge Trota Filho ¹ ; Lorranny Vieira Mendes ²	
47	
A IMPLANTAÇÃO DAS PRÁTICAS DO PROGRAMA 5S EM UM CANTEIRO DE OBRA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM GALPÃO INDUSTRIAL	59
Natália Magalhães da Silva ¹ ; Carlos Eduardo Guarido ² ;	
60	
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE PREVISÃO DE CAPACIDADE DE CARGAS DE ESTACAS DO TIPO HÉLICE CONTÍNUA EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM DUQUE DE CAXIAS – RJ	67
Matheus dos Santos Nunes ¹ ; Bruno Lúcio Moura da Silva ² ;	
67	
AVALIAÇÃO DE COMPOSTAGEM COMERCIAL COMO ALTERNATIVA A SUSTENTABILIDADE, CICLO ORGÂNICO, DUQUE DE CAXIAS, RJ	82
Roger Ribeiro da Silva ¹ ; Paula Fernanda Chaves Soares ² ; Michel Santos da Silva ²	
82	
ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA SUSTENTÁVEL (MATA CILIAR, FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO E NASCENTES) UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO EM CORPO HIDRICO NO MUNICÍPIO DE DUQUE DE CAXIAS/RJ	91
Kamila Luiz dos Santos ¹ ; Gisele Dornelles Pires ² ; Fabricio Polifke da Silva ³	
91	
MONITORAMENTO DO FLUXO DE ÁGUA EM UMA TUBULAÇÃO PROTÓTIPO ARDUINO DE MONITORAMENTO DE TUBULAÇÃO HIDRÁULICA	104
João Paulo de Souza Santos ¹ ; Wallace da Silva Carvalho ²	
104	

ANÁLISE DA INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL NO BAIRRO XAVANTES-BELFORD ROXO, RJ

Adeilton da Silva Oliveira¹; Ronaldo Paulucci de Assis²;

¹ Aluno Graduação Engenharia Civil, ² Docente Engenharia Civil
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto
Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

adeiltondasilva@gmail.com, ronalassis@gmail.com

Resumo - Além da implantação de um sistema eficiente de drenagem urbana, as políticas públicas devem ter em suas projeções a implantação de saneamento básico para a população. Assim esse estudo teve como objetivo acompanhar o processo de instalação de um sistema de drenagem pluvial urbana no bairro Xavantes no município de Belford Roxo, RJ. Para a realização deste trabalho utilizou-se uma revisão de literatura com consultas em monografias, teses, dissertações, artigos, normas e legislações e a apresentação de um estudo de caso. Os principais portais consultados foram: Elsevier, Science Direct, Google Acadêmico, Plataforma Sucupira (CAPES). O estudo de caso foi realizado a partir do acompanhamento do processo de instalação de um sistema de drenagem pluvial urbana no bairro Xavantes no município de Belford Roxo, RJ. Os resultados da pesquisa mostraram que para o desenvolvimento de uma cidade, é necessário ter um plano de crescimento, no qual deve-se citar quais as áreas de reserva natural, várzeas de inundação, regras de delimitação de rios, porcentagem de permeabilidade dos lotes, detalhamento das bacias, período de retorno determinado, fórmulas empíricas adotadas para fazer os cálculos necessários da micro e da macrodrenagem, risco e incerteza, manutenção dos sistemas de drenagem, dimensionamento de reservatório de detenção, amortecimento de cheia e etc. Dessa forma, pode-se concluir que as medidas implantadas no projeto são eficientes na compensação dos problemas oriundos da urbanização, principalmente a impermeabilização dos solos. Porém, o ideal é que essas medidas deixem de ser apenas compensatórias e passem a ser integradas ao planejamento e desenvolvimento urbano da cidade, com a finalidade de se alcançar um crescimento urbano hidrologicamente funcional e sustentável.

Palavras-chave: Drenagem Urbana. Urbanização. escoamento Superficial. Gestão de Drenagem Urbana.

Abstract - In addition to implementing an efficient urban drainage system, public policies should have in their projections the implementation of basic sanitation for the population. Thus, this study aimed to accompany installing an urban rain drainage system in the Xavantes neighborhood in the municipality of Belford Roxo, RJ. A literature review was used with consultations on monographs, theses, dissertations, articles, rules and legislation, and the presentation of a case study to carry out this work. The main portals consulted were Elsevier, Science Direct, Google Scholar, Plataforma Sucupira (CAPES). The case study was carried out from the monitoring of the installation process of an urban rain drainage system in the Xavantes neighborhood in the municipality of Belford Roxo, RJ. The results of the research showed that for the development of a city, it is necessary to have a growth plan, in which it is necessary to mention which areas of the nature reserve, floodplains, river delimitation rules, percentage of permeability of the lots, details of the basins, determined return period, empirical formulas adopted to make the necessary calculations of micro and macro drainage, risk and uncertainty, maintenance of drainage systems, dimensioning of the detention reservoir, flood damping, etc. Thus, it can be concluded that the measures implemented in the project efficiently compensate for problems arising from urbanization, especially the waterproofing of soils. However, the idea is that these measures are no longer just compensatory and are integrated into the urban planning and development of the city to achieve hydrologically functional and sustainable urban growth.

Key words: Urban Drainage. Urbanization. Surface runoff. Urban Drainage Management

1 Introdução

As catástrofes naturais que mais atingem o Brasil, de acordo com ISDR (2005) são as inundações e os deslizamentos. Amaral e Rodrigues (2009) observam que esses fenômenos de natureza hidrometeorológica fazem parte da dinâmica natural e ocorrem frequentemente deflagrados por chuvas rápidas e fortes ou chuvas intensas de longa duração.

A combinação dos efeitos da urbanização sobre os componentes hidrológicos das bacias hidrográficas acarreta deficiências nos sistemas de drenagem que, ao não desempenharem sua função de modo correto e satisfatório, podem resultar em inundações na área urbana. Este fato é comprovado em pesquisa realizada, no ano 2000, com 5507 municípios do país; cuja população destas cidades apontou as principais causas das inundações ocorridas nos dois anos anteriores. As respostas mais citadas referem-se a dimensionamento inadequado de projetos, obstrução de bueiros/bocas de lobo, obras inadequadas, adensamento populacional e existência de interferência física (IBGE, 2000).

A situação do ecossistema urbano é muito mais crítica quando comparada com outros ecossistemas, para Philippi Jr. et al. (2005) nele se concentra a maioria da população que gera grande volume de resíduos e libera muito calor. Os ecossistemas possuem capacidade limitada de receber e reciclar resíduos de matéria, as regiões urbanas em geral superam a capacidade do meio ambiente em dissipar poluentes, levando a água, o solo e o ar à deterioração. Além disso, toda e qualquer atividade leva a impactos ao meio ambiente.

As enchentes provocadas pela urbanização, ou pela drenagem urbana, devem-se a diversos fatores, dentre os quais se destacam o excessivo parcelamento do solo e a consequente impermeabilização das grandes superfícies, a obstrução de canalizações por detritos e sedimentos e as obras de drenagem inadequadas (POMPÊO, 2000).

Neste sentido, as inundações em áreas urbanas ocorrem com frequência cada vez maior, o que eleva os prejuízos econômicos e sociais nas cidades brasileiras, sem mencionar os impactos ambientais associados. Tucci et al. (2001) informam que o país perde anualmente, em média, valores superiores a 1 bilhão de dólares com as enchentes urbanas e rurais.

2 Metodologia

O estudo teve como objetivo acompanhar o processo de instalação de um sistema de drenagem pluvial urbana no bairro Xavantes no município de Belford Roxo, RJ. Procurando compreender o conceito de drenagem pluvial e sua importância para a sociedade e o meio ambiente; entender as razões da formação de cheias como diminuir os transtornos causados; conhecer e apresentar as etapas do processo de implantação da rede de drenagem no Município de Belford Roxo, RJ e analisar o processo de escoamento das águas de chuva na área de estudo.

2.1 Drenagem urbana

Segundo Tucci (1995) o deslocamento da população da área rural para a área urbana nas regiões desenvolvidas de uma forma geral, está relacionada com a oportunidade de trabalho e melhoria na qualidade da educação, saúde e cultura, são esses os responsáveis pelo êxodo rural. Cada vez mais as cidades se desenvolvem e aumenta a população, esse alto índice de crescimento da população gera sérios problemas nas áreas metropolitanas. Os efeitos do

processo de crescente populacional são: maior densidade de residências, indústrias e comércios, resultando uma crescente impermeabilização das áreas ocupadas.

A ausência do planejamento urbano na grande maioria das cidades brasileiras traz inúmeros problemas para a população que nelas residem, em decorrência dos impactos da urbanização sobre o meio ambiente. Cita-se como exemplo, os problemas relativos às enchentes urbanas, que podem desabrigar milhares de pessoas, gerar altos prejuízos econômicos e desenvolver doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose e malária, por exemplo, e além daqueles relativos à produção e transportes de cargas difusas de poluição que podem prejudicar os corpos de água (PORTO, 2001).

Segundo Tucci et al. (2003), o sistema de drenagem deve ser entendido como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais. E constituído por uma série de medidas que visam minimizar os riscos a que estão expostas as populações, diminuindo os prejuízos causados pelos alagamentos, inundações e pode ser dividido em: microdrenagem e macrodrenagem.

Ainda de acordo com Tucci (2000, p. 805), “drenagem é um complexo de medida que tem por finalidade diminuir o agravo causado pelas inundações, proteger a população e propiciar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, ágil e sustentável.”

Philippi Jr. et al. (2005) consideram que o sistema de drenagem básico de uma cidade deve se estruturar respeitando todos os aspectos legais, técnicos, além das dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais e uma composição física mínima com pavimentação de ruas, sarjetas e meios-fios, bocas de lobos, galerias de drenagem e valas, vale ressaltar que todos esses elementos devem estar interligados e funcionando adequadamente ou o risco de ocorrer falha no sistema de drenagem é grande.

De acordo com o manual da CETESB (1980, p.171), o sistema de drenagem urbana é composto por um conjunto de galerias de águas pluviais, formado por condutos, poços de visita, bocas de lobo e outros dispositivos, possuindo a finalidade de coleta e condução, das vazões provenientes da chuva inicial de projeto para um ponto de lançamento, em um sistema geral de drenagem.

Para Tucci (2009), a gestão das águas pluviais de maneira sustentável deve incorporar medidas estruturais e não-estruturais na sua implementação. Medidas estruturais são as obras de engenharia, como as galerias, bocas-de-lobo e valetas; já as medidas não estruturais são os mapeamentos das áreas de risco, programas de conscientização da população e o próprio zoneamento urbano.

O ideal seria desenvolver um Plano de Águas Pluviais de cada cidade incorporando essas medidas e investir recursos obtidos com as calamidades para melhoramento dessas atividades premiando as cidades que atuarem na área de prevenção, pois muitas ignoram esses problemas na certeza de que após algum desastre de cunho ambiental terão grande apoio financeiro sem a necessidade de comprovação da aplicação do dinheiro (TUCCI, 2009).

A falta de compatibilidade entre o urbanismo e a drenagem pluvial levou muitas cidades a terem problemas críticos de inundações internas e agravamento de enchentes e níveis de poluição nos corpos receptores. (SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL- SUDERHSA. 2002).

Conforme Champs (2009), para um bom funcionamento de um sistema de drenagem urbana, é necessário saber que ele funcionará como um auxílio à drenagem natural e terá seu funcionamento não contínuo, pois irá variar conforme a frequência de precipitações, que deve se dividir nos dois sistemas distintos, micro e macro drenagem, que o produto a ser drenado

será formado por água e por sólidos, que os canais naturais têm duas calhas de escoamento, a primeira para vazões de base e a segunda para vazões de cheia e por fim que o sistema viário urbano compõe parte da infraestrutura da microdrenagem.

Na drenagem urbana existem dois cenários fundamentais: (a) para áreas ainda não construídas são usadas medidas não estruturais, como a legislação, a fiscalização, o controle e os mecanismos de incentivos econômicos; (b) para as áreas já construídas são utilizadas medidas estruturais que priorizam o amortecimento do escoamento na fonte ou na macrodrenagem (TUCCI, 2012).

2.1.1 Microdrenagem

A microdrenagem é composta por diversos dispositivos estruturais, começando nas próprias edificações privadas, com os coletores pluviais que alimentam a rede pública de drenagem, juntamente com o escoamento resultante das áreas impermeáveis e até mesmo permeáveis quando houver excesso de precipitação (BELLÉ, 2011).

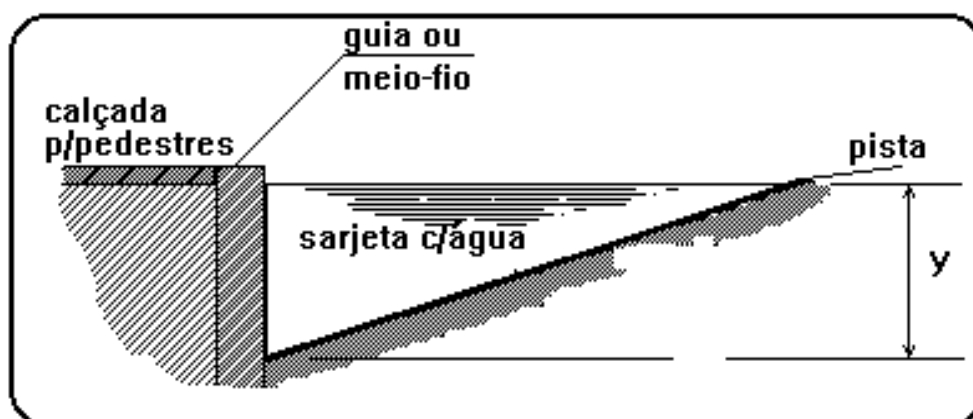
Tucci (1995) relata que a microdrenagem urbana é constituída pelas redes de condutos e estruturas hidráulicas em nível de loteamento ou rede primária urbana, as galerias pluviais. Para a Companhia ambiental do estado de São Paulo (1986) a drenagem urbana de ruas e avenidas compreende bocas de lobo, tubulações, poços de visita e estruturas acessórias. Devem conduzir águas pluviais desde a sua captação nas ruas, até a sua disposição na drenagem principal.

A estrutura de microdrenagem é composta primeiramente pela pista de rolamento, que transporta toda a água superficial para as sarjetas, e é levada por meio da gravidade até as bocas de lobo e às tubulações. Juntamente com as tubulações, os poços de visita são instalados em trechos calculados, para facilitar a manutenção das tubulações quando necessário. Após todo esse transporte, toda a água pluvial que cai sobre o sistema é levada até o curso d'água natural onde teoricamente seguiria seu rumo naturalmente (LINARD, 2017).

Segundo Tucci (2001), os dispositivos estruturais básicos existentes em um sistema de drenagem são os seguintes:

- a) Sarjeta: são faixas de via pública, paralela ao meio-fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que elas escoam (Figura 1) (TUCCI, 2001).

FIGURA 1: Seção da sarjeta.

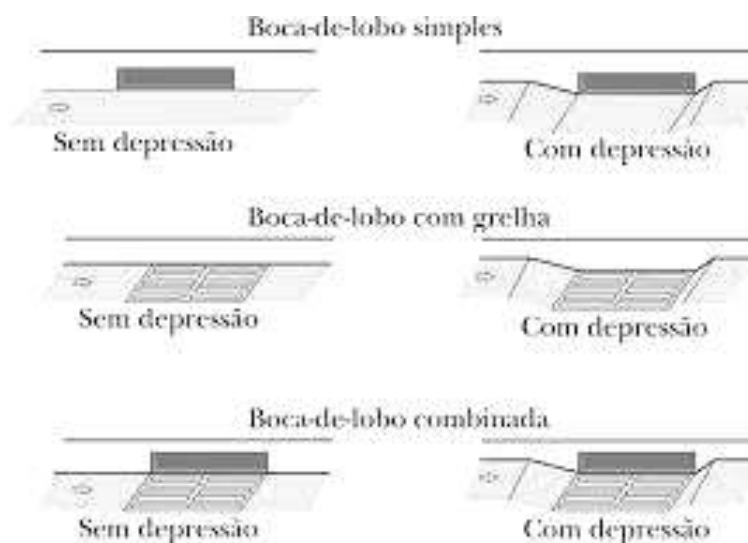


FONTE: TUCCI (2001, p.830).

- b) Bocas de lobo: são dispositivos localizados em pontos convenientes nas sarjetas para captação de águas fluviais. As bocas coletoras (bocas-de-lobo) podem ser classificadas em três grupos principais: bocas ou ralos de guias; ralos de sarjetas (grelhas); ralos combinados. Cada tipo inclui variações quanto a depressões (rebaixamento) em relação ao nível da superfície normal do perímetro e ao seu número (simples ou múltipla) (Figura 2) (TUCCI, 2001).

A SUDERHSA(2002) recomenda a utilização de um fator de redução para a capacidade de escoamento calculada das bocas de lobo devido obstrução causas por detritos, este fator para boca de lobos combinada é de 65% do valor teórico.

FIGURA 2: Tipos de boca de lobo.



FONTE: SUDERHSA (2002, P. 104-105).

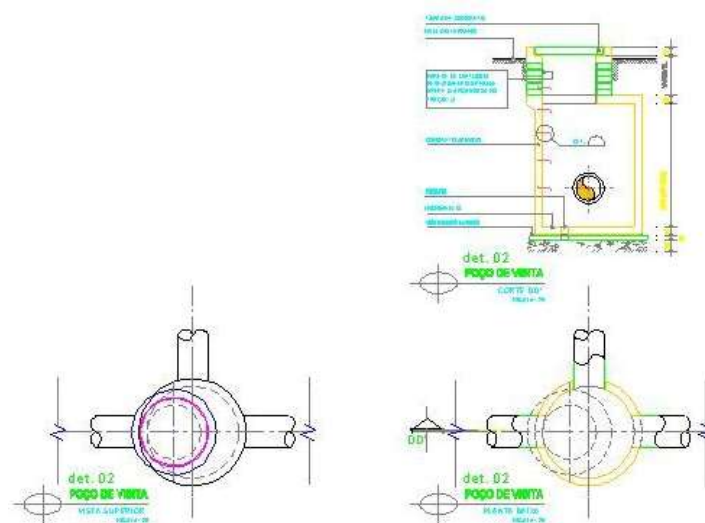
- c) Meios-fios: feitos de pedra ou concreto são instalados paralelamente ao eixo da rua com sua face superior do mesmo nível do passeio (TUCCI, 1993).
- d) Galerias: são canalizações ligadas às bocas de lobo com a finalidade de conduzir as águas pluviais captadas das mesmas e dos coletores pluviais privados (TUCCI, 1993).

A ABNT NBR 9649:1986 diz que o cobrimento das galerias não deve ser inferior a 0,90 metros para coletores assentados na linha de tráfego e 0,65 metros para coletores assentados no passeio, recobrimento menor deve ser justificado. Ainda em relação as galerias a ABNT NBR 9649:1986 informa que a máxima declividade admissível é aquela para qual a velocidade seja igual ou menor que 5 metros por segundo.

O dimensionamento das galerias é realizado com base nas equações hidráulicas de movimento uniforme, como a de Manning, Chezy e outras. O cálculo depende do coeficiente de rugosidade e do tipo de galeria adotado (PARANÁ, 2017).

- e) Poços de visita: é um dispositivo localizado em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudanças de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e inspeção e limpeza das canalizações (Figura 3) (TUCCI, 1995).

FIGURA 3: Exemplos de plantas de poços de visita.



FONTE: DRENAGEM URBANA – MANUAL DE PROJETO (1980).

- f) Tubos de ligação: são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas de lobo para as galerias ou para os poços de visita (TUCCI, 2001).
- g) Estação de bombeamento: é um conjunto de obras e equipamentos com a finalidade de retirar a água de um canal de drenagem se não existir mais a possibilidade de escoamento por gravidade, conduzindo a mesma a outro canal mais elevado ou receptor final do sistema de drenagem (TUCCI, 1993).
- h) Sarjetões: são canais de seção triangular situados nos pontos baixos ou nos encontros dos leitos viários das vias públicas, destinados a conectar sarjetas ou encaminhar efluentes destas para os pontos de coleta (TEIXEIRA, 2014).
- i) Conduitos de ligação: também chamados de tubulações, são destinados ao transporte da água coletada nas bocas coletoras até as galerias pluviais (TEIXEIRA, 2014).

No dimensionamento de canais, os elementos geométricos constituem propriedades da seção transversal do canal, as quais podem ser caracterizadas pela forma geométrica e pela altura de água. Estes elementos são indispensáveis ao seu dimensionamento. (COSTA, 2014).

No caso de seções simples e regulares, os elementos hidráulicos são expressos e relacionados entre si matematicamente em função da altura de água no canal. No entanto, no caso de seções mais complexas e não uniformes, como são os canais naturais, não há uma equação simples que possa correlacioná-los, uma vez que são variáveis. (COSTA, 2014).

- j) Caixa de ligação: conhecidos como caixas mortas, são caixas de alvenaria subterrâneas não visitáveis, com a finalidade de reunir conduitos de ligação ou estes à galeria (Figura 4) (TEIXEIRA, 2014).

FIGURA 4: Modelo de caixa de ligação.



FONTE: PREFEITURA DE JOINVILLE (2020).

- k) Trecho de galeria: é a parte da galeria situada entre dois poços de visita consecutivos. (TEIXEIRA,2014)

A vazão de projeto é o volume de água que esco superficialmente pelas ruas, originado pela chuva. Calcular esta vazão possibilita dimensionar a microdrenagem adequadamente. O período de retorno ou intervalo de recorrência de um evento hidrológico, como a chuva, é o tempo médio, em anos, em que o evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez. (BARBOSA JÚNIOR, 2014).

A precipitação é medida de forma pontual, pois as áreas de captação dos pluviógrafos e pluviômetros são reduzidas (são usuais 200 e 400 cm²) em relação às áreas abrangidas por este fenômeno meteorológico. Mesmo com informações de radares meteorológicos, a única fonte de dados quantitativos de precipitação, são as informações pontuais dos pluviômetros e pluviógrafos. Os dados pluviométricos e pluviográficos constituem, portanto, a fonte indispensável de informação para qualquer chuva de projeto (PARANÁ, 2017).

O método racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (< 2 km²). Os princípios básicos dessa metodologia são:

- a duração da precipitação máxima de projeto é igual ao tempo de concentração da bacia. Admite-se que a bacia é pequena para que essa condição aconteça, pois a duração é inversamente proporcional à intensidade;
- adota um coeficiente único de perdas, denominado C, estimado com base nas características da bacia;
- não avalia o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

Sua equação é definida por:

$$Q_{m\acute{a}x} = 0,278C i_{m\acute{a}x} A \dots\dots\dots (1)$$

Onde:

$Q_{\text{máx}}$ = vazão máxima (em m^3/s)

C = coeficiente de escoamento médio superficial ponderado

$i_{\text{máx}}$ = máxima intensidade da precipitação (em mm/h)

A = área da bacia contribuinte não controlada por MCs (em km^2)

2.1.2 Macrodrenagem

A macrodrenagem é definida pelo traçado das ruas, por fontes de deflúvios em que não se tem um escoamento natural preciso e o sistema de pequenas galerias composto de condutos e coletores de águas pluviais como as bocas de lobo. O sistema de macrodrenagem formado por canais abertos ou condutos de maiores dimensões tem a função de receber as águas pluviais dos sistemas de micro drenagem e conduzir essas águas a um corpo de água principal com capacidade para escoar todo o deflúvio gerado pela bacia de drenagem. Sistema que é projetado para comportar precipitações maiores que as da micro drenagem (TUCCI, 2005).

A macrodrenagem, segundo a Prefeitura Municipal de Ijaci (2013), “envolve bacias geralmente com área superior a 2 km^2 , onde o escoamento é composto pela drenagem de áreas urbanizadas e não urbanizadas.” Pode-se dizer que este sistema é o mais importante, pois é através dele que se controla as enchentes e se conduz as vazões de projeto dos sistemas de micro drenagem de um município.

A rede de macrodrenagem recebe grandes intervenções hidráulicas a fim de retificar os rios, aumentar sua capacidade de escoamento, diminuir áreas de alagamento, entre outras, com riscos ou recorrência variando entre 10 e 100 anos (REZENDE, 2010).

O seu planejamento é de suma importância para que haja uma melhor caracterização da bacia, identificando as características geológicas, o relevo, o tipo de solo, a forma de ocupação da população, identificar as direções de escoamento, as bacias que contribuem para a vazão total, obter o máximo de dados hidrológicos, assim como, precipitação, dados sobre as chuvas e a vazão do local (TEIXEIRA, 2014).

Nem sempre executar este sistema com segurança e qualidade implica menor custo de implantação e de manutenção. Geralmente, para maior segurança, é necessário, na escolha do risco de precipitação, um maior tempo de retorno e para este tipo de implantação o custo é bem alto. Após escolher a precipitação, é necessário fazer uma simulação da bacia hidrográfica quanto aos fenômenos naturais, em relação às redes de drenagem existentes ou projetadas. Para fazer esta simulação são feitos modelos hidrológicos, os quais têm a finalidade de compreender os fenômenos naturais dentro do sistema da bacia hidrológica, de modo que é montado um modelo para cada fenômeno e para cada local. A finalidade desta simulação é saber se o sistema de drenagem tem capacidade de comportar toda a vazão existente e a de projeto (Figura 5) (PREFEITURA MUNICIPAL DE IJACI, 2013).

FIGURA 5: Etapas do planejamento da macrodrenagem.



FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE (2005).

2.1.3 Escoamento superficial

O fragmento do ciclo hidrológico que estuda o deslocamento da água na superfície terrestre se atribui ao escoamento superficial, esse estudo considera a movimentação, desde a menor parcela da água oriunda da precipitação sobre um solo saturado ou impermeável, que por sua vez escoar pela sua superfície gerando as enxurradas, córregos, lagos, rios e ribeirões (PINTO, HOLTZ, et al., 2011).

De acordo com Tucci (1993), a primeira grande interferência à drenagem urbana ocorre ao escoamento superficial, pois as grandes áreas impermeabilizadas podem gerar vários impactos, como: aumento das vazões máximas, aumento da produção de sedimentos devido à ausência de proteção das superfícies, deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea devido à lavagem de ruas, telhados e ainda ligações clandestinas de esgoto cloacal, sendo necessária a inter-relação entre a ocupação do espaço urbano e a adequação dos sistemas coletores existentes. Com o aumento da intensidade, duração da precipitação e da área abrangida pela precipitação o escoamento superficial tende a aumentar (PRUSKI et al., 2003).

Os valores máximos de escoamento superficiais estimados são necessários tanto em bacias hidrográficas com ocupação agrícola e em bacias com ocupação urbanas (BONTA; RAO, 1992).

É necessário em estudos sobre manejo e conservação do solo e da água, para determinar a eficiência dos métodos de preparo e manejo do solo. São também necessárias em projetos de obras hidráulicas como barragens, canais, bueiros, vertedores, pontes e estruturas destinadas ao controle da erosão hídrica. Já os valores da lâmina de escoamento superficial são necessários no planejamento de irrigação suplementar (PATHAK et al., 1989).

A alteração da superfície da bacia (cobertura vegetal) pode acarretar impactos negativos, como aumento do escoamento superficial. Esse impacto normalmente é caracterizado no comportamento das vazões, ocorrendo aumento das vazões máximas,

causando enchentes e diminuição das vazões mínimas causando escassez de água em épocas de estiagens, e aumento da vazão média mais com uma distribuição pior dos valores de vazão, maiores picos de vazão máxima e vazões mínimas (TUCCI, 2002).

O impacto do escoamento pluvial em um ambiente natural ou construído, depende muito da forma como as questões de gestão das águas pluviais são conduzidas, no sentido de integrá-las no processo global de planejamento urbano. Segundo os princípios do Water Sensitive Urban Design (2004), traduzido como Projeto Urbano Hidricamente Sensível por Souza (2005), o planejamento das águas pluviais deve ser integrado com o abastecimento de água, de coleta de esgoto e de resíduos sólidos, bem como da gestão das águas subterrâneas, sempre apoiado nas melhores práticas correntes de gestão - Best Management Practices (URBONAS, 1993).

Na definição das medidas de controle do escoamento pluvial, e avaliação de seus impactos, um caso que merece atenção especial é o das medidas de controle do escoamento pluvial na fonte, aplicadas à escala de lote, como micros reservatórios de retenção ou superfícies de infiltração. As questões que dificultam essa avaliação são: (a) incerteza quanto a sua implantação e operação e manutenção; (b) qual seu impacto real sobre o escoamento, e qual a sustentabilidade temporal desse impacto (VILLANUEVA, 2011).

Dentre as principais grandezas características do escoamento superficial, que merecem ser destacadas segundo Garcez; Alvarez (1988), estão:

Nível de água: É a altura que atinge a água numa seção em relação a uma referência. Pode-se referir a valores instantâneos ou a média de intervalos (dia, mês, ano);

Velocidade: É a relação entre o espaço trilhado pela partícula líquida e o tempo de percurso. Diferenciam-se velocidades média, superficial e pontual (medida preferencialmente em m/s);

Vazão: É a relação entre o volume que escoar, e o período levado no processo de escoamento, é igual ao produto da velocidade média pela área da seção (mede-se em m^3/s);

Declividade da linha de água: Relação entre a diferença de cota entre dois pontos da superfície líquida e a distância entre eles (podendo ser em m/m ou cm/km).

O coeficiente de escoamento superficial, também chamado de coeficiente de deflúvio ou coeficiente de Runoff, pode ser descrito como a razão entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado no evento (TUCCI, 2000 apud TOMAZ, 2002).

Tucci (2015) ressalta que o coeficiente depende de uma série de fatores, como tipo de solo, ocupação da bacia, umidade antecedente e intensidade da chuva, sendo, portanto, pouco realista, por isso aconselha que a adoção de um valor seja feita com cuidado.

2.2 Sistemas de drenagem

A gestão das águas pluviais tem um papel fundamental em uma área urbana, pois pode ser utilizada para definir medidas para o controle de cheias, melhoria da qualidade da água, o aproveitamento da água da chuva, a adoção de soluções de baixo custo, ou uma combinação entre elas. Da mesma forma, a gestão também pode ser utilizada para: i) indicar as alternativas preferenciais para o controle do escoamento pluvial de cada local; ii) definir parâmetros e metodologias de projetos regionais; iii) elaborar estudos que justifiquem a busca por recursos financeiros; iv) desenvolver tecnologias inovadoras, ou de adaptações das edificações antigas às medidas de controle do escoamento pluvial; v) proteger as funções ambientais, entre outros (VILLANUEVA, 2011).

De acordo com Souza (2007), os sistemas de drenagem foram criados de início com a premissa de propiciar a evacuação das águas pluviais de uma zona, evitando prejuízos locais. Ainda na Idade Antiga, seguia as técnicas de esgotamento cloacal, e todos os resíduos eram lançados diretamente em áreas abertas e corpos hídricos.

Quando se percebeu o quão prejudicial esses lançamentos eram para a saúde pública, viu-se a necessidade de evacuação para fora do meio urbano o mais rápido possível das águas pluviais e de esgoto, que passou a ser feita por condutos artificiais, para zonas protegidas e tratadas. Mais tarde veio o sistema separador absoluto pluvial/esgoto, chegando ao sistema de drenagem convencional que ainda é muito utilizado nos dias de hoje (SOUZA, 2007).

2.2.1 Sistema de drenagem convencional ou higienista

No sistema de drenagem pluvial convencional as torrentes originadas pela precipitação desembocam em bueiros e sarjetas, e são escoadas por tubulações que alimentam condutos secundários a partir do qual atingem o fundo do vale, com escoamento topograficamente bem definido a jusante (KIPPER, 2015).

O escoamento no fundo do vale é a macrodrenagem, e o sistema que capta a água e a conduz até ele é a microdrenagem. Resumindo, a água é captada e drenada de forma mais rápida possível para jusante, porém isso gera impactos ambientais graves na região dos corpos receptores, e acaba sendo apenas uma transferência do problema, uma solução pontual, mas não definitiva (KIPPER, 2015).

Os projetos de drenagem urbana desenvolvidos convencionalmente, apesar de apresentarem-se, num primeiro momento, “tecnicamente” corretos, tendem a perder rapidamente sua eficiência, pois não atendem ao alto crescimento da demanda urbana por infraestrutura, na medida em que a cidade se desenvolve, necessitando de investimentos cada vez mais onerosos para permitir a continuação do funcionamento do sistema de drenagem. Essa situação agrava-se pela não existência ou não cumprimento dos planos de desenvolvimento urbano. Basicamente, os projetos de drenagem urbana e controle das enchentes resumem-se a ações emergenciais, esporádicas e definidas apenas após a ocorrência dos desastres (POMPÊO, 2000), além de atuarem pontualmente.

2.2.2 Sistema de métodos compensatórios ou sistema de drenagem sustentável

A partir da década de 60, o sistema urbano de drenagem e o desenvolvimento das cidades começaram a se integrar com objetivo de reduzir os impactos sobre o ciclo hidrológicos. Além dos aspectos quantitativos, a qualidade da água tornou-se um ponto relevante e assim as águas residuais e resíduos sólidos viraram assuntos tratados em conjunto. Passou-se então a valorizar não apenas o escoamento rápido das águas pluviais, como também a captação de águas da chuva enquanto oportunidade para aumentar a disponibilidade de recursos hídricos em ambientes urbanos (LINARD, 2017).

As soluções compensatórias, em conjunto com estruturas convencionais, buscam compensar impactos da urbanização através de dispositivos que aumentam a infiltração de água no solo, e/ou buscam uma reservação de volume de água. Dentre as estruturas que visam aumentar a infiltração do solo, podemos destacar trincheiras e valas de infiltração, calçadas permeáveis e poços de drenagem, ambos buscam uma compensação contra impermeabilidade do solo imposta pelo processo de urbanização, tentando recuperar a capacidade natural do local, aumentando-a em devidos pontos (KIPPER, 2015).

No estudo de Stahre (2005), o Departamento de Drenagem de Malmö, na Suécia, enxerga na abordagem sustentável do sistema de drenagem um caminho ideal para atingir suas

metas e objetivos com um baixo custo, se comparado com o sistema de drenagem tradicional, enquanto que o Departamento de Parques e Recreação vê nas soluções da drenagem sustentável uma boa aliada para o desenvolvimento e melhoria das condições de qualidade de vida no ambiente urbano através do aumento do valor dos parques urbanos. Como existe esse compartilhamento de interesse, os custos das estruturas, implantação e manutenção, podem ser divididos entre os dois departamentos, e mais outros que compartilharão dos benefícios da implantação desse sistema.

2.2.3 Desenvolvimento urbano de baixo impacto (LID)

Diferentemente das medidas compensatórias, que buscam compensar os problemas de drenagem, as técnicas de LID são preventivas, buscam uma aproximação das condições hidrológicas naturais da paisagem, preservando ao máximo os sistemas naturais. A premissa principal é gerenciar o controle na fonte, e isso pode ser obtido com técnicas como a distribuição da ocupação em lotes menores, manutenção de uma maior área verde, retirada do meio-fio das ruas de menor tráfego, integração do asfalto a gramados, visando que toda água seja infiltrada no solo (KIPPER, 2015).

De acordo com Coffman et al (1998) são projetos com objetivo de criar uma “paisagem funcional” capaz de incorporar características de projeto que buscam simular as funções de infiltração e armazenamento da bacia pré-urbanizada. Isso é feito através da redução da modificação do coeficiente curva-número (CN) característico do local, manutenção do tempo de concentração natural e incorporação de medidas de retenção distribuídas na bacia. Essas medidas acabam por reduzir a necessidade de instalação de estruturas de retenção para manter o volume e o pico de vazão do escoamento superficial.

Coffman et al (1998) ainda destacam os elementos da base de atuação do LID como sendo:

Curva-número (CN): minimização das alterações no CN pós-desenvolvimento, através da redução de áreas impermeáveis e preservação da cobertura vegetal (áreas com alta capacidade de infiltração e armazenamento) para reduzir a necessidade de implantação de estruturas de retenção que visam manter o volume de escoamento superficial.

Tempo de Concentração (tc): manutenção do tempo de concentração pré-urbanização no intuito de minimizar o aumento dos picos de vazão do escoamento superficial após a urbanização, através do alongamento dos caminhos dos escoamentos e aumento da rugosidade das superfícies.

Retenção: proporcionar armazenamento por retenção da água pluvial para controle do pico e volume do escoamento superficial, a fim de manter o CN pré-urbanização, assim como para o controle de qualidade da água.

Detenção: proporcionar um armazenamento adicional por retenção da água de chuva, se necessário, para manter o pico de vazão do escoamento superficial pré-urbanização e mitigar problemas de inundações existentes.

Algumas vantagens da prática do Low Impact Development são a conciliação do desenvolvimento urbano, do desenvolvimento dos sistemas de drenagem, das questões urbanísticas e paisagísticas; recomposições de processos naturais do ciclo hidrológico, que foram alterados pela urbanização, por meio da utilização de canais naturais, medidas de armazenamento, medidas de retenção e proteção das superfícies do solo e dos recursos hídricos; redução na poluição difusa; redução na necessidade de irrigação; redução na área pavimentada; melhorias ambientais e na saúde pública (FLAGSTAFF, 2009).

2.3 Medidas de controle

Os projetos de controle das cheias devem prever tanto medidas estruturais como não-estruturais. Medidas estruturais são intervenções diretas nas calhas dos rios ou na paisagem urbana, como canalização, barragens, reservatórios, criação de parques longitudinais inundáveis, diques, reservatórios em praças ou lotes, entre outros. São consideradas medidas de controle e, geralmente, imprescindíveis para ações corretivas (REZENDE, 2010).

Na drenagem urbana, as medidas sustentáveis de controle tratam de reter o escoamento na fonte, no loteamento ou na macrodrenagem por meio de infiltração ou armazenamento. Dessa forma, evita-se a transferência para jusante dos impactos. Para que essas medidas sejam adotadas, são necessárias legislações municipais que contenham o aumento do escoamento. Esta é uma prática que os países desenvolvidos implementaram desde os anos 1970 (TUCCI, 2012).

Por sua vez, as medidas não-estruturais são constituídas por ações indiretas, como zoneamento urbano (identificação das áreas alagáveis e restrições na legislação urbana), reservação de áreas para alagamento, preservação das várzeas, educação ambiental, sistemas de alerta, plano de resíduos sólidos, dentre outros. Essas medidas podem ser vistas como um aprendizado de convivência harmônica com os eventos de enchentes, tendo um caráter preventivo e complementar ao corretivo (REZENDE, 2010).

TABELA 1: Medidas para controle das inundações.

Estruturais	Extensivas	Agem na bacia, modificando as relações entre precipitação e vazão	
	Intensivas	Agem diretamente na calha do rio, modificando as grandezas hidráulicas e características hidrodinâmicas do escoamento	Aceleram o escoamento
			Retardam o escoamento
			Derivam o escoamento
Não-estruturais	• Preservação da cobertura vegetal – Florestas e matas ciliares • Regulamentação do uso do solo e zoneamento das áreas de inundação • Construção à prova de inundações • Seguro-inundação • Sistema de previsão e alerta de inundações • Educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, da erosão e do lixo		

FONTE: REZENDE (2010).

3 Resultados

Esse trabalho teve como objetivo acompanhar o processo de instalação de um sistema de drenagem pluvial urbana à rua Krakatoa no bairro Xavantes no município de Belford Roxo, RJ. A localização do estudo é uma rua predominantemente residencial.

Belford Roxo é um município brasileiro da Baixada Fluminense, na Região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro. Está localizado ao norte da capital do estado, distando desta cerca de 20 km, e estende-se por uma área de cerca de 79 km². Tornou-se município no ano de 1990, após emancipação da cidade de Nova Iguaçu.

3.1.1 Apresentação e Localização

O estudo de caso foi realizado à rua Krakatoa no bairro Xavantes no município de Belford Roxo, RJ (Figura 6). O perfil do local da obra está presente nos Anexos I a IV.

FIGURA 6: Localização da área de estudo.



FONTE: GOOGLE MAPS (2021)

3.2 Etapas

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) não possui uma norma própria para drenagem urbana, bem como os procedimentos para o dimensionamento dos seus dispositivos e parâmetros hidráulicos, sendo assim o material adotado para o planejamento e execução da obra foi o Manual de Drenagem de Rodovias do DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes), entre outras fontes, como livros e planos diretores de drenagem.

Os dispositivos hidráulicos que compõem um projeto de drenagem urbana são as sarjetas, sarjetões, bocas de lobo e galerias. Esses dispositivos são inseridos em locais estratégicos de acordo com a necessidade, capacidade e eficiência.

Para a realização dos cálculos de dimensionamento dos dispositivos hidráulicos utilizados no projeto foi utilizado os softwares Microsoft Excel e AutoCAD. Os resultados obtidos para o projeto de drenagem urbana para a rua Krakatoa são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: Planilha de dimensionamento de galeria de águas pluviais da rua Krakatoa.

Sanetech Serviços de Engenharia			PROJETO: Município de Belford Roxo - Xavantes											PLUVIOGRAFO: DE JUSANTE				NIGUACU															
			DATA: 15/10/2009											COEF. MANNING				n = 0,013 (concreto)															
														Tempo Recorrença				TR = 10 anos															
POCO DE VISITA LOCALIZAÇÃO			DEFLUVIOS A ESCOAR											CONTRIBUIÇÃO LOCAL				GALERIA DE JUSANTE															
PV	Situação Estaca	Cotas Terreno (m)	Fundo (m)	N.A. (m)	Area (ha)	Coef. Imper.	Area Total (ha)	Coef. Distr.	Coef. Distr.	Tempo Conc. (min)	Int. Pluv. (mm/h)	Coef. Deflux.	Defl. Local (l/s)	Defl. a Escoar (l/s)	F	Decl. vidade greide (m/m)	Decl. vidade transversões (m)	Altura d'agua Normal (m)	Y/D (%)	Prof mont jus (m)	Velo- cidade (m/s)	Comprimento (m)	Tempo de Perc. (min)	Tempo Total Perc. (min)	OBS	Escoramento	Area (m2)						
																											Continuo	Descont.					
RUA KRAKATOA																																	
160	0	+	0,00	52,740	53,440	51,47	0,062	0,70	0,06	1,52	1,00	10,00	120,7	0,54	11,3	11,3	0,004879	0,12000	0,12000	0,40	0,03	8	1,30	2,33	30,00	0,21	0,21	0,90	-	-	-		
160A	1	+	10,00	49,140	47,840	47,87	0,09	0,70	0,15	1,33	1,00	10,21	119,8	0,55	16,5	27,8	0,011781	0,12500	0,12500	0,40	0,05	13	1,30	2,97	30,00	0,17	0,38	0,90	-	-	-		
160B	3	+	0,00	45,390	44,090	44,14	0,08	0,70	0,23	1,24	1,00	10,38	119,2	0,55	14,7	42,5	0,016292	0,15257	0,15257	0,40	0,06	15	1,30	3,55	35,00	0,16	0,55	0,90	-	-	-		
164	4	+	15,00	40,050	38,750	38,81	0,21	0,70	2,45	0,87	0,87	10,55	118,5	0,55	350,3	392,8	0,112773	0,08267	0,08267	0,50	0,21	41	1,30	4,93	30,00	0,10	0,65	0,80	-	-	-		
165	6	+	5,00	37,570	36,270	36,48	0,06	0,70	2,51	0,87	0,87	10,65	118,1	0,55	10,1	402,9	0,117578	0,11200	0,08900	0,50	0,21	42	1,30	4,94	20,00	0,07	0,72	0,80	-	-	64,80		
166	7	+	5,00	35,330	34,030	34,24	0,05	0,70	2,56	0,87	0,87	10,72	117,9	0,55	8,3	411,2	0,122719	0,07650	0,07650	0,50	0,22	43	1,30	4,84	20,00	0,07	0,79	0,80	-	-	-		
166A	8	+	5,00	33,800	32,500	32,72	0,09	0,70	2,65	0,86	0,86	10,79	117,6	0,55	13,3	424,5	0,247748	-0,01967	0,02000	0,50	0,34	67	1,30	2,95	30,00	0,17	0,96	0,80	-	-	-		
167	9	+	15,00	34,390	31,780	32,12	0,14	0,70	2,79	0,86	0,86	10,96	117,0	0,55	21,3	445,8	0,260190	0,03967	0,02000	0,50	0,35	69	2,61	2,99	60,00	0,33	1,29	2,11	continuo	484,80	-		
168	12	+	15,00	32,010	30,580	30,93	0,43	0,70	3,21	0,84	0,84	11,29	115,7	0,56	64,0	509,8	0,297552	0,03550	0,02000	0,50	0,39	78	1,43	3,09	20,00	0,11	1,40	0,93	-	-	-		
168A	13	+	15,00	31,300	30,180	30,57	0,33	0,70	3,54	0,83	0,83	11,40	115,4	0,56	48,3	558,1	0,283310	0,01000	0,01000	0,60	0,44	74	1,45	2,44	15,00	0,10	1,50	0,85	-	-	-		
169	14	+	10,00	31,150	29,700	30,14	0,00	0,70	3,54	0,83	0,83	11,50	115,0	0,56	0,0	558,1	0,276483	0,01050	0,01050	0,60	0,44	73	1,45	2,48	20,00	0,13	1,63	0,85	-	-	-		
170	15	+	10,00	30,940	29,490	29,93	1,37	0,70	4,91	0,79	0,79	11,63	114,5	0,56	192,5	750,6	0,311120	-0,00500	0,01500	0,60	0,49	81	1,45	3,05	20,00	0,11	1,74	0,85	-	-	-		
171	16	+	10,00	31,040	29,190	29,68	0,00	0,70	4,91	0,79	0,79	11,74	114,1	0,56	0,0	750,6	0,311120	0,00000	0,01500	0,60	0,49	81	1,85	3,05	20,00	0,11	1,85	1,25	tes continúo	-	80,00		
172	17	+	10,00	31,040	28,890	29,38	0,17	0,70	5,07	0,78	0,78	11,85	113,8	0,56	23,2	773,8	0,320728	-0,03467	0,01500	0,60	0,50	84	2,15	3,08	30,00	0,16	2,02	1,55	continuo	347,40	-		
173	19	+	0,00	32,080	28,440	28,94	0,22	0,70	5,29	0,78	0,78	12,02	113,2	0,57	30,7	804,6	0,288793	0,04900	0,02000	0,60	0,46	76	3,64	3,46	50,00	0,24	2,26	3,04	continuo	583,00	-		
174	21	+	10,00	29,630	27,440	27,90	0,35	0,70	5,64	0,77	0,77	12,26	112,4	0,57	47,9	852,4	0,231293	0,07200	0,03500	0,60	0,38	64	2,19	4,33	22,50	0,09	2,34	1,59	continuo	159,64	-		
174A	22	+	12,50	28,010	26,653	27,04	0,26	0,70	5,90	0,77	0,77	12,34	112,1	0,57	35,1	887,6	0,201490	0,19778	0,05000	0,60	0,35	58	2,96	5,00	11,25	0,04	2,38	2,36	continuo	95,91	-		
174B	23	+	3,75	25,785	24,465	24,83	0,00	0,70	5,90	0,77	0,77	12,38	112,0	0,57	0,0	887,6	0,201490	0,19778	0,05000	0,60	0,35	58	2,96	5,00	11,25	0,04	2,42	2,36	continuo	95,91	-		
175	23	+	15,00	23,560	22,260	22,61	0,00	0,70	5,90	0,77	0,77	12,42	111,8	0,57	0,0	887,6	0,201490	0,22167	0,05000	0,60	0,35	58	1,30	5,00	12,00	0,04	2,46	0,70	continuo	111,84	-		
177	24	+	7,00	20,900	19,600	19,95	0,46	0,70	6,36	0,76	0,76	12,46	111,7	0,57	61,0	948,5	0,304519	0,05556	0,02500	0,60	0,47	79	1,99	3,92	22,50	0,10	2,55	1,39	tes continúo	-	73,97		
177A	25	+	9,50	19,650	18,350	18,82	0,00	0,70	6,36	0,76	0,76	12,55	111,4	0,57	0,0	948,5	0,304519	0,10311	0,02500	0,60	0,47	79	2,18	3,92	11,25	0,05	2,60	1,58	continuo	78,27	-		
177B	26	+	0,75	18,490	17,190	17,66	0,00	0,70	6,36	0,76	0,76	12,60	111,2	0,57	0,0	948,5	0,304519	0,10311	0,02500	0,60	0,47	79	2,18	3,92	11,25	0,05	2,65	1,58	continuo	78,27	-		
178	26	+	12,00	17,330	16,030	16,50	0,29	0,70	6,65	0,75	0,75	12,65	111,1	0,57	38,1	986,6	0,316751	0,05600	0,02500	0,60	0,50	83	2,23	3,96	30,00	0,13	2,78	1,63	continuo	211,80	-		
178A	28	+	2,00	15,650	14,350	14,85	1,18	0,70	7,83	0,73	0,73	12,78	110,7	0,57	152,9	1139,5	0,258529	0,15633	0,02200	0,70	0,48	69	3,47	3,91	15,00	0,06	2,84	2,77	continuo	147,45	-		
178B	28	+	17,00	13,305	11,855	12,34	0,00	0,70	7,83	0,73	0,73	12,84	110,4	0,57	0,0	1139,5	0,258529	0,15633	0,02200	0,70	0,48	69	3,47	3,91	15,00	0,06	2,90	2,77	continuo	147,45	-		
179	29	+	12,00	10,960	9,510	9,99	0,00	0,70	7,83	0,73	0,73	12,90	110,2	0,57	0,0	1139,5	0,324083	0,01875	0,01400	0,70	0,60	85	1,45	3,30	40,00	0,20	3,11	0,75	tes continúo	-	123,60		
180	31	+	12,00	10,210	8,760	9,36	0,31	0,70	8,13	0,73	0,73	13,11	109,6	0,58	39,2	1178,7	0,323859	0,01367	0,01500	0,70	0,60	85	1,45	3,42	30,00	0,15	3,25	0,75	-	-	-		
181	33	+	2,00	9,800	8,310	8,91	0,23	0,70	8,36	0,73	0,73	13,25	109,1	0,58	28,6	1207,3	0,311603	0,01733	0,01700	0,70	0,57	81	1,49	3,60	30,00	0,14	3,39	0,79	-	-	-		
182	34	+	12,00	9,280	7,800	8,37	0,27	0,70	8,62	0,72	0,72	13,39	108,7	0,58	33,5	1240,8	0,281516	0,05067	0,02200	0,70	0,52	74	2,31	4,00	30,00	0,13	3,52	0,78	continuo	225,60	-		
183	36	+	2,00	7,760	6,310	6,83	0,21	0,70	8,83	0,72	0,72	13,52	108,3	0,58	26,2	1267,0	0,290775	0,02625	0,02150	0,70	0,53	76	1,64	3,98	40,00	0,17	3,68	0,94	tes continúo	-	123,60		
183A	38	+	2,00	6,710	5,260	5,79	0,22	0,70	9,05	0,72	0,72	13,68	107,8	0,58	27,6	1294,6	0,267627	0,01267	0,01300	0,80	0,57	71	1,60	3,32	15,00	0,08	3,76	0,75	tes continúo	-	48,08		
184	38	+	17,00	6,520	4,915	5,40	0,14	0,70	9,19	0,72	0,72	13,76	107,6	0,58	17,6	1312,2	0,271260	0,01286	0,01300	0,80	0,58	72	1,61	3,33	35,00	0,18	3,93	0,81	tes continúo	-	112,53		
185	40	+	12,00	6,070	4,460	5,04	0,20	0,70	9,39	0,71	0,71	13,93	107,1	0,58	24,8	1336,9	0,325532	0,00633	0,00500	0,90	0,77	85	1,61	2,34	30,00	0,21	4,15	0,81	tes continúo	-	106,74		
185A	42	+	2,00	5,880	4,271	4,89	0,43	0,70	9,82	0,71	0,71	14,15	106,4	0,58	52,5	1389,5	0,308847	-0,00900	0,00600	0,90	0,73	81	1,76	2,53	30,00	0,20	4,35	0,86	tes continúo	-	119,04		
186	43	+	12,00	6,150	3,941	4,67	0,00	0,70	9,82	0,71	0,71	14,35	106,8	0,59	0,0	1389,5	0,308847	0,00367	0,00600	0,90	0,73	81	2,21	2,53	60,00	0,40	4,74	1,31	continuo	546,96	-		
187	46	+	12,00	5,930	3,581	4,31	0,32	0,70	10,14	0,71	0,71	14,74	104,7	0,59	38,7	1428,2	0,317442	0,00867	0,00600	0,90	0,75	83	2,35	2,54	15,00	0,10	4,84	1,45	continuo	139,74	-		
ALA	47	+	7,00	5,800	3,491	4,24	0,00	0,70	10,140	0,71	0,71	14,84	104,4	0,59	0,0	1428,2																	

Para uma drenagem adequada o manual da CETESB (1980, P.259), prevê uma declividade mínima de 1% para as ruas, e 0,4% para sarjetas. Quanto à declividade máxima, o manual desassocia este parâmetro para a drenagem. Através da medição de declividade da rua Krakatoa foi observado que a declividade máxima era de 1,5%, sendo necessária a correção durante as obras.

Vale ressaltar que, quanto maior for a declividade, menor será o tempo de concentração, ou seja, menor será o tempo gasto pela água precipitada no ponto mais distante da bacia até que ela chegue no fundo do vale; e quanto menor for a declividade, maior será o tempo de concentração.

3.2.1 Rua Krakatoa e seus problemas de saneamento básico

O bairro Xavantes em Belford Roxo é bastante simples, possui pouca infraestrutura e saneamento básico ainda precário. As condições de limpeza, aparentemente, são aceitáveis, entretanto, há problemas de escoamento de águas pluviais na localidade, elevando a possibilidade de enchentes nos dias de chuvas (Figura 7).

FIGURA 7: Rua Krakatoa antes do início das obras.



Além disso, foi observada a presença elevada de plantas aquáticas (Figura 8, aumentando ainda mais o risco de enchentes na localidade).

FIGURA 8: Canalização parcialmente comprometida pela presença de plantas aquáticas.



A presença de plantas aquáticas, cobrindo os canais de passagem de águas, podem gerar problemas sérios para aqueles que vivem na região, pois, com a enchentes, poderão existir a ocorrência da entrada de água nas residências e o aumento de doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose.

Ainda pode-se observar que a rua objeto do presente estudo não possuía bocas de lobo, sarjetas ou sarjetões, impedindo ainda mais o processo de escoamento de água. As residências encontravam-se no nível da rua, esse era um indicativo de falta de planejamento urbano e aumento da possibilidade de ocorrência de alagamento dentro das residências (Figura 9), esses fatores são mais do que essenciais para que fosse implantado um sistema de drenagem na localidade.

FIGURA 9: Ausência de planejamento urbano a época na localidade do estudo.



Dessa forma, para o canal suportar toda a vazão, foi necessário aumentar a profundidade do canal existente até um nível que possibilitasse a referida adequação da velocidade de escoamento de forma que este estivesse em conformidade com a velocidade máxima permitida para o tipo de revestimento em que o canal se encontrava.

3.2.1 Início das obras

As galerias de águas pluviais são dispositivos com a função de afastar rapidamente o escoamento superficial da precipitação. Essa estrutura, na maioria das vezes, é em concreto e cilíndrica.

A galeria de água pluvial é o elemento hidráulico mais importante de toda a rede de drenagem, pois, ele é responsável por conduzir a água captada para o seu destino final, ou seja, é a tubulação que capta a água do tubo de ligação e a conduz por uma grande extensão até o emissário final.

Sabendo disso, o projeto propôs a instalação de galerias pluviais no local do estudo visando melhorar a captação e transporte das águas da chuva (Figura 10).

FIGURA 10: Início do processo de instalação de galerias pluviais.



A galeria de água pluvial é o principal sistema de drenagem da rede, além de estabelecer todos os parâmetros para a elaboração do projeto e consequentemente a construção da rede, dessa forma a tabela 2 apresentada nesse artigo demonstra o dimensionamento adequado as especificidades do referido projeto a qual foi implementado.

O dimensionamento do conduto principal foi realizado por trechos, uma vez que, havia a presença de caixa de passagem entre eles (Figura 11).

FIGURA 11: Trecho onde será construído um poço de visita. (PV)



O poço de visita (PV) foi definido como uma câmara com acesso posicionada com uma necessidade de caráter construtivo que é usada para determinar mudança de direção, declividade, material, diâmetro, limpeza e manutenção.

FIGURA 12: Construção da caixa de passagem



FIGURA 13: Caixa de passagem finalizada



4 Conclusões

A urbanização é realidade para mais de 80% da população brasileira há alguns anos, e essa taxa só tende a acompanhar a tendência mundial de crescimento desordenado, porém o modo como a sociedade modifica e adapta regiões antes não ocupadas deve ser observado de perto, para que não crie problemas para si e para o planeta.

Para o desenvolvimento de uma cidade, é necessário ter um plano de crescimento, no qual deve-se citar quais as áreas de reserva natural, várzeas de inundação, regras de delimitação de rios, porcentagem de permeabilidade dos lotes, detalhamento das bacias, período de retorno determinado, fórmulas empíricas adotadas para fazer os cálculos necessários da micro e da macrodrenagem, risco e incerteza, manutenção dos sistemas de drenagem, dimensionamento de reservatório de detenção, amortecimento de cheia e etc.

As medidas implantadas no projeto são eficientes na compensação dos problemas oriundos da urbanização, principalmente a impermeabilização dos solos. Porém, o ideal é que essas medidas deixem de ser apenas compensatórias e passem a ser integradas ao planejamento e desenvolvimento urbano da cidade, com a finalidade de se alcançar um crescimento urbano hidrologicamente funcional e sustentável.

Sugere-se ainda acompanhar a região, principalmente, nos períodos de chuvas, para verificar se o sistema implantado de fato é eficiente, se não há alagamentos e enchentes na região e, devido o desnível das residências com a rua, se as águas das chuvas deixaram efetivamente de entrar nos imóveis.

5 Referências

AMARAL, R.; RODRIGUES, R. Inundações e Enchentes. In: Tominaga, R; Santoro, J; Amaral, R.(orgs.) / Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196p.

BARBOSA JÚNIOR, A. R. Elementos de hidrologia aplicada: previsão de enchentes. 2014. Disponível em: http://www.em.ufop.br/deciv/departamento/~antenorrodriques/7_Previsao%20de%20Enchente.pdf. Acesso em: 20 maio de 2021.

BELLÉ, J.P. Avaliação da eficácia do sistema de drenagem urbana. Estudo de caso: Ijuí – RS. 112p. 2011. Monografia. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2011.

BONTA, J.V.; RAO, A.R. Estimating peak flows from small agricultural watersheds. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, v.118, n.1, p.122-137, 1992.

BRASIL. Lei n. 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 06 jan. 2007.

CHAMPS, José Roberto, Brasil: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos. Manejo de águas pluviais urbanas: o desafio da integração e da sustentabilidade. Brasília: [s.n.], 2009. (Coletânea Lei Nacional de Saneamento Básico. Livro II, item 10.2).

COFFMAN, L. et al. Low-Impact Development: Hydrologic Analysis and Design. In: LOUCKS, Eric D (Comp.). Water Resources and the Urban Environment. Illinois: Asce, 1998, p. 1-35.

COSTA, R. N. T. Condutos livres. Universidade Federal do Ceará: Departamento de Engenharia Agrícola. 2014. Disponível em: <http://www.gpeas.ufc.br/disc/hidr/aula01.pdf>. Acesso em: 18 maio 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. DAEE/CETESB. Drenagem Urbana. Segunda Edição, São Paulo (SP).1980.

_____. Drenagem Urbana – Manual de Projeto.3 ed. Edição, São Paulo, Cetesb, 1986.

FLAGSTAFF Low Impact Development: Guidance Manual for Site Design and Implementation. City of Flagstaff: Stormwater Management Section, 2009.

GARCEZ, L.; ALVAREZ, G. Hidrologia. 2ª. ed. São Paulo: Edgar Blucher Ltda., 1988.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) – 2000. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília, 2000.

ISDR. Disaster risk reduction 1994-2004. [Geneva]: United Nations, International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), 2005.

KIPPER, A. Drenagem urbana: comparativo de custos no dimensionamento utilizando sistemas de drenagem tradicional (higienista), e compensatória com microrreservatórios. 79f. 2015. Monografia. Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

LINARD, P.A.R.G. Drenagem compensatória e sua aplicação em uma área da UFRN. 71f. 2017. Monografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

PATHAK, P.; LARYEA, K.B.; SUDI, R.A runoff model for small watersheds in the semi-arid tropics. Transactions of the ASAE, v.32, n.5, p1619-1624, 1989.

PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO (PNSB). Brasil. 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf. Acesso em: 19 mai 2021.

PHILIPPI Jr. A, Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manoele, 2005- (coleção Ambiental; 2).

PINTO, N. L. D. S. et al. Hidrologia Básica. 13ª reimpressão da 1ª. ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 2011.

POMPÊO, C.A., Drenagem Urbana Sustentável, Revista Brasileira de Recursos Hídricos: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n. 1, 2000, p.15-23.

POMPÊO, C. A. Development of a State policy for sustainable urban drainage. Urban Water. Elsevier Science, Londres, 2000.

PORTO, M. F. A. Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 2001, p.387-414.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IJACI-MG. Plano municipal de saneamento básico. 2013. Disponível em: <http://ijaci.mg.gov.br/plano-municipal-de-saneamento-basico>. Acesso em: 20 maio 2021.

PRUSKI, F.F.; BRANDÃO, V.S., SILVA, D.D. Escoamento superficial. Viçosa: UFV, 2003, 88 p.

REZENDE, O. M.; MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; Drenagem Urbana: do Projeto Tradicional à Sustentabilidade – 1 ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

SOUZA, C. F., Mecanismos Técnicos-Institucionais para a sustentabilidade da drenagem urbana. Porto Alegre: UFRGS – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. 193f. Dissertação (Mestrado). 2005.

SOUZA GONÇALVES, L.; FREIRE SOUZA, C.; AVRUCH OLDENFUM, J. Plano Integrado de Sistemas de Drenagem Urbana. Porto Alegre, 2007.

STAHERE, P., 15 Years Experiences of Sustainable Urban Storm Drainage in the City of Malmo, Sweden, World Water and Environmental Resources Congress, 15 a 19 de maio de 2005, Alaska. Disponível em: <http://www.ascelibrary.org>. Acesso em: 20 maio 2021.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL – SUDERHSA. Plano diretor de drenagem para a bacia do rio Iguaçu na região metropolitana de Curitiba. Curitiba, 2002.

TEIXEIRA, S.N. Sistema de drenagem urbana: estudo de caso para a macrodrenagem do município de Arcos – MG. 82f. 2014. Monografia. Centro Universitário de Formiga, 2014.

TOMAZ, P. Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para obras municipais. São Paulo: Navegar, 2002.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia Ciência e Aplicação. Editora UFRGS. 2.ª Edição, Porto Alegre, 1993, 943p.

_____.; PORTO, R.L.L. e BARROS, M.T. Drenagem Urbana. UFRGS Ed. da Universidade/ABRH, Porto Alegre, 1995, 430 p.

_____. Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, Porto Alegre/RS, Volume 2, n.2m p. 5-12, 1997.

_____. Inundações e Drenagem Urbana. In TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C.(org.) Inundações Urbanas na América do Sul, ABRH, Porto Alegre, cap.3, 2003. pp.45- 129.

_____. BERTONI, J. C. Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005.

_____.; MELLER, A. Regulação das águas pluviais urbanas. Rega – Revista de Gestão da América Latina, Porto Alegre: Vol.4 – Nº1 - Jan./Jun. 2007.

_____. Brasil: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental Lei Nacional de Saneamento Básico: perspectivas para as políticas e a gestão dos serviços públicos. Gestão integrada das águas urbanas: águas pluviais. Brasília: [s.n.], 2009. (Coletânea Lei Nacional de Saneamento Básico. Livro II, item 10.1).

_____. Gestão da drenagem urbana. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

_____. PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. D. Drenagem Urbana. reimpressão da 1ª. ed. Porto Alegre: ABRH, 2015.

URBONAS, B., STAHERE, P., 1993. Stormwater Best Management Practices and Detention, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 450p.

Villanueva, A. O. N.; Tassi, R.; Allasia, D. G.; Bemfica, D.; Tucci, C. Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação. REGA – Vol. 8, no. 1, p. 5-18, jan./jun. 2011.

WATER SENSITIVE URBAN DESIGN, 2004. Disponível: [Http://www.wsud.org/](http://www.wsud.org/). Acesso em: 20 mai 2021.

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ATRAVÉS DE NUCLEAÇÃO NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DE NOVA IGUAÇU/RJ E SUA ÁREA DE AMORTECIMENTO

Edgar José Silva Martins¹; Gisele Dornelles Pires²; Paula Fernanda Chaves Soares³ Michel Santos da Silva

¹ Aluno Graduação Biologia- Faculdade de Biológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

^{2,3,4} 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
edgarboga01@gmail.com, eng.gisele.pires@gmail.com, pfernanda07@gmail.com,
michelbiodss@yahoo.com.br

Resumo - O processo de ensino-aprendizagem de ciências e biologia apresentam-se como de difícil compreensão e quando se tratando de áreas específicas como a botânica, observa-se que a dificuldade aumenta. Para entendermos não só as dificuldades, mas os fatores que afetam o entendimento na área, levamos em consideração três agentes essenciais para a efetivação do processo, sendo estes: o estudante, sujeito ativo da construção do conhecimento e futuro disseminador, o professor, agente mediador do conhecimento, e por fim, mais não menos importante, o uso de recursos ou suportes didáticos, mais especificamente o os trabalhos acadêmicos já publicados na área. Partindo deste pressuposto, o trabalho teve como objetivo verificar a eficácia da recuperação de áreas degradadas através de nucleação, usando conhecimentos por parte das experiências obtidas no campo e criar relação com as áreas exitosas, identificar as abordagens, metodologia e desafios de implementar as áreas. A pesquisa foi realizada no Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu e sua área de amortecimento no Município de Nova Iguaçu. O estudo aconteceu em cinco etapas de modo que na primeira etapa foi identificado as áreas de nucleação com o fechamento do polígono e georreferenciamento da área, etapa dois, foram identificados os parceiros para limpeza da área. Após a área limpar, entramos na terceira etapa que foi cavar os berçários correspondente a capacidade da área. Já a quarta etapa, foi escolher os vegetais nativos de mata atlântica e a quinta etapa foi o plantio efetivamente, usando diferentes métodos para isso, plantamos mudas de no máximo sessenta centímetros até mudas de um metro, mudas com adubo e hidrogel até mudas sem nada. Assim buscamos entender qual método teve melhor adaptação ao solo de acordo com a forma de plantio. Como resultado observou-se que as mudas que tinham sido plantadas com adubo e com porte menos de até sessenta centímetro se adaptaram melhor nas áreas com declividade e as mudas de um metro se adaptaram melhor na área plana com adubo ou sem adubo.

Palavras-chave: Recuperação; Nucleação; mudas.

Abstract - The teaching-learning process of science and biology presents itself as difficult to understand, and when dealing with specific areas such as botany, it is observed that the difficulty increases. To understand not only the difficulties but the factors that affect the understanding in the area, we considered three essential agents for the realization of the process, namely: the student, active subject of knowledge construction and future disseminator, the teacher, mediating agent of knowledge, and finally, but not least, the use of resources or didactic supports, more specifically the academic works already published in the area. Based on this assumption, the work aimed to verify the effectiveness of the recovery of degraded areas through nucleation, using knowledge from experiences obtained in the field and creating a relationship with successful regions, identifying the approaches, methodology, and challenges of implementing the areas. The research was carried out in the Municipal Natural Park of Nova Iguaçu and its buffer area in the Municipality of Nova Iguaçu.

The study took place in five stages so that in the first stage the nucleation areas were identified with the closing of the polygon and the georeferencing of the area; stage two, the partners for cleaning the region were identified. After the area clears, we enter the third step, which was to dig the nurseries corresponding to the area's capacity. The fourth step was to choose native plants from the Atlantic Forest. The fifth step was to plant effectively; using different methods for this, we planted seedlings of at most sixty centimeters to one-meter seedlings, seedlings with fertilizer and hydrogel until seedlings with nothing. Thus, we sought to understand which method had the best adaptation to the soil according to the way of planting. As a result, it was observed that the seedlings that had been planted with fertilizer and with a size of fewer than sixty centimeters adapted better in the areas with slope and the one-meter seedlings adapted better in the flat area with fertilizer or without fertilizer.

Keywords: Recovery; Nucleation; seedlings.

1 Introdução

A escalada do progresso técnico humano pode ser medida pelo seu poder de controlar e transformar a natureza. Quanto mais rápido o desenvolvimento tecnológico, maior o ritmo de alterações provocadas no meio ambiente. Cada nova fonte de energia dominada pelo homem produz determinado tipo de desequilíbrio ecológico, como por exemplo, a invenção da máquina a vapor que aumenta a procura pelo carvão e consequentemente acelera A escalada do progresso técnico humano pode ser medida pelo seu poder de controlar e transformar a natureza. Quanto mais rápido o desenvolvimento tecnológico, maior o ritmo de alterações provocadas no meio ambiente. Cada nova fonte de energia dominada pelo homem produz determinado tipo de desequilíbrio ecológico, como por exemplo, a invenção da máquina a vapor aumenta a procura pelo carvão e consequentemente acelera o ritmo de desmatamento.

A recuperação de ecossistemas degradados vem recebendo importância crescente diante do quadro cada vez mais drástico de crise ambiental e diminuição da qualidade devida das populações humanas e naturais. O que hoje predomina no meio rural são grandes áreas intensamente cultivadas com monoculturas, solo nu sofrendo intenso processo erosivo, zonas ripárias sem vegetação provocando o assoreamento de rios, e pequenos fragmentos florestais, isolados e permanentemente perturbados pelas atividades humanas (AMADOR, 1999).

A recuperação das áreas degradadas através do manejo, com interferência do ser humano, desde que feita cuidadosamente, criando condições do fortalecimento do potencial natural e de diversidade, permite que o tempo de recuperação seja mais rápido. Portanto o objetivo desse projeto, é melhorar e enriquecer os ecossistemas presentes na serra do vulcão na Cidade de Nova Iguaçu Rio de Janeiro.

Visto que a recuperação de ecossistemas degradados vem recebendo importância crescente diante do quadro cada vez mais drástico de crise ambiental, é de suma importância a implantação de programas de recuperação de áreas degradadas.

As áreas degradadas causam a perda da capacidade de resiliência dos ecossistemas, bem como a perda ou redução da biodiversidade.

Tendo em vista a necessidade de intervenção nos processos de degradação, estão surgindo técnicas de recuperação menos onerosas do que as técnicas convencionais usadas até então, como

exemplo, a nucleação que propõe a criação de pequenos núcleos dentro da área degradada induzindo uma heterogeneidade ambiental, além de poleiros artificiais para avifauna enriquecer os núcleos.

Esse projeto apresenta um mecanismo de recuperação para uma área com características de deterioração na Serra do vulcão no município de Nova Iguaçu – RJ, definindo medidas de controle para o processo de erosão que com carreamento de sedimentos para as bacias de drenagem e para vias pluviais da cidade, podem causar transtornos.

A efetividade deste projeto, já de encontro a diminuição das ilhas de calor, com isso desenvolver um modelo de reflorestamento da área degradada que poderá ser replicado em outros pontos da serra.

A Serra conhecida popularmente como serra do vulcão, já passou por quatro ciclos econômicos que degradaram e deixaram o solo pobre em nutrientes, dificultando assim sua recuperação.

A transição do governo colonial para imperial é considerada pelo autor como tendo acelerado ainda mais o processo de devastação da Mata Atlântica, já que os brasileiros, exercendo então plena soberania sobre as florestas, passaram a “atacá-la com redobrado vigor e entusiasmo” visando benefícios imediatos. Cabe citar a dominância da cultura do café à época, que, por utilizar áreas de plantio impróprias para a cultura canavieira, como as regiões montanhosas, acabou por contribuir para destruição de porções até então intactas da floresta (Magali Romero Sá 1996).

2 Objetivos e Metodologia

2.1.1 Objetivo Geral:

Esse projeto tem como objetivo, recuperar uma pequena área da serra do vulcão, através de um método chamado nucleação. Com isso, espero alcançar rapidamente êxito nos resultados. Trazendo de volta os serviços ecossistêmicos que já existiu no local. E com isso influenciar diretamente no clima dos bairros próximos a Serra, diminuindo a temperatura e a quantidade de sedimentos que são levados pela chuva e assoreiam os córregos e rios pela falta de floresta.

2.1.2 Objetivos Específicos:

Identificar e delimitar as áreas de reflorestamento;

- Fazer a limpeza do local e abrir os berçários;
- Selecionar as mudas e metodologia de plantio;

2.1.3 Metodologia

Por se tratar de tema ainda pouco discutido no meio acadêmico, resultou em poucas referências bibliográficas, mas não menos importante já que “Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (Art. 225 da constituição federal de 1988).

A preocupação com o meio ambiente, no Brasil, surgiu a com mais pujança na década de 60 e ficar mais evidente na década de 70, onde o Governo Brasileiro passou a se interessar e participar de convenções e reuniões internacionais, como o Protocolo de Kyoto e a Agenda 21, por exemplo.

Resultando na criação de diversas instituições, organizações e órgãos: nacionais, estaduais e municipais, para tratar das questões do meio ambiente. Mas mesmo com a existência de muitas leis, resoluções e decretos protetores do meio ambiente, ainda hoje acontecem muitas atividades prejudiciais aos ecossistemas.

Segundo Arres, Mariano e Simonassi (2012), a maior parte das degradações que acontecem hoje em dia é consequência do crescimento econômico, construção de estradas, pecuária em larga escala, expansão da fronteira agrícola e pecuária, e densidade populacional; além de incêndios, uso do solo em agricultura e agropecuária, uso de árvores para madeira, extração de materiais naturais para uso como fonte de energia e até fenômenos naturais. Defendem também que a maior causa do desmatamento, na Amazônia em específico, é causada por aumento da densidade populacional, expansão da fronteira agropecuária, comércio de madeira, distribuição de renda e governança.

Para Salvador e Miranda (2007), a causa das degradações se dá pela exploração da agricultura, exploração de essências florestais de alto valor comercial, construção de estradas e infraestrutura.

Já Mantovani e Barbosa (2000) acrescentam também o uso excessivo de produtos químicos e ausência de práticas conservacionistas do solo e atividades industriais como fatores importantes da degradação ambiental.

Arres, Mariano e Simonassi (2012) também informam que essas alterações no ambiente sadio podem gerar a perda da biodiversidade, redução do ciclo da água, podendo causar mais queimadas e emissão de gases aceleradores do efeito estufa, além de processos erosivos, assoreamento de rios, desliz de terras, problemas para a saúde humana e animal, entre diversas outras consequências. Observaram também que a redução do desmatamento é bastante grande quando existe a presença de um órgão fiscalizador ambiental eficiente no município.

Devido ao aumento do desmatamento e perda significativa da mata atlântica, foi vista a necessidade de juntar informações que possibilitaram conhecimento suficiente para iniciar o projeto de recuperação das áreas degradadas.

3 Área degradada

Segundo Corrêa (2007), a vegetação de um local cresce com o passar do tempo, geralmente ocorrendo o aumento da quantidade de espécies e de espécimes (indivíduos da mesma espécie) no local. denomina sucessão primária. Porém, caso o ambiente anteriormente povoado tenha sofrido perda de diversidade biológica e perda de quantidade de indivíduos, seja por conta do clima, de ações geológicas ou antrópica, e se encontra novamente em processo de aumento de colonização, dá-se o nome de sucessão secundária, á qual muito raramente, ou até jamais, chegará ao estado anterior de diversidade.

Já Odum (1993, apud Corrêa, 2007) toda comunidade, independente do estado que se encontre, tende evoluir a uma comunidade clímax, onde ocorre a estabilidade populacional.

Segundo Watanabe (1997, apud Mantovani e Barbosa, 2000), qualquer processo causador de alteração negativa do ambiente, causando desequilíbrio ou destruição total ou parcial do ecossistema é caracterizado como degradação ambiental. Corrêa (2007) informa que a intensidade do dano é o fator que define a diferenciação entre uma área degradada e

uma área perturbada. Área degradada é um local que sofreu qualquer alteração desvantajosa, causando a diminuição de sua produtividade, seja por conta de manejo inadequado, da remoção da cobertura vegetal, do excesso de fertilizantes e/ou agrotóxicos, da erosão, mineração ou qualquer prática inadequada. Esta não tem capacidade de se recuperar sozinha, tendo necessidade de intervenção humana.

No Brasil, a atividade de recuperação das áreas degradadas, recebe o nome de Ecologia da Restauração. Porém, a importância é que o processo seja realizado, independente do termo a ser empregado. Ainda assim a conceituação é importante para a divulgação e aplicação das técnicas. (MANTOVANI; BARBOSA, 2000).

3.1 Legislação pertinente

Considerando a necessidade de se cumprir a legislação ambiental, e nortear a elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), que inclui os projetos de reflorestamento a lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 (SNUC) regulamenta o art. 225, §1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, e dá outras providências, em seguida vem o Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002 que regulamenta artigos da lei nº9.985/00, que dispõe sobre o sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e dá outras providências, já a Lei complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011 fixa normas, nos termos dos incisos II, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrente do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a lei nº 6.938 de 31 de Agosto de 1981.

Atualmente existe uma grande quantidade de legislação, o Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências, o Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008 regulamenta dispositivos da lei nº 11.428/2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, a atualização do código florestal lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as leis nº 6.938/1981; 9.393/1996 e 11.428/2006. Revoga as leis nº 4.711/1965; 7.754/1989 e a medida provisória nº 2.166-67/2001, e dá outras providências.

Nas legislações estaduais a Resolução INEA PRES nº 36, de 8 de julho de 2011 aprova o termo de referência para elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas – PRAD em seguida a Resolução INEA nº 83, de 23 de dezembro de 2013 cria a emissão de autorização ambiental para aprovação de projetos de recuperação de áreas degradadas – PRAD que ganha um reforço na Resolução INEA nº 85, de 28 de janeiro de 2014 aprovando os procedimentos para tramitação de processos administrativos de licenciamento ambiental, adequação ambiental de propriedades rurais e recuperação de áreas degradadas.

A Cidade de Nova Iguaçu dispõe da lei 2.868 de 3 de dezembro de 1997 que aprova as diretrizes da política de meio ambiente e a lei 3.129 de 10 de novembro de 2000 que institui o Código Municipal de Meio Ambiente de Nova Iguaçu, tendo como finalidade regular os direitos e obrigações concernentes à proteção, controle, conservação e recuperação do meio ambiente na Cidade de Nova Iguaçu. Respeitadas as competências da União e do Estado.

3.2 Apresentação

O Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu tem sua topografia delimitada pela serra de Madureira, na vertente iguaçuana, e pela serra do Mendanha, na vertente do município do Rio de

Janeiro. A variação altimétrica oscila em torno da cota 150 m, onde está situada a entrada da unidade, a cota 956 m, onde se localiza o marco sudoeste, próximo ao pico do Gericinó. A unidade de conservação (UC) em apreço está inserida, portanto, na parte ocidental do maciço do Gericinó-Madureira-Mendanha. Trata-se de uma área com cerca de 1.100 hectares, que de acordo com a lei de uso e ocupação do solo do município (Lei 2.882, de 30 de dezembro de 1997), integra a Zona de Interesse Ambiental (AE-1). O acesso à área do Parque pode ser feito pelo Kaonze através da estrada do encanamento ou pelo do centro de Mesquita (Praça Manoel Duarte, em frente à estação), percorrendo-se aproximadamente 4,5 km da via local denominada Avenida Brasil através de duas vias locais: a Avenida Brasil e a Estrada da Cachoeira. Outra referência importante é a existência da Represa Epaminondas Ramos, construída em 1948, junto à qual a Prefeitura da Cidade de Nova Iguaçu construiu uma guarita de controle e fiscalização do Parque. Tendo sido oficialmente criado no ano de 1998, gera um fluxo de 30.000 pessoas por ano fazendo visita, o parque abriga trilhas, aproximadamente 14 poços e cachoeiras abertas para uso recreativo. Um belo local para caminhadas, trilhas, rapel, banhos e muito mais.

3.3 Clima

Segundo Köpper, o clima varia entre tropical de altitude (Cwa) e tropical (Aw), com estações bem definidas e média anual de temperatura de 17° a 22°C (Cwa) e 22° a 24°C (Aw). A precipitação média anual varia entre 1.212mm (MATTOS et al. 1998).

3.4 Uso e Ocupação do Solo

Após a decadência da cultura de cana-de-açúcar, no início do século XIX, foram implantados laranjais que, por sua vez, atingiram seu auge econômico entre 1930 e 1939, no município de Nova Iguaçu.

A partir da primeira Guerra Mundial, os laranjais entraram em declínio e foram sucedidos por atividades industriais e pastagens (TCE-RJ, 2007). Atualmente as atividades de pecuária extensiva e mineração predominam na vertente norte da serra do Madureira.

4 Resultados de Caracterização das áreas

4.1 Localização das áreas

A área objeto da implantação do projeto está situada na Serra do Madureira, município de Nova Iguaçu figura 1, distante cerca de 35 km do centro da Cidade do Rio de Janeiro. O local onde foi realizado a reposição florestal está partes dentro do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu e partes fora do Parque, em sua área de amortecimento nas áreas identificadas no mapa seguir (Figuras 2 a 5):

FIGURA 1 Mapa geral com os Nucleos



FIGURA 2 Núcleo 1



FIGURA 3 Nucleo 2



FIGURA 4 Núcleo 3



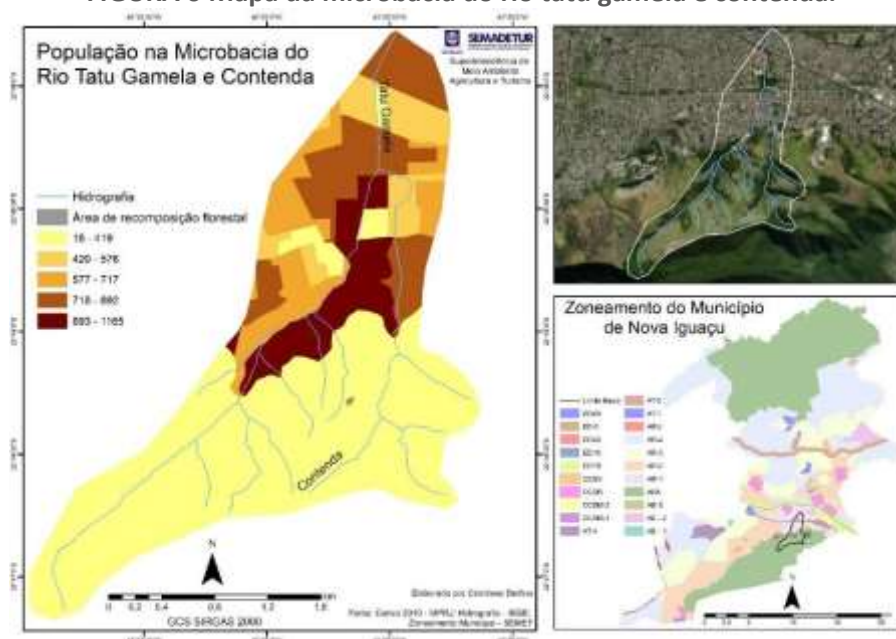
FIGURA 5 Nucleo 6



4.2 Microbacia da área do estudo

Cumprir registrar que para definição dos trechos, onde foi realizada a implantação do projeto, foi realizada uma pesquisa de campo composta por equipes do parque e pelo pesquisador. A região foi escolhida por possuir extensa área, que apesar de degradada e com espécies invasoras, tem indicadores de um solo rico em nutrientes com a presença de fauna e pequenos córregos localizado na microbacia dos rios contenda e tatu gamela como mostra a Figura 6, elevando as chances de recuperação com umidade e dispersores naturais.

FIGURA 6 Mapa da microbacia do rio tatu gamela e contenda.



Fonte SEMADETUR 2020

4.3 Caracterização da vegetação

Inserida na Bacia Hidrográfica da Baía da Guanabara, na vertente norte da Serra do Madureira, a área está localizada no bioma Mata Atlântica, com a predominância de floresta Ombrófila Densa Montana. A floresta Ombrófila densa Montana tem como característica elevadas temperaturas, precipitação bem distribuída ao longo do ano e situam-se na vertente oceânica das serranias ao longo das cordilheiras atlânticas (IBGE, 2012).

As áreas, alvo do reflorestamento, apresentam uma vegetação descaracterizada, já que houve um histórico de extração mineral, culminando com sua degradação. À área tem predomínio de espécies de gramínea e de capim colônia (*Panicum maximum* Jacq).

4.3.1 Metodologia do Plantio

Conforme acordado e aprovado pela equipe do Parque Natural Municipal de Nova Iguaçu, as áreas de plantio ficaram divididas em seis áreas, totalizando 5.803m² (cinco mil e oitocentos e três) metros quadrados. Para o melhor desenvolvimento das mudas e de acordo com a área do reflorestamento foi utilizado o manual de identificação e plantio de mudas de espécies florestais da prefeitura do Rio de Janeiro.

1. Definição das áreas
2. Preparação do terreno
3. Abertura do Berçário

4. Plantio
5. Monitoramento e acompanhamento

4.3.2 Preparação do terreno

- Roçada

A roçada foi realizada mecanicamente por um operador com uma roçadeira sthll 160 que limpo a área, retirando o capim e a gramínea em uma altura de 10 centímetros evitando o corte de plântulas de espécies nativas (Figuras 7 a 12).

FIGURA 7 Roçada gramínea



FIGURA 8 Roçada gramínea



FIGURA 9 Roçada gramínea



FIGURA 10 Roçada de Capim



FIGURA 11 Roçada



FIGURA 12 Roçada com retroescavadeira



- Abertura de berçários

A abertura dos berçários aconteceu manualmente com o uso de cavadeira, enxada, chibanca e mecanicamente com motocoveadora. Nesta etapa, obteve-se a ajuda de muitos voluntários (Figuras 13 a 18).

FIGURA 13 Abertura com enxada



FIGURA 14 Abertura com motocoveadora



FIGURA 15 Abertura com chibanca e cavadeira



FIGURA 16 Abertura com cavadeira



FIGURA 17 Berçários abertos para mudas de no máximo 0,60cm



FIGURA 18 Berçários abertos para mudas de no máximo 1,30 cm



- Escolha e classificação das espécies

O primeiro critério para escolha é que as mudas deverão apresentar excelente vigor, estando livre de pragas e doenças, o segundo critério é o tamanho, que teve diferença nos núcleos. No 1°, 2° e 5° núcleo, as mudas com altura de 0,30 cm a no máximo 0,60 cm. Nos núcleos 3, 4 e 6 as mudas com altura de 0,80 cm e no máximo 1,30cm. As mudas com torrão íntegro e com raízes livres de enovelamento.

A fim de simplificar o esquema de plantio das mudas, as espécies divididas em dois grupos, pioneira e não pioneira.

Pioneiras - espécies cuja germinação e desenvolvimento se dão a pleno sol, com rápido crescimento. Em geral, o ciclo de vida é mais curto, em torno de 20 anos; a produção é abundante e a dispersão de seus propágulos- geralmente pequenos- se dá através de animais como morcegos, pássaros e vento (adaptado de Swaine e Whitmore, 1998):

Não Pioneiras – espécies cuja germinação e pelo menos parte do desenvolvimento se dão à sombra. O ciclo de vida costuma ser mais longo, podendo chegar a centenas de anos; a produção de sementes é menos abundante, com frutos grandes e dispersão por animais e, eventualmente, vento (adaptado de Swaine e Whitmore, 1998).

- Adubação

Após abertura dos berçários foram utilizados compostos orgânicos para as mudas com altura máxima de 0,60cm, o composto foi misturado ao material terroso proveniente das escavações dos berçários, em uma proporção de cerca de 10 litros por berçário e em alguns casos para mudas de 0,30cm foi enriquecido com fosfato natural à uma proporção de 100g por berçário (Figuras 19 e 20)

FIGURA 19 Adubação com composto orgânico **FIGURA 20** Adubo com fosfato natural



- Plantio

Cabe ressaltar que essa etapa foi a mais complexa, já que todo plantio foi realizado com ajuda de voluntários, muitos sem experiência na área necessitando de alguns instruções para realizarem o plantio de forma correta que não colocasse as espécies em risco de não sobreviverem por erro no plantio. Nesse processo o saco plástico ou tubete foi retirado cuidadosamente e a muda foi introduzida manualmente no centro do berçário na posição vertical, pressionando-se em seguida o substrato (nos casos que foram utilizados) contra o torrão para uma adequada fixação. Ressalto

também que o plantio foi realizado em período chuvoso na estação do verão, uma vez que esta estação chove com mais frequência elevando assim as chances de sucesso no desenvolvimento do vegetal.

Os vegetais utilizados no plantio seguiram uma rigorosa seleção, onde foram utilizados 23 (vinte e três) espécies entre elas o Açoita-cavalo (*Luehea grandiflora* Mart.), Aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), Angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*), Boleira (*Joannesia princeps* Vell), Pau-cigarra (*Senna multijuga*), Crindiúva (*Trema micrantha*), Embaúba (*Cecropia* sp), Embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum*), Goiba (*Psidium guajava* L.), Guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), Ingá (*Inga vera* Willd), Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*), Ipê-verde (*Cybistax antisiphilitica*), Jacarandá (*Dalbergia nigra*), Maricá (*Mimosa bimucronata*), Mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam), Paineira (*Chorisia speciosa*), Pau-D'alto (*Gallesia integrifolia*), Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth), Ipê-amarelo (*Handroanthus serratifolius*), Pau ferro (*Caesalpinia leiostachya*), Orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum*) e Canudo-de-pinto (*Senna bicapsularis*).

FIGURA 21 Mudanças nativas



FIGURA 22 Mutirão de plantio



FIGURA 23 Área plantada



- Monitoramento

Toda ação de restauração deve ser monitorada e manejada conforme seus resultados. O monitoramento indicará se a técnica escolhida foi adequada e se está bem conduzida. Após a avaliação, nova tomada de decisão pode ser necessária. Por isso, recomenda-se que a restauração seja feita em etapas, começando por pequenas áreas. O monitoramento permite analisar se a técnica empregada está desencadeando a regeneração necessária para o retorno da vegetação nativa. A qualidade do solo e a estrutura, diversidade e composição da vegetação são características comumente avaliadas em um monitoramento de restauração ecológica, e são capazes de prever o sucesso da recomposição da vegetação. As técnicas mais simples são a cobertura do solo, a densidade

de plantas presentes e a sua riqueza. A cobertura do solo por forma de vida (vegetação competitiva, solo exposto, árvores, arbustos e herbáceas nativas), pode ser realizada utilizando métodos simples como a porcentagem de ocupação do ambiente:(Embrapa,2021).

- Acompanhamento

a) Núcleo 1



b) Núcleo 2



c) Núcleo 3



d) Núcleo 5



e) Núcleo 6



5 Resultados

A estratégia de nucleação que faz uso de princípios importantes da sucessão ecológica emprega técnicas simples e de baixo custo comparadas às técnicas convencionais. Mas os resultados não foram tão promissores nos primeiros três núcleos, como mostram as figuras a seguir.

O núcleo 1 teve uma perda de aproximadamente 60% de todas as mudas plantadas, fato esse que pode estar relacionado a compactação do solo (Figura 24)

FIGURA 24 Resultado 1 perda de aproximadamente 60%



No núcleo 2 (Figura 25) a perda foi ainda maior com 95% que pode estar associado a compactação do solo, grande incidência de radiação solar e a presença de gado no local. Os cinco por cento restante, ficou dividido em apenas duas espécies de vegetal, Ipê amarelo (*Handroanthus albus*) e Paineira (*Chorisia speciosa*).

FIGURA 25 Núcleo 2 perdas de 95%



Considerando os últimos resultados com perdas elevadas o núcleo 3 figura 25 verifica-se que tinha começado apresentar resultados esperançasos, com uma perda de apenas 35%, esse núcleo apresentou um crescimento significativo dos vegetais que sobreviveram (Figura 26).

FIGURA 26 Núcleo 3 perdas de 35%



O núcleo 4 (Figura 27) foi o mais promissor, com perda de apenas 0,7%, os vegetais estão se desenvolvendo bem e com aparecia de saudáveis. Esse resultado pode estar relacionado ao local que se encontra em um fundo de vale, e recebe todo sedimento das encostas, incluindo os nutrientes.

FIGURA 27 Núcleo 4 com apenas 0,7% de perda.



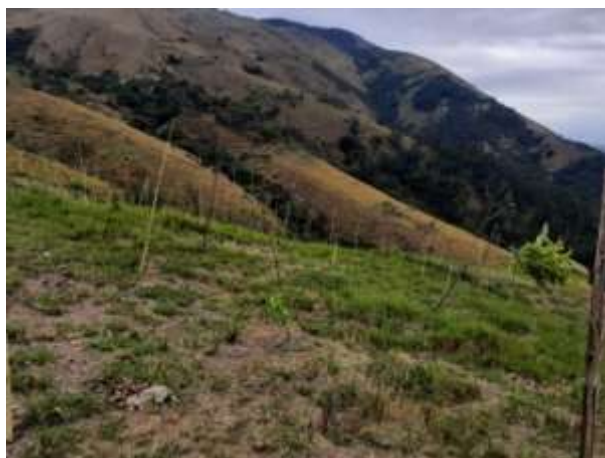
O núcleo 5 Figura 28 apresentou uma perda de 4% com possibilidade de crescimento rápido caso seja feita uma manutenção e adubação mais intensa já que o capim está disputando os nutrientes e o sol.

FIGURA 28 Núcleo 5 perde de apenas 4% dos vegetais.



Considerando que o núcleo 6 figura 29 está mais vulnerável às ações antrópicas, pois é o núcleo mais afastado da unidade de conservação. Ao seu redor são realizadas várias atividades turísticas, mesmo assim a perda de vegetação foi muita baixa com apenas 2%. Logo isso nos leva a refletir quanto a interação do homem e a natureza.

FIGURA 29 Núcleo 6 com perda de 2%.



Os resultados apresentados reforçam e estimulam o fomento de mais ações que se proponham a recuperar áreas degradadas.

6 Conclusões

É possível concluir que, depois da execução das atividades propostas, ficou mais evidente a importância da implantação de um programa de recuperação de uma área degradada, assim como a utilização do sistema de nucleação que mostrou uma boa eficácia em três dos seis núcleos e um custo baixo na implantação e manutenção. Vale ressaltar que esses resultados são obtidos um ano e meio depois do plantio, com pouquíssima manutenção.

Os resultados dos três primeiros núcleos mostram que para áreas com características semelhantes, necessita de um estudo mais aprofundado do solo e com isso ter mais clareza na forma de execução do reflorestamento.

O produto desse trabalho é de suma importância para auxiliar projetos futuros de recuperação de áreas degradadas, como por exemplo “florestas do amanhã” que tem por objetivo, colocar 80 mil árvores na serra do vulcão, área essa que foi objeto desse estudo. E auxiliar também os voluntários do instituto de educação ambiental e Ecoturismo nas suas ações de reflorestamento na serra.

Cabe ressaltar que um ano e meio foi pouco para avaliar todas as possibilidades de êxito desse processo. E mesmo tendo a ajuda da equipe do parque natural, não foi possível aplicar parâmetros mais eficazes na busca de resultados, me estimulando assim, continuar nessa linha de estudo e aprofundar mais meu conhecimento na área.

As aulas de botânica me ajudaram bastante, mas admito que ainda falta conhecimento para comparar os resultados com mais precisão. Logo vejo a possibilidade de outras pesquisas tais como qualidade do solo, hidrografia, enriquecimento florestal e recuperação de áreas degradadas com outras técnicas que possam agregar dentro dessa temática facilitando a busca desses conhecimentos.

Ressalto que apesar dos desafios, que não foram poucos, o resultado está dentro do esperado e fez amadurecer muito como pesquisador e o melhor disso, foi trazer a universidade que está tão perto da área de estudo e as vezes parece estar tão longe. Espero que com esse estudo, eu possa estimular outros pesquisadores a estar dentro do parque, que é uma grande escola a céu aberto com inúmeras possibilidades de aprendizagem. Levo comigo a esperança de um dia o meio ambiente ser tema principal nas escolas como meio de sobrevivência e manutenção da nossa espécie, e que trabalhos iguais ao meu, não sejam mais necessários pois o ambiente não está mais sendo destruído e sim preservado.

Referências

AMADOR, D.B. Recuperação de um fragmento florestal com sistemas agroflorestais. Piracicaba, 1999. Tese – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.114p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1989) NBR 10703 – Degradação do solo. São Paulo (1989).

BRASIL. Decreto n. 97.632 de 10 de abril de 1989. Regulamenta o artigo 2º, inciso VIII, da Lei Federal nº 6.938/81, obrigando o empreendedor minerário a apresentar, ao órgão ambiental competente, plano de recuperação de área degradada. Brasília, DF, 1989.

BRASIL. Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e das outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Livros:

EMBRAPA Estratégia de recuperação | Regeneração Natural com Manejo| Enriquecimento<
<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/enriquecimento>> Acesso em 20/04/2021

Romero Sá, Magali. (1996). A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica Brasileira. Historia Ciencias Saude-manguinhos. 3. 10.1590/S0104-59701996000300014. Acesso em 20/03/2021

AValiação da Variação do Custo de um Projeto Hidráulico de Água Fria

Jorge Trota Filho¹; Lorranny Vieira Mendes²

^{1,2} FaCET – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas – Unig

0173038@professor.unig.edu.br, lorranny.microbiologia@gmail.com

Resumo - Atualmente existe uma variabilidade de empreendimentos de grande porte, onde os projetos de instalação hidráulica de água fria ganham cada vez mais importância, pois garantir o fornecimento de água e a sua potabilidade ao longo do tempo é um desafio para projetistas e engenheiros. Além disso, diante da grande variedade de materiais e métodos para execução de projetos hidráulicos existe a necessidade de se avaliar os impactos no custo das instalações, chegando assim em uma metodologia para se avaliar a melhor razão custo-benefício. Este estudo de caso tem por objetivo avaliar as diferenças que ocorrem nos projetos de instalações hidráulicas utilizando as variações do Método de Hunter e o Método das Seções Equivalentes. O comparativo englobará os custos empregados na aquisição dos materiais utilizados em um determinado Projeto de Instalações Hidráulicas. Além disso, será avaliado se as modificações dos materiais empregados, também produzem impacto sobre a melhor razão custo-benefício. De acordo com a norma ABNT NBR 5626 que trata do tema instalação de água fria existe a recomendação para que o Método de Hunter seja utilizado para os projetos de instalações hidráulicas. Entretanto, em muitas instalações por questões de praticidade e simplificação dos cálculos são realizados projetos que tem como referência o Método das Seções Equivalentes. O trabalho tem por objetivo apresentar e realizar a comparabilidade entre os referidos métodos.

Palavras-chave: Água Fria, Variação do Custo, Projeto Hidráulico

Abstract - Currently, there is a variability of large projects, where cold water hydraulic installation projects are gaining more and more importance, as guaranteeing water supply and potability over time is a challenge for designers and engineers. Furthermore, given the wide variety of materials and methods for hydraulic projects, there is a need to assess the impacts on the cost of installations, thus arriving at a methodology to determine the best cost-benefit ratio. This case study aims to evaluate the differences that occur in the projects of hydraulic installations using the variations of the Hunter Method and the Equivalent Sections Method. The comparison will include the costs used in acquiring materials used in a given Hydraulic Installation Project. In addition, it will be evaluated whether the modifications to the materials used also have an impact on the best cost-benefit ratio. According to the ABNT NBR 5626 standard, which deals with the issue of cold water installation, there is a recommendation for the Hunter Method to be used for hydraulic installation projects. However, in many installations, projects are carried out using the Equivalent Sections Method as a reference for practicality and simplification of calculations. The work aims to present and carry out the comparability between these methods.

Keywords: Cold Water, Cost Variation, Hydraulic Project

1 Introdução

As instalações hidráulicas prediais constituem um dos subsistemas que devem ser integrados ao sistema construtivo que pode ser proposto tanto pela arquitetura ou pela engenharia civil, de forma harmônica, racional e tecnicamente correta de acordo com as normalizações vigentes. Um projeto

de construção quando elaborado com os equipamentos dimensionados corretamente, tendo em vista suas características funcionais, incluindo os projetos de estrutura, de fundações, de instalações e outros pertinentes, é condição básica que ocorra a integração harmônica entre os vários subsistemas construtivos. Para que ocorra tanto a manutenção como a operação eficiente das instalações prediais hidráulicas é necessária a integração com os demais projetos da edificação (ABNT NBR 52626).

Segundo Hélio Creder, uma instalação predial de água fria (onde água se encontra na temperatura ambiente) constitui-se no conjunto de tubulações, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento de peças (aparelhos) e pontos de utilização de água na edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade (potabilidade) da água fornecida pelo sistema de abastecimento (CREDER 2006)

O sistema de água fria deve ser separado fisicamente de quaisquer outras instalações que conduzam água, como, por exemplo, as instalações de águas servidas, as instalações de água para reuso ou de qualidade insatisfatória, desconhecida ou questionável. Os componentes da instalação não podem fornecer substâncias tóxicas à água ou contaminar a água por meio de metais pesados, ou seja, todos os materiais empregados devem possuir compatibilidade de forma a preservar ou garantir a potabilidade da água até o respectivo ponto de utilização.

A norma que estabelece os requisitos mínimos, e recomendações relativas ao projeto, à execução, e à manutenção das instalações prediais de água fria é a ABNT NBR 5626, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). De acordo com esta norma, as instalações prediais de água fria devem ser projetadas de modo a garantir as seguintes características:

- Preservar a potabilidade.
- Garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes.
- Promover economia de água e energia utilizando métodos que visam a sustentabilidade.
- Possibilitar manutenção preventiva e corretiva de forma fácil e econômica.
- Evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente.
- Proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo às demais exigências da maioria dos usuários.

De acordo com Roberto Carvalho Jr, uma instalação predial de água fria compreende além dos encanamentos, o hidrômetro, os aparelhos (peças de utilização), os reservatórios que permitem o suprimento, a medição, o armazenamento, o comando, o controle e a distribuição de água potável até as peças de utilização, tais como, torneiras, chuveiros, filtros ou purificadores de água, duchas higiênicas, vasos sanitários, máquinas de lavar roupas etc. (CARVALHO et al. 2003).

Para o dimensionamento das instalações hidráulicas o Método de Hunter (Método do Consumo Máximo Provável ou Possível) leva em consideração os pesos das peças, as perdas de cargas e as velocidades de escoamento da água. Já o Método das Seções Equivalentes faz uma estimativa do dimensionamento da tubulação a partir de uma conversão em seções equivalentes de $\frac{1}{2}$ " (meia

polegada), que tem relação com os diâmetros mínimos aplicáveis a cada tipo de peça de utilização que porventura estiverem presentes na instalação hidráulica.

Para o dimensionamento das tubulações de uma determinada instalação hidráulica predial existe a possibilidade de se utilizar três tipos de metodologias estão citadas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Métodos utilizados para a realização de projetos de instalações hidráulicas

Método	Aplicabilidade	Fundamentação
Consumo Máximo Provável	Maioria das Edificações	Soma dos pesos dos aparelhos
Consumo Máximo Possível	Edificações com picos de consumo	Soma das vazões dos aparelhos
Seções Equivalentes	Qualquer tipo de edificação	Soma das seções equivalentes

Este trabalho foca na avaliação da variação do custo de um projeto hidráulico de uma residência de médio padrão. Por se tratar de um tipo de edificação que não apresenta picos de consumo, será apresentado a variação custos associados a aquisição dos materiais hidráulicos utilizando os métodos do Consumo Máximo Provável e das Seções Equivalentes.

2 Metodologia

Diante das limitações causadas pela pandemia de Covid-19 a elaboração deste trabalho foi realizada a partir de diversas ferramentas disponíveis para suprir a questão da ausência de encontros presenciais. Desta forma, o planejamento e a sua efetiva execução foram feitas através de reuniões virtuais, mensagens de áudio e texto via aplicativo de mensagens e troca intensa de e-mails. A Tabela 2 mostra de forma simplificada as principais metodologias e ferramentas utilizadas para a realização deste estudo.

Tabela 2 – Metodologia aplicada para a realização do trabalho

Atividade	Realização	Programa/Método Utilizado
Desenhos e plantas	Utilização de software de desenhos de prateleira	Autocad Civil 3D (2021)
Dimensionamento das instalações utilizando os vários métodos	Utilização de software de prateleira para o dimensionamento da instalação	Excel 2019

A seguir serão apresentados os métodos utilizados para elaboração do dimensionamento de um projeto hidráulico para uma residência de médio padrão. A partir da planta baixa da edificação mostrada na Figura 1, é possível saber quais são as peças hidráulicas que serão acopladas em cada ponto de utilização.

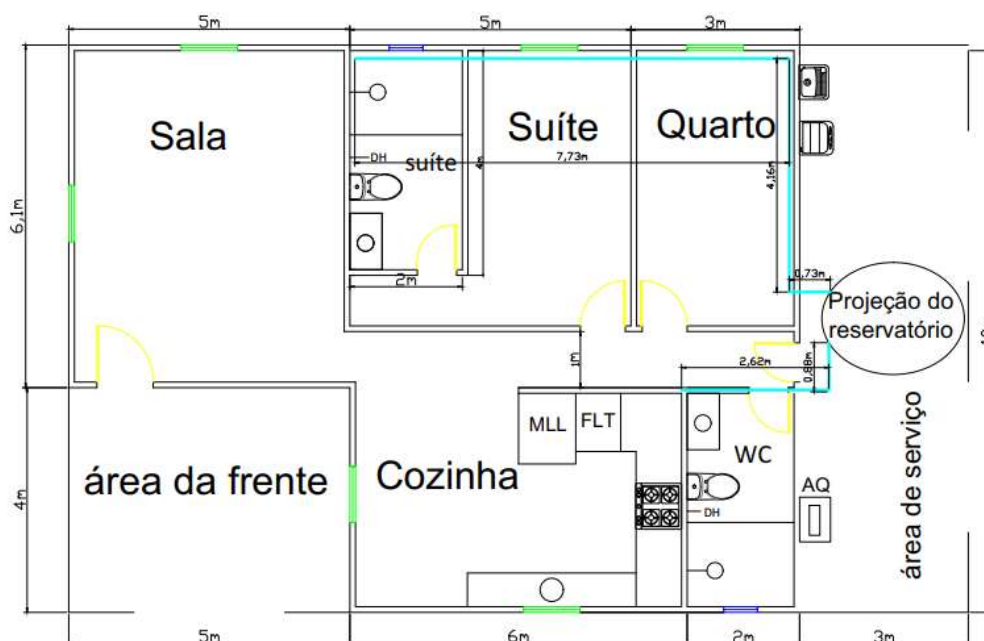


Figura 1 – Planta baixa de uma residência de médio padrão

Ao se observar a Figura 1 é possível notar a necessidade de alimentação de água fria nos cômodos da cozinha, área de serviço, suíte e banheiro (WC). É importante notar que essas peças serão alimentadas a partir do reservatório superior da edificação. Além disso, nota-se que as peças de utilização da suíte e do banheiro (WC) são idênticas.

2.1 Método do Consumo Máximo Provável

2.1.1 Determinação dos Pesos e das Vazões nos Trechos das Instalações Hidráulicas

Este método de dimensionamento da instalação hidráulica considera uma probabilidade de utilização das peças de utilização, ou seja, não considera a utilização simultânea das mesmas. Isso é uma medida bastante razoável, principalmente em edificações tipo residenciais. O dimensionamento da instalação hidráulica predial está associado ao somatório dos pesos dos aparelhos, conforme equação 1 mostrada abaixo [1].

$$Q = 0,3 \cdot \sqrt{\sum P} \quad (1)$$

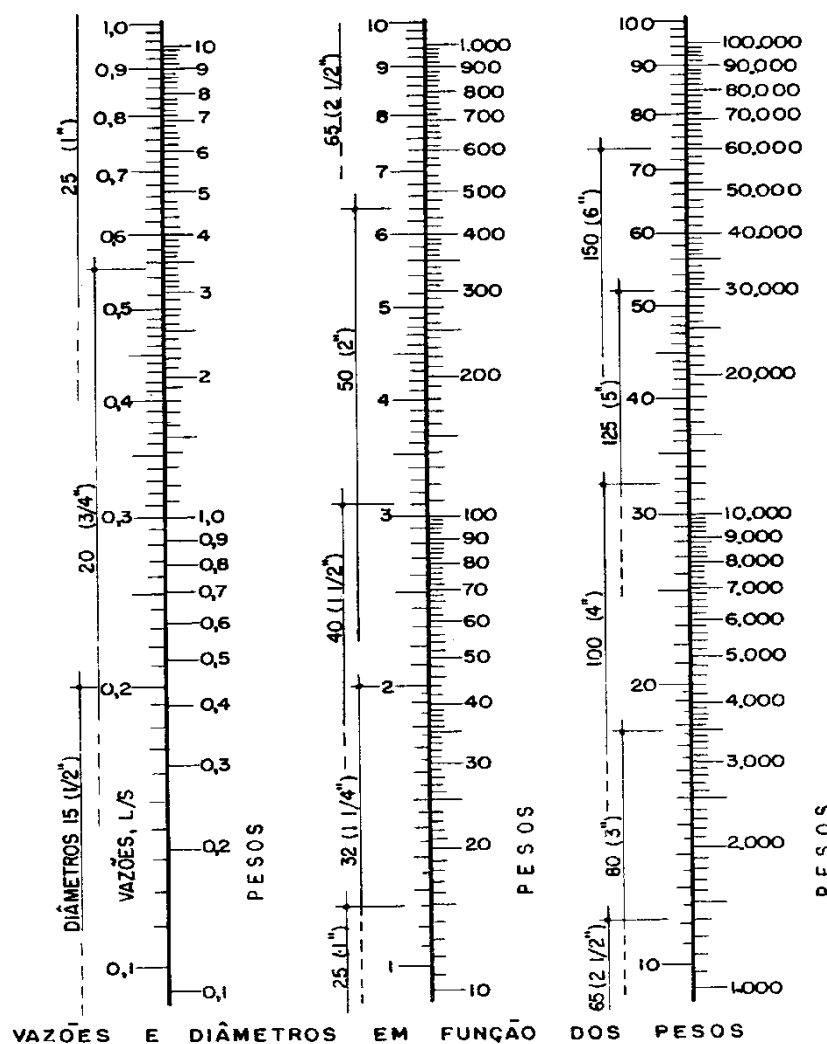
Onde:

Q – Vazão, L/s;

$\sum P$ – Somatório dos “Pesos”;

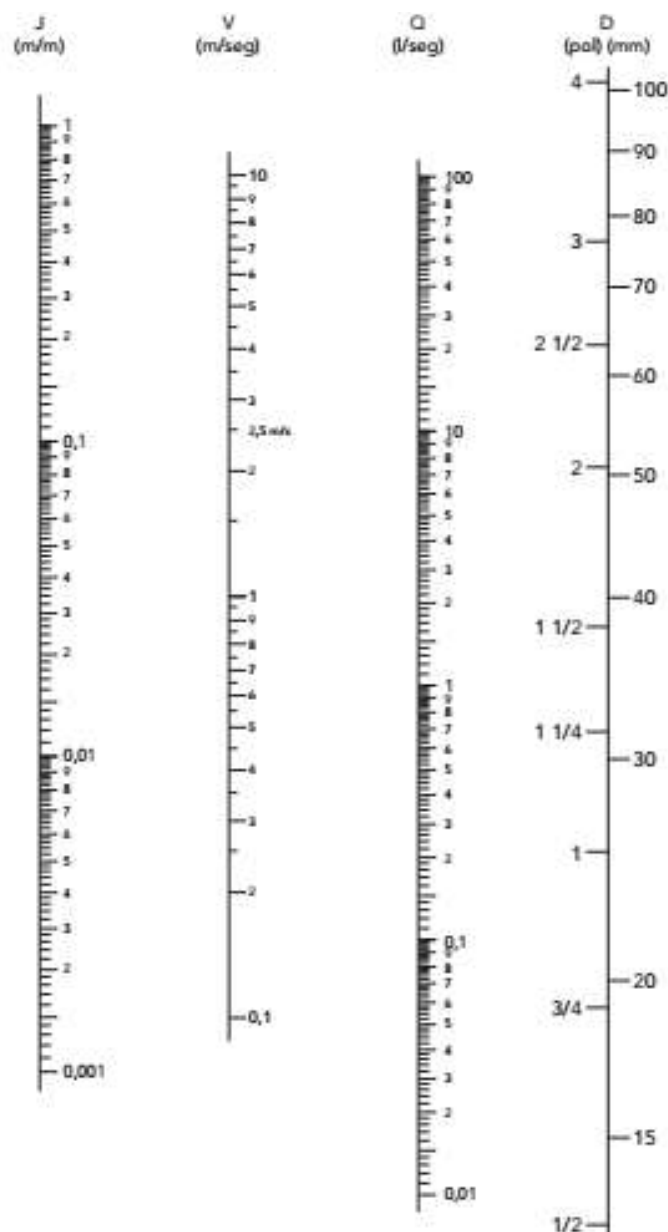
O “Peso” de uma peça de utilização está diretamente relacionado com a demanda de água associada ao seu correto funcionamento. Após a determinação da vazão a partir da equação 1 foi determinado o diâmetro inicial do ramal para atender cada ramal utilizando o nomograma de pesos, vazões e diâmetros, conforme Figura 2.

Figura 2 – Nomograma de vazões e diâmetros em função dos pesos [1].



Para se verificar se os diâmetros encontrados a partir do Método do Consumo Máximo Provável utilizando o nomograma da Figura 2 estão corretos é necessário utilizar o Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico (tubulações lisas, ou seja, com baixa rugosidade superficial), conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico [3]



]. Para se verificar que os diâmetros estão adequados é necessário utilizar o Ábaco de Fair-Whipple-Hsiao para tubulações de cobre e plástico. Sendo marcados dois pontos o de vazão calculado pela equação 3 e o diâmetro que foi retirado do nomograma da Figura 2. A partir disso se a perda de carga unitária for de até 8% e a velocidade de escoamento da água for menor do que 2,5 m/s, o diâmetro está adequado. Em caso o diâmetro determinado pelo nomograma da Figura 2, atinja velocidades maiores do que 2,5 m/s e ou perda de carga unitária acima de 8% é necessário aumentar em um diâmetro nominal o diâmetro originalmente determinado.

2.1.2 Método das Seções Equivalentes

O Método das Seções Equivalentes é baseado na proporção de seções com diâmetros de $\frac{1}{2}$ " que cada peça de utilização possui. O somatório das seções equivalentes de cada aparelho conduzirá a informação de qual diâmetro deverá ser utilizado para as colunas, ramais, sub-ramais e barriletes que fazem parte do sistema de alimentação das peças de utilização. Na Tabela 3 é mostrado as seções equivalentes para cada diâmetro nominal frequentemente utilizados nas

instalações hidráulicas [3-4].

Tabela 3 – Valores das seções equivalentes em relação às seções de $\frac{1}{2}$ " com a mesma capacidade.

Seções Equivalentes	
Diâmetros dos canos (polegadas)	Nº de canos de $\frac{1}{2}$ " com a mesma capacidade
$\frac{1}{2}$ "	1
$\frac{3}{4}$ "	2,9
1"	6,2
1 $\frac{1}{4}$ "	10,9
1 $\frac{1}{2}$ "	17,4
2"	37,8
2 $\frac{1}{2}$ "	65,5
3"	110,5
4"	189

Para a determinação do diâmetro da instalação segundo o Método das Seções Equivalentes será necessário utilizar como referência os diâmetros das peças de utilização já previamente definidos conforme apresentados na Tabela 4 e também foram apresentados na Figura 1 [4].

Tabela 4 – Diâmetro nominais para as principais peças de utilização.

Peças de utilização	Diâmetro (polegadas)
Aquecedor de alta pressão	$\frac{1}{2}$
Bacia com caixa de descarga/acoplada	$\frac{1}{2}$
Ducha higiênica	$\frac{1}{2}$
Chuveiro	$\frac{1}{2}$
Filtro	$\frac{1}{2}$
Lavatório	$\frac{1}{2}$
Máquina de lavar pratos ou roupas	$\frac{3}{4}$
Pia de cozinha	$\frac{1}{2}$
Tanque de lavar roupas	$\frac{3}{4}$

3 Resultados

3.1 Dimensionamento de acordo com o Método do Consumo Máximo Provável

Utilizando o Método do Consumo Máximo Provável foram determinados os diâmetros dos trechos (ramais) relativos a cada um dos cômodos presentes na edificação. As Tabelas 5, 6 e 7 mostram os dimensionamentos dos ramais obtidos a partir da utilização dos ábacos das Figuras 2 e 3.

Tabela 5 – Ramal do Banheiro 1 (WC) e da Suíte – Método do Consumo Máximo Provável

Cômodo	Peças	Pesos
Banheiro 1/Suíte	Ducha higiênica	0,1
	Chuveiro	0,4
	Lavatório	0,3
	Vaso sanitário com caixa acoplada	0,3
1 - Total		1,1
2 - Vazão Provável (L/s)		0,315
3 - Diâmetro nominal		3/4"

Tabela 6 – Ramal da cozinha – Método do Consumo Máximo Provável

Cômodo	Peças	Pesos
Cozinha	Pia	0,7
	Filtro	0,1
	Máquina de lavar louças	0,1
1 - Total		0,9
2 - Vazão Provável (L/s)		0,285
3 - Diâmetro nominal		3/4"

Tabela 7 – Ramal da Área de serviço – Método do Consumo Máximo Provável

Cômodo	Peças	Pesos
Área de serviço	Aquecedor de passagem	0,1
	Tanque	0,7
	Máquina de lavar roupas	1
1 - Total		1,8
2 - Vazão Provável (L/s)		0,402

3 - Diâmetro nominal	1"
-----------------------------	-----------

A instalação hidráulica é composta por colunas que são trechos de tubulações que alimentam um ou mais ramais. Assim, utilizando a mesma metodologia foram dimensionados os diâmetros associados a Coluna de Água Fria 1 que a tubulação que a partir do reservatório alimenta parte da instalação hidráulica referente à suíte e à área de serviço. O dimensionamento da Coluna de Água Fria 1 (AF1) é mostrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Total dos pesos das peças de utilização e diâmetro nominal da coluna água fria 1 – Método do Consumo Máximo Provável

Coluna 1 – AF1		
Cômodos	Peças	Pesos
Suíte	Ducha higiênica	0,1
	Chuveiro	0,4
	Lavatório	0,3
	Vaso sanitário com caixa acoplada	0,3
1 - Total		1,1
Área de serviço	Aquecedor de passagem	0,1
	Tanque	0,7
	Máquina de lavar roupas	1
1 - Total		1,8
2- Total dos pesos		2,9
3 - Vazão Provável (L/s)		0,511
4 - Diâmetro nominal		1"

Tabela 9 – Total dos pesos das peças de utilização e diâmetro nominal da coluna água fria 2 – Método do Consumo Máximo Provável

Coluna 2 – AF2		
Cômodos	Peças	Pesos
Banheiro 1 (WC)	Ducha higiênica	0,1
	Chuveiro	0,4
	Lavatório	0,3
	Vaso sanitário com caixa acoplada	0,3
1 - Total		1,1
Cozinha	Pia	0,7
	Filtro	0,1
	Máquina de lavar louças	0,1
1 - Total		0,9
2- Total dos pesos		2
3 - Vazão Provável (L/s)		0,424
4 - Diâmetro nominal		1"

É importante observar a partir das informações das Tabelas 8 e 9 que o diâmetro nominal tanto da tubulação que sai do reservatório para alimentar a área de serviço e o banheiro (AF1) da suíte como aquela para abastecer o banheiro 1 (WC) e a cozinha (AF2) ambas precisam ter um diâmetro nominal de 1".

3.2 Dimensionamento de acordo com o Método das Seções Equivalentes

Utilizando a metodologia das seções equivalentes foi determinado o diâmetro dos trechos (ramais) relativos a cada um dos cômodos presentes na edificação. As Tabelas 10, 11 e 12 exibem o dimensionamento dos ramais obtidos a partir da utilização dos dados das Tabelas 3 e 4.

Tabela 10 – Ramal do Banheiro 1 (WC) e da Suíte – Método das Seções Equivalentes

Cômodos	Peças	Seção	Equivalência
Banheiro 1/Suíte	Ducha higiênica	½"	1
	Chuveiro	½"	1
	Lavatório	½"	1
	Vaso sanitário com caixa acoplada	½"	1
1 - Total			4
2 - Diâmetro Nominal Equivalente			1"

Tabela 11 – Ramal da cozinha – Método das Seções Equivalentes

Cômodo	Peças	Seção	Equivalência
Cozinha	Pia	½"	1
	Filtro	½"	1
	Máquina de lavar louças	¾"	2,9
1 - Total			4,9
2 - Diâmetro Nominal Equivalente			1"

Tabela 12 – Ramal da Área de serviço – Método das Seções Equivalentes

Cômodo	Peças	Seção	Equivalência
Área de Serviço	Aquecedor de passagem	½"	1
	Tanque	¾"	2,9
	Máquina de lavar roupas	¾"	2,9
1 - Total			6,8
2 - Diâmetro Nominal Equivalente			1 ¼"

A partir das análises das Tabelas 10, 11 e 12 observa-se que os diâmetros nominais dos ramais do banheiro 1 (WC) e da suíte e o ramal da cozinha são os mesmos, ou seja, de 1", pois as peças de utilização também são as mesmas. O ramal da área de serviço ficou com diâmetro nominal de 1 ¼".

Foram realizados os cálculos para a determinação dos diâmetros associados a Coluna de Água Fria 1 pelo Método das Seções Equivalentes. O dimensionamento da Coluna de Água Fria 1 (AF1) é mostrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Diâmetro nominal utilizado na coluna água fria 1 – Método das Seções Equivalentes

Coluna 1 – AF1	
Cômodos	Equivalência
Suíte	4
Área de serviço	6,8
1 - Total	10,8
2 – Diâmetro nominal equivalente	1 ¼"

A Tabela 14 mostra o dimensionamento de acordo com o Método das Seções Equivalentes para a Coluna de Água Fria 2 (AF2).

Tabela 14 – Diâmetro nominal utilizado na coluna água fria 2 – Método das Seções Equivalentes

Coluna 2 – AF2	
Cômodos	Equivalência
Cozinha	4
Banheiro	4,9
1 - Total	8,9
2 – Diâmetro nominal equivalente	1 ¼"

É importante ressaltar que a partir dos dados das Tabelas 14 e 15 que o diâmetro nominal da tubulação que sai do reservatório para alimentar tanto as colunas AF1 e AF2 precisam ter um diâmetro nominal de 1 ¼".

3.3 Comparativo entre o Método do Consumo Máximo Provável e o Método das Seções Equivalentes

O Método do Consumo Máximo Provável é recomendado para edificações que não apresentam picos de consumo e fornece dimensionamentos dos ramais e das colunas com diâmetros menores quando comparado com o Método das Seções Equivalentes. Isto ocorre porque além de serem considerados os pesos das peças de utilização ainda é realizada uma correção quanto ao uso, pois o referido método não considera que os pontos de utilização estarão em funcionamento de forma simultânea. O Método das Seções Equivalentes direciona o projeto hidráulico para diâmetros

de tubulações e de conexões maiores do que o Método do Consumo Máximo Provável, já que é baseado na proporção em relação às seções de ½”.

O Método das Seções Equivalentes oferece ao profissional da construção civil uma metodologia rápida, simplificada e com maior segurança hidráulica quando comparado com o Método do Consumo Máximo Provável, pois como já foi mencionado este está baseado em uma probabilidade de uso das peças que está associado também a taxa de ocupação de duas pessoas por dormitório da edificação residencial.

Para comparar os custos dos materiais empregados no projeto de instalação hidráulica da edificação mostrada na Figura 1 foi realizada um orçamento para as tubulações e conexões em uma loja Varejista Popular de Materiais de Construção localizada na Cidade de Seropédica no Estado do Rio de Janeiro. A Tabela 15 abaixo mostra os valores a serem gastos com os materiais empregados na instalação hidráulica. O orçamento foi realizado para os materiais hidráulicos fabricados em PVC (Policloreto de Vinila) soldável, pois atualmente ainda é o tipo de material mais utilizado na maioria das instalações residenciais. Caso o orçamento fosse realizado em materiais como PPR (Polipropileno randomizado), PEX (Polietileno Reticulado), CPVC (Policloreto de Vinila Clorado) a variação no custo de aquisição dos materiais hidráulicos poderia ser ainda mais acentuada.

Tabela 15 – Custo de aquisição dos materiais hidráulicos para realização do projeto

Método:	Consumo Máximo Provável (Valores R\$)	Seções Equivalentes (Valores R\$)
Conexões Suíte	173,00	247,15
Conexões Área de Serviço	271,63	263,05
Conexões banheiro 1(WC)	179,15	256,15
Cozinha	125,90	212,80
Tubulações	596,55	945,95
Custo das Conexões	749,30	979,15
Custo Total	1345,85	1925,10

A partir dos dados da Tabela 15 é possível observar que há um aumento expressivo do valor a ser gasto para aquisição do material hidráulico ao se aplicar a metodologia das Seções Equivalentes. Esse aumento no custo da instalação está diretamente associado ao fato do dimensionamento do Método das Seções Equivalentes conduzir a diâmetros maiores quando comparado com o Método do Consumo Máximo Provável. A Tabela 16 a seguir mostra o aumento em percentual do custo de aquisição dos materiais hidráulicos quando se opta pelo Método das Seções Equivalentes em detrimento da utilização do Método do Consumo Máximo Provável.

Tabela 16 – Avaliação da Variação do Custo de um Projeto Hidráulico de Água Fria

Variação do Custo na Aquisição das Conexões	30,7%
Variação do Custo na Aquisição das Tubulações	58,6%
Variação do Custo Total	43%

A Tabela 16 mostra três aspectos da variação do custo de um projeto hidráulico de água

fria, sendo a variação do custo em relação às conexões, às tubulações e o custo total. Assim, observa-se que o aumento do custo em relação à aquisição das tubulações é 58,6% maior quando se aplica o Método das Seções Equivalentes. Quando se analisa o custo de aquisição das conexões percebe-se um aumento de 30,7% ao se utilizar o Método das Seções Equivalentes.

Considerando que o trabalho aplicou as duas metodologias de projeto de instalações hidráulicas a uma edificação residencial de médio padrão que é a realidade da maioria das construções nos centros econômicos do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais). É possível inferir que ao se utilizar a metodologia das Seções Equivalentes para dimensionar uma instalação hidráulica sem pico de consumo, o aumento do custo total com a aquisição dos materiais hidráulicos é maior do que 40% comparativamente ao Método do Consumo Máximo Provável.

5 Conclusões

O Método das Seções Equivalentes se mostra mais simples para se realizar o projeto de instalação hidráulica de uma edificação, proporcionando uma maior segurança hídrica quanto ao funcionamento das peças de utilização em situações de grande consumo de água potável. O Método das Seções Equivalentes conduz ao dimensionamento de diâmetros maiores quando comparado com o Método do Consumo Máximo Provável.

O Método do Consumo Máximo Provável leva em conta a propabilidade de utilização das peças, logo tende a dimensionar de forma mais adequada desde que a instalação opere dentro dos limites estabelecidos pelas normas. Caso, ocorra uma demanda muito intensa de água potável em curto período de tempo a instalação hidráulica poderá não funcionar de forma satisfatória.

Foi evidenciado que o Método das Seções Equivalentes pode produzir um aumento de 43% no custo total na aquisição dos materiais hidráulicos a serem empregados no projeto quando comparado com o Método do Consumo Máximo Provável.

Cabe ao Engenheiro avaliar o perfil do cliente, as características e a finalidade da edificação para saber que tipo de metodologia deverá aplicar para dimensionar a instalação hidráulica de forma que a mesma apresente a melhor razão custo benefício.

5 Referências Bibliográficas

ABNT NBR 5626 – Norma Brasileira Registrada para Instalações Prediais de Água Fria, da Associação Brasileira de Normas Técnicas;

CARVALHO JR, Roberto, Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura, 2013, 7ª Edição, São Paulo: Blücher;

MACINTYRE, Joseph A. Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias, 1990 Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan; Mecânico. Oxford.

CREDER, Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias, 2006, 6ª. Edição, Rio de Janeiro: LTC;

A IMPLANTAÇÃO DAS PRÁTICAS DO PROGRAMA 5S EM UM CANTEIRO DE OBRA PARA A CONSTRUÇÃO DE UM GALPÃO INDUSTRIAL

Natália Magalhães da Silva ¹; Carlos Eduardo Guarido²;

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

160266401@aluno.unig.edu.br, 0149013@professor.unig.edu.br

Resumo - *Tendo em vista que a implantação do programa 5S é relevante para empresas de qualquer segmento pois ele oferece benefícios que resultam na mudança comportamental dos trabalhadores que desempenham suas funções com mais prazer e dedicação em um ambiente limpo e organizado, além disso, o programa 5S possibilita a otimização de tempo e redução de desperdícios o que impacta diretamente nos custos, optou-se por elaborar, implantar e analisar o programa 5S no setor de construção civil, diretamente no canteiro de obras. Para tanto, foi necessário a realização de uma pesquisa de caráter exploratório, qualitativa onde os métodos adotados são os bibliográficos, documental e através de levantamento de dados por questionários. Os resultados obtidos apontaram que devido a facilidade de entendimento da ferramenta os funcionários conseguiram implantá-la com sucesso, porém para que o programa 5S siga apresentando melhorias é necessário contar com a paciência, empenho e disciplina dos trabalhadores do canteiro de obras. Portanto, essa pesquisa conclui que compensa desenvolver um planejamento e oferecer treinamentos para a implantação do programa 5S com o propósito de melhoria do ambiente e para obter mais qualidade em processos da construção civil.*

Palavras Chaves: Programa 5S, Canteiro de obra, Qualidade.

Abstract - *Considering that the implementation of the 5S program is relevant for companies in any segment as it offers benefits that result in the behavioral change of workers who perform their functions with more pleasure and dedication in a clean and organized environment, in addition, the 5S program makes it possible optimizing time and reducing waste, which directly impacts costs, it was decided to prepare, implement and analyze the 5S program in the civil construction sector, directly at the construction site. Therefore, it was necessary to carry out exploratory, qualitative research where the adopted methods are bibliographic, documental, and data collection through questionnaires. The results obtained showed that due to the ease of understanding the tool, employees could implement it successfully. Still, for the 5S program to continue to show improvements, it is necessary to count on the workers' patience, commitment, and discipline at the construction site. Therefore, this research concludes that it pays to develop a plan and offer training to implement the 5S program to improve the environment and obtain more quality in civil construction processes.*

Key Words: 5S Program, Construction site, Quality.

1 Introdução

O programa 5S consiste em um processo de mudança comportamental das pessoas através de cinco sensores Seiri (utilização), Seiton (organização), Seiso (limpeza), Seiketsu (saúde e padronização) e Shitsuke (autodisciplina), que unidos tem o objetivo de melhorar o ambiente de trabalho das pessoas, desenvolvendo mudanças qualitativas (Osada, 1995).

O Sistema Toyota de Produção, foi desenvolvido após a década de 50 correspondendo as necessidades das indústrias japonesas, na qual passavam por restrições de mercado da época, onde a quantidade de produtos era desenvolvida através das necessidades de mercado, limitando-se o máximo com o excesso de desenvolvimento de produtos dentro das indústrias. O objetivo do sistema Toyota de Produção era na verdade aumentar a eficácia da produção pela eliminação de desperdícios ou perdas dentro das indústrias automobilísticas (Campos 2021). O Sistema Toyota de Produção, foi desenvolvido para a redução de estoques e a produção de produtos de acordo com a necessidade do mercado, através de ações de prevenção de defeitos, equipes de trabalho polivalentes, produção mais explorada, parcerias com fornecedores entre outras formas que contribuísse com a eficácia de se manter no mercado evitando o máximo de custos, com esse processo resultou-se no *Lean Thinking* que após um tempo foi implantado nas construções civis e resultou no conceito de *Lean Construction* (Campos 2021).

Tanto *Lean Thinking* quanto *Lean Construction* tem os mesmos objetivos fundados, pois possuem um modelo regido por ideias mais enxutas em sua implementação, na qual visa reduzir o tempo gasto pelos trabalhadores em formas que não agregassem valor em um sistema de trabalho, nesse caso um canteiro de obra (Campos 2021).

O *Lean Construction* está voltado ao Sistema Toyota de Produção, adaptando seus valores dentro de uma construção civil, na qual estabeleceu onze formas de implementação de trabalho no âmbito de um canteiro de obra, na qual são: redução das atividades que geram valores; adição de valor de cliente, redução da variabilidade, redução do tempo; redução de efetivos; aumento de flexibilidade; aumento do processo de produção; aumento da transparência do processo; controle total; melhoria continuada e melhoria no fluxo e *Benchmarking*.

O programa 5S é cada vez mais implantado tanto nas empresas quanto na construção civil, no entanto, muitas instituições e organizações ainda fracassam no processo de implantação devido ao desconhecimento profundo das práticas, pela falta de uma organização e gestão empresarial, por entender que o 5S é um pacote pronto que simplesmente precisar ser inserido na instituição, e de implantar de forma acelerada na execução das atividades e na separação entre a utilização das ferramentas na vida profissional e pessoal dos envolvidos e que acabam criando meios que ao invés de trazer lucro geram custos (Bandeira, 2021).

O programa dos 5S visa o estabelecimento de uma gestão democrática, através do envolvimento de todos os funcionários da empresa, resultando em um ambiente de trabalho mais agradável e de melhor qualidade, voltado a educação e treinamento para desenvolver melhorias na rotina diária de trabalho e mudanças comportamentais nas pessoas que compõem o processo dentro das organizações.

A implantação do programa 5S em canteiro de obras produz grandes benefícios na qual, podem ser facilmente mensurados, pois produz melhoria na organização e a limpeza dos canteiros, promove resultados rápidos ao mesmo tempo que provoca a mudança de comportamento dos profissionais em relação a produção de ideias de redução de custos, resultando em um ambiente livre de materiais inúteis, organizado, limpo, seguro e com operadores conscientes (Anjos, 2018).

O objetivo desse trabalho foi elaborar, implantar e analisar um plano de organização e limpeza, com base no programa 5S, em um canteiro de obras.

2 Metodologia

Foi realizada uma inspeção por toda área do canteiro de obras, para análise, coleta de dados das não conformidades, para elaboração de um plano com as ações a serem executadas, voltadas para a implementação do programa 5S.

3 Resultados

A obra consistiu em uma construção de um galpão industrial construído em estrutura metálica perfil W com fechamentos periféricos em alvenaria e cobertura em telhas termoacústicas para uma empresa do ramo alimentício. Uma área construída de 9.130m² composto de térreo, mezanino e dois pavimentos. No canteiro de obras atuavam 22 (vinte e dois) colaboradores.

Observou-se que os funcionários não tinham cuidado quanto ao armazenamento correto dos materiais e limpeza de suas ferramentarias, bem como não havia organização dos espaços. Os materiais não eram identificados, dispostos sem segregação e sobre paletes, conforme figura 1.

Figura 1: Área de armazenamento de parte dos materiais.



No diagnóstico de pré-implantação do programa 5S foram identificados as não conformidades, que estão resumidos na tabela 1, e as soluções com base no programa 5S.

Tabela 1 - Quadro de problemas verificados e soluções.

Problemas Verificados	Soluções
Materiais armazenados de forma incorreta.	Aplicação do senso de utilização e senso de organização
Dificuldade no deslocamento dentro do local da obra	Aplicação do senso de utilização, senso de limpeza e senso de organização
Falta de cronograma de atividades diárias	Aplicação do senso de organização
Dificuldade por parte da mão de obra a utilizar EPI	Aplicação do senso de saúde e segurança
Falta de conhecimento da ferramenta 5S	Sensibilização e treinamento

Constatadas as demandas e que seria necessário agir com cautela, para não criar desconforto para os trabalhadores, de forma que houvesse impacto mínimo no desenvolvimento da obra. Assim, foram propostas as seguintes medidas:

- ✓ Fazer uma varredura em toda a obra para separar o que é necessário e o que é desnecessário;
- ✓ Organizar materiais de forma padronizada;
- ✓ Organizar tarefas diárias;
- ✓ Conscientizar os funcionários quanto a necessidade de organização de suas ferramentas;
- ✓ Conscientizar os funcionários quanto a importância do uso de EPI's.

A apresentação da ferramenta 5S foi feita através de uma palestra, por meio de um vídeo com a abordagem direta sobre "O que é a Ferramenta 5S", sendo discutido os conhecimentos da ferramenta e qual seria o impacto dela em nosso cotidiano. Foi enfatizado as melhorias não somente no trabalho, mas em suas vidas.

Como forma de entender a realidade de cada colaborador inerentes a obra e para identificar o seu grau de conhecimento, foram observados os seguintes aspectos:

- ✓ Grau de escolaridade: 64% possuem ensino médio, 36% possuem ensino fundamental completo;
- ✓ Limpeza e organização do local: 59% consideram o local limpo e organizado, 41% consideram o local inadequado;
- ✓ Cuidado com a ferramentaria: 64% acham desnecessário limpar e guardar, 36% fazem a limpeza e as guardam;
- ✓ Equipamento de proteção individual: 72% consideram importante o uso, 28% acham desnecessário o uso;
- ✓ Conhecimento da ferramenta 5S: 63% conhecem ou já tiveram contato, 37% desconhecem.

Aplicação do Programa

- Equipe

Devido ao alto volume de trabalho não foi possível interromper a execução da obra para treinamento dos trabalhadores. Como a etapa de treinamento é de grande importância para a implantação do programa, foi montada e treinada uma equipe de 08 (oito) funcionários que exerciam cargos de gerenciamento e coordenação na obra, e se responsabilizaram por disseminar os conceitos

e práticas da ferramenta, tendo a função por detectar novas não conformidades, coordenar ativamente a implantação e fiscalizar se os senso estavam sendo corretamente implantados.

- Treinamento

No treinamento foi explicado a importância da implementação do programa 5S, suas vantagens, as tarefas que seriam desenvolvidas e a necessidade do envolvimento de todos, para sucesso na implantação. Após uma semana da implantação da ferramenta seria feito uma inspeção, com o propósito de checar se as medidas estavam sendo cumpridas de forma correta e se foram eficientes

- Implantação

O processo de implantação de cada senso foi feito de forma sequencial (utilização, organização, limpeza, saúde, padronização e autodisciplina). Todos os dias antes do início do expediente de trabalho fazia-se uma reunião breve, para que fosse evidenciada a importância da implantação da ferramenta e novamente abordagem dos objetivos e os benefícios que a ferramenta traria em curto, médio e longo prazo. Foram feitos registros fotográficos do canteiro com o objetivo de comparar o ambiente após a ferramenta ser efetivamente implantada.

Para dar início a aplicação da ferramenta, iniciou-se a implantação com o senso de utilização simultaneamente com o senso de organização e limpeza, uma vez que eram as não conformidades mais relevantes, enfatizando a importância desses senso na melhora da mobilidade dentro do canteiro e a facilidade e rapidez para encontrar um material ou ferramenta quando fosse solicitado.

A desordem dos materiais acarretou geração de resíduo, contribuindo para o aumento no custo da obra, visto que a maioria dos materiais não pode ser reutilizado.

Em relação ao senso de limpeza, antes mesmo da implementação já havia um rodízio semanal de limpeza do ambiente. Embora esse senso já estivesse sendo aplicado, foram abordados com a equipe pontos importantes como a necessidade de postos de trabalho limpos, limpeza dos equipamentos (aumento da vida útil) e a necessidade de retirada dos entulhos devido ao impedimento no fluxo.

Para aplicação do senso de saúde e segurança foi feita uma demonstração prática da importância do uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) na construção civil e para que os funcionários relatassem os motivos pelos quais os não uso. Mesmo apresentando as vantagens sobre a implementação da ferramenta, alguns trabalhadores se mantiveram resistentes em tentar compreender a necessidade da nova ferramenta, principalmente quanto ao uso dos EPIs.

De acordo com os questionamentos e reclamações, foram sinalizadas as vantagens que a ferramenta 5S proporcionaria na vida e no trabalho dos colaboradores, relatando que o uso de EPIs é necessário para prevenir acidentes de trabalho e principalmente, preservar a vida do trabalhador, evidenciando mais uma vez que a organização e limpeza do ambiente causaria melhora na motivação, que a produtividade aumentaria e que haveria melhora inclusive nas relações entre os colaboradores, além de reduzir desperdícios de materiais, reduzir custos e diminuir as chances de retrabalhos.

De acordo com a aplicação dos senso de utilização, organização e limpeza foram retirados os entulhos, as ferragens e materiais sem uso que se encontravam na entrada e demais áreas do

empreendimento. Como resultado, observou-se a melhora no ambiente, ânimo e interação dos colaboradores com a ferramenta 5S.

Ao implantar o senso de organização a equipe percebeu que o ordenamento dos materiais, ferramentas e maquinário, diminuiu o tempo de procura, todos desenvolveram rápido esse senso e contribuíram na escolha de espaços para armazenamento de cada material. A figura 2 exemplifica esta ação.

Figura 2: Armazenamento dos materiais após a implantação da ferramenta 5S



4 Conclusões

Foi elaborado e implantado um plano de organização e limpeza para o canteiro de obras com base no programa 5S. No início houve resistência por parte dos trabalhadores devido à falta de conhecimento da ferramenta, porém os resultados foram satisfatórios.

O programa foi aplicado com sucesso de acordo com a ordem e os fundamentos dos cinco sentidos, pode-se analisar que a implantação desencadeou diversas mudanças no local de trabalho e no comportamento dos colaboradores. É possível afirmar que o treinamento e práticas foram assimilados de forma positiva e por isso, obtivemos êxito ao final da implantação.

Como a implantação do programa 5S aconteceu quando a obra em andamento, não foi uma tarefa fácil a aplicação do programa, pelo fato dos colaboradores estarem acostumados a trabalhar da errônea. Acredita-se que o melhor momento para implantação do programa nas fases iniciais da obra, quando o canteiro parte de forma organizada.

Sem dúvidas, os desperdícios de materiais e atividades que não agregavam valor à obra foram reduzidos, uma vez que muitos materiais se perdiam no meio da desorganização e que se perdia muito tempo na busca deles e ferramentas que não estavam dispostos em lugares adequados. Devido a simplicidade do programa 5S, até mesmo funcionários que desconheciam as práticas conseguiram implantar a ferramenta com êxito. Contudo, para que o programa continue obtendo resultados de melhoria contínua é necessário contar com a paciência e disciplina por parte de todos, pois o programa 5S é principalmente um processo de mudança comportamental de todos os envolvidos no processo.

5 Referências

ABELPRE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 12 mai. 2021.

ANJOS. Mayse dos Santos; OLIVEIRA. Meire Ramalho de.; Implantação do programa 5S em um canteiro de obras: um estudo de caso em Itabuna (BA). ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS, v.5, n.1, p: 136-155, janeiro/junho 2018.

BANDEIRA, Beatriz. Aplicação do programa 5S na construção civil. Revista Científica Semana Acadêmica. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/aplicacao-do-programa-5s-na-construcaocivil>. Acesso em: 27 abr. 2021.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC-Controle da Qualidade Total no estilo japonês. Falconi Editora, 2014. Disponível em: Acesso em 22 Abr. 2021.

GONZALEZ, Edinaldo Favareto; JUNGLES, Antônio Edésio. 5S's no canteiro de obra em um conjunto habitacional, 2002. Disponível em: <http://www.edinaldogonzalez.com.br/lib/artigos/art-5s-no-canteiro-de-obra.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2020.

OSADA, Takashi. Housekeeping, 5S's: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke. 3ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1995.

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE MÉTODOS DE PREVISÃO DE CAPACIDADE DE CARGAS DE ESTACAS DO TIPO HÉLICE CONTÍNUA EM UMA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM DUQUE DE CAXIAS – RJ

Matheus dos Santos Nunes¹; Bruno Lúcio Moura da Silva²;

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

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

Resumo - A fundação profunda tem por objetivo transmitir as cargas da superestrutura ao solo. Para realizar essa interação fundação-solo, faz-se necessário realizar previsões de capacidade de carga do mesmo. Este trabalho apresenta um estudo comparativo entre métodos de capacidade de carga de estacas do tipo hélice contínua, de uma fundação da estação de tratamento de esgoto do empreendimento Residencial Vila Ideal, localizado na Avenida Doutor Manoel Teles, S/N, centro, Duque de Caxias – RJ. Na análise dos resultados obtidos através de três métodos, verificou-se que o método de Aoki e Velloso (1975) obteve o resultado mais seguro em relação aos métodos de Decourt e Quaresma (1978) e *U.S. Army Corps of Engineers* (2005), mesmo obtendo a segunda maior resistência total, já que a estaca trabalha principalmente por atrito lateral, e o mesmo obteve o menor valor de resistência lateral, o que proporciona maior segurança.

Palavras-chave: Estacas. Hélice Contínua. Fundações Profundas. Capacidade de Carga. Ensaios Geotécnicos.

Abstract - *The deep foundation is intended to transmit superstructure loads to the ground. To carry out this foundation-soil interaction, it is necessary to make predictions of its carrying capacity. This work presents a comparative study between methods of carrying capacity of continuous helix piles, from a foundation of the sewage treatment plant of the Residencial Vila Ideal project, located at Avenida Doutor Manoel Teles, S/N, downtown, Duque de Caxias – RJ. In the analysis of the results obtained through three methods, it was found that the technique of Aoki and Velloso (1975) got the safest result about the methods of Decourt and Quaresma (1978) and US Army Corps of Engineers (2005), even obtaining the second-highest total resistance, since the pile works mainly by lateral friction, and it acquired the lowest value of lateral resistance, which provides more excellent safety.*

Keywords: Piles. Continuous Propeller. Deep Foundations. Load Capacity. Geotechnical Tests.

1 Introdução

Recentemente, a engenharia de fundações vem sofrendo grandes evoluções, devido a busca por métodos construtivos eficientes que garantem maior produtividade e redução de ruídos e vibrações durante a execução de fundações. Desta forma, surgiram recentemente, as estacas do tipo Hélice Contínua, que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, sendo adotado como principal alternativa de fundações profundas pelas grandes empresas (ALMEIDA NETO, 2002).

A utilização de estacas do tipo hélice contínua por diversas construtoras e engenheiros se dá devido aos avanços tecnológicos que a mesma obteve ao longo dos anos, se destacando das demais

fundações profundas mais utilizadas no Brasil. A adoção deste tipo de fundação tem sido elevada devido às diversas vantagens que a mesma oferece, como a ausência de ruídos, de vibrações, a não interferência em edificações adjacentes e a velocidade de execução (superior a 200 m por dia). Tais características são essenciais para a utilização desta fundação, podendo até mesmo reduzir de forma significativa o cronograma da obra (ALMEIDA NETO, 2002)

As estacas escavadas estão ganhando cada vez mais espaço e estão sendo uma tendência mundial, sendo responsável por mais de 50% da preferência dos construtores ao redor do globo (ANJOS, 2006). As estacas do tipo hélice contínua estão sendo utilizada para diversos outros fins além de estaca de carga, sendo utilizada para a execução de paredes de estacas para contenção, pré-furos para estacas metálicas ou pré-moldadas de concreto, a fim de transpor camadas do solo com SPT (*Standard Penetration Test*) elevado

O objetivo deste trabalho é avaliar a aplicabilidade dos métodos de previsão de capacidade de carga para este tipo de fundação profunda, através de sondagem no local da construção..

2 Metodologia

A determinação da capacidade axial de suporte de fundações pode ser realizada por métodos analíticos (diretos e indiretos), porém devido as dificuldades que esses métodos apresentam, a utilização de métodos diretos é estimulada. Os métodos diretos são aqueles de natureza empírica ou semi-empírica, que são fundamentados em resultados estatísticos de acordo com o desempenho de obras geotécnicas. Os métodos indiretos usam resultados de ensaios de ensaios, e adotam formulas clássicas de Mecânica dos Solos, sendo então chamados de métodos teóricos (ANJOS, 2006).

Vesic (1970) afirma que a análise de capacidade de carga de estacas parte do princípio que a ponta da estaca e demais elementos do fuste se moveram suficiente em relação ao solo adjacente para mobilizar a resistência de ponta e a resistência lateral. Porém, o deslocamento necessário para a mobilização do atrito lateral é próximo de 10 mm, com qualquer tipo de solo. Porém o deslocamento necessário para mobilizar a resistência de ponta é elevado, em especial para estacas de grande diâmetro, já que o deslocamento chega a 8% do diâmetro da ponta, para estacas cravadas, e até 30% do diâmetro da ponta, para estacas escavadas. Então, mesmo no caso de estacas muito rígidas, para as quais o deslocamento da ponta não é muito menor do que o do topo, o atrito lateral limite é mobilizado muito antes da resistência de ponta, sendo a fração da carga resistida pela ponta muito menor que a lateral.

Para determinar o diâmetro e comprimento das estacas, faz-se necessário considerar diversos aspectos, tais como: cargas dos pilares, resultados de ensaios geotécnicos e cálculo das cargas de ruptura da fundação em questão. O cálculo das cargas de ruptura e admissível devem ser realizados na fase de projeto, a fim de garantir que serão utilizados os métodos e fundações adequadas, atentando-se a realidade do empreendimento e a relação custo-benefício. Os métodos de capacidade de carga podem ser classificados em teóricos ou semi-empíricos, sendo os semi-empíricos os mais utilizados na engenharia e foram desenvolvidos em função do tipo e execução das estacas, sendo elas escavadas ou cravadas.

Para que se tenha maior segurança, é necessário que os cálculos e previsões de capacidade de carga feitos na etapa de projeto, no caso de fundações profundas, sejam confirmados através da realização de provas de carga no local da obra.

As estacas do tipo hélice contínua são executadas através de escavação do terreno, e

concretagem com a remoção do trado, porém, de acordo com Hachich (1996) seu comportamento se difere das demais estacas escavadas, tendo seus resultados de provas de carga se assemelhado mais as das previsões feitas para estacas cravadas.

Os limites de execução com relação a profundidade e distância do terreno vão depender do equipamento que está sendo utilizado. Equipamentos que escavam com grandes diâmetros, são maiores, portanto, necessitam ficar mais afastados dos limites do terreno.

Os valores das cargas usuais utilizadas no dimensionamento, suportadas pelo concreto da estaca, de acordo com o diâmetro externo da hélice, são apresentados na TAB.1.

TABELA 1 – Carga máxima estrutural do concreto no dimensionamento da estaca hélice contínua

Diâmetro da Hélice (mm)	Cargas Usuais (kN)	Diâmetro Interno Haste (mm)
275	250-350	100
350	350-500	100
400	500-650	100
425	550-700	100
500	700-1000	100
600	1100-1400	100
700	1550-1900	100
800	2000-2500	150
900	2550-3100	150
1000	3150-3900	150

Fonte: HACHICH, 1996.

A carga admissível estrutural indicada na tabela é a máxima que a estaca poderá resistir, até que saia da zona plástica, uma vez que os valores correspondem à resistência estrutural do material da estaca. Porém é importante frisar que deve se realizar um procedimento para que seja avaliado o contato da estaca-solo. Tal procedimento é o cálculo de “previsão de capacidade de carga”.

2.1 Métodos Teóricos Para a Previsão da Capacidade de Carga

As fórmulas teóricas de capacidade de carga de elementos de fundações profundas formam um conteúdo vasto de engenharia de fundações. Diversos autores pesquisam sobre o assunto e apresentam suas contribuições a fim de chegar na fórmula ideal, resultando numa enorme quantidade de métodos teóricos para a previsão de capacidade de carga.

O principal fator que contribui para a existência de diversas fórmulas, se dá por conta da dificuldade de ajustar o modelo físico e matemático à ruptura de fundações profundas, pois o comportamento é diferente das fundações rasas, tornando essas fórmulas inaplicáveis. Muitos autores tentaram equacionar o problema, mas os métodos existentes não são muito eficientes, ainda mais em estacas aplicadas em areia, o que torna a utilização de métodos teóricos de previsão de capacidade de carga restrita e cautelosa.

2.1.1 Método do *U.S. Army Corps of Engineers*.

Assim como a maioria dos métodos teóricos, o método do *U.S. Army Corps of Engineers* (2005) apresenta expressões e tabelas associadas à aplicação do método em estacas pré-moldadas de concreto, que trabalha à compressão. Porém, o mesmo também pode ser utilizado em outros tipos de estacas, sendo considerado as diferentes formas de execução.

Um fator positivo do método do *U.S. Army Corps of Engineers* (2005) é que ele pode ser utilizado em condições não drenadas, com rápido carregamento ou com carregamento a longo prazo, de forma drenada. Isso é possível devido ao método ser teórico, envolvendo parâmetros de resistência ao cisalhamento do solo. Tal fator é relevante devido a necessidade de carregar as estacas antes que sejam dissipadas as poropressões, que são geradas durante a cravação. Como o este método não envolve calibração por provas de carga estáticas que foram feitas muito tempo depois da execução do estaqueamento, como os métodos semi-empíricos, este método possui maior versatilidade.

2.2 Métodos Semi-empíricos Para a Previsão da Capacidade de Carga

Por conta das fórmulas teóricas não serem muito confiáveis na previsão de capacidade de carga de fundações profundas, a maioria dos autores propõem métodos baseados em correlações empíricas, com resultados de investigações geotécnicas e ajustados com provas de carga.

Os métodos semi-empíricos mais difundidos são os métodos dos brasileiros: Aoki e Velloso (1975) e Décourt e Quaresma (1978), que são amplamente utilizados nos escritórios de projeto de fundações, inclusive no exterior.

2.2.1 Método de Aoki-Velloso

A equação básica de capacidade de carga é dada por:

$$R = R_L + R_p$$

Com as parcelas de resistência lateral (R_L) e de ponta (R_p) dadas, respectivamente, por:

$$R_L = U \sum (r_L \Delta_L)$$

E

$$R_p = r_p A_p$$

Ou seja, a capacidade de carga (R)

$$R = U \sum (r_L \Delta_L) + r_p A_p$$

Em que r_L e r_p são as incógnitas geotécnicas.

Pelo método Aoki-Velloso, essas duas incógnitas são inicialmente correlacionadas com ensaios de penetração estática CPT, por meio dos valores da resistência de ponta do cone (q_c) e do atrito lateral unitário na luva (f_s):

$$r_p = \frac{q_c}{F_1}$$

$$r_L = \frac{f_s}{F_2}$$

Em que F_1 e F_2 são fatores de correção que levam em conta o efeito escala, ou seja, a diferença de comportamento entre a estaca (protótipo) e o cone do CPT (modelo), e a influência do método executivo de cada estaca. Esta fórmula foi adaptada ao ensaio mais difundido no Brasil, que é o SPT, o valor da resistência de ponta (q_c) pode ser substituído por uma correlação com o índice de resistência à penetração (N_{SPT}):

$$q_c = K N_{SPT}$$

Em que o coeficiente K depende do tipo de solo.

Essa substituição possibilita exprimir também o atrito lateral em função de N_{SPT} , com a utilização do atrito (α):

$$\alpha = \frac{f_s}{q_c}$$

Com isso, temos.

$$f_s = \alpha q_c$$

$$f_s = \alpha K N_{SPT}$$

Em que α é função do tipo de solo.

Na literatura especializada sobre cone, a razão de atrito é tradicionalmente representada por R_f e é utilizada para identificar o tipo de solo. No método de aoki-veloso, os autores procedem de maneira inversa, pois, a partir do tipo de solo, conhecido pela sondagem SPT, inferem o valor da razão de atrito.

Podemos então, reescrever as expressões anteriores para r_p e r_L :

$$r_p = \frac{K N_p}{F_1}$$

$$r_L = \frac{\alpha K N_L}{F_2}$$

Em que N_p e N_L são, respectivamente o índice de resistência à penetração na cota de apoio da ponta da estaca e o índice de resistência à penetração médio na camada de solo de espessura Δ_L , ambos valores obtidos a partir de sondagem mais próxima. Portanto a capacidade de carga (R) de um elemento isolado de fundação pode ser estimada pela fórmula semiempírica:

$$R = U \Sigma \left(\frac{\alpha K N_L}{F_2} \Delta_L \right) + \frac{K N_p}{F_1} A_p$$

Ou

$$R = \frac{K N_p}{F_1} A_p + U \Sigma \left(\frac{\alpha K N_L}{F_2} \Delta_L \right)$$

Os valores de F_1 e F_2 fazem parte de uma atualização feita por Monteiro (1997), da tabela proposta por Aoki e Velloso (1975).

2.2.2 Método de Decourt e Quaresma

As parcelas de resistência (R_L e R_p) da capacidade de carga (R) de um elemento de fundação por estaca são expressas por:

$$R_L = r_L U L$$

$$R_p = r_p A_p$$

A estimativa da tensão de adesão ou de atrito lateral (r_L) é feita com o valor médio do índice de resistência a penetração do SPT ao longo do fuste (N_L), de acordo com uma tabela apresentada pelos autores, sem nenhuma distinção quanto ao tipo de solo. No cálculo de N_L , adotam os limites $N_L \geq 3$ e $N_L \leq 15$ e não consideram os valores que serão utilizados na avaliação da resistência de ponta.

Decourt (1982) transforma os valores tabelados na expressão:

$$r_L = 10 \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right)$$

E estende o limite superior de $N_L = 15$ para $N_L = 50$, para estacas de deslocamento e estacas escavadas com bentonita, mantendo $N_L \leq 15$ para estacas Strauss e tebulões a céu aberto.

A capacidade de carga junto à ponta ou base da estaca (r_p) é estimada pela equação

$$r_p = C N_p$$

Em que:

N_p - Valor médio do índice de resistência à penetração na ponta ou base da estaca, obtido a partir de 3 valores: o correspondente ao nível ponta ou base, o imediatamente anterior e o imediatamente superior;

C – Coeficiente característico do solo, ajustado por meio de 41 provas de cargas realizadas em estacas pré-moldadas de concreto.

Nas provas de carga que não atingiram a ruptura, os autores utilizam como critério de ruptura a carga correspondente ao recalque de 10% do diâmetro da estaca. Esse critério está associado ao modo de ruptura convencional.

Decourt (1996) introduz fatores α e β , respectivamente nas parcelas de resistência de ponta e lateral, resultado a capacidade de carga em:

$$R = \alpha C N_p A_p + \beta 10 \left(\frac{N_L}{3} + 1 \right) U L$$

Para a aplicação do método a estacas escavadas com lama bentonítica, estacas escavadas em geral (inclusive tubulões a céu aberto), estacas tipos hélice contínua e raiz, e estaca injetadas sob altas pressões. Os valores propostos para α e β são apresentados nas tabelas. O método original ($\alpha = \beta = 1$) permanece para estacas pré-moldadas, metálicas e tipo franki.

3 Aplicações e Resultados dos Métodos

As estacas em estudo são pertencentes à Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) do empreendimento Residencial Vila Ideal, que se situa na Comunidade Vila Ideal, no centro do Município de Duque de Caxias – RJ, Brasil.

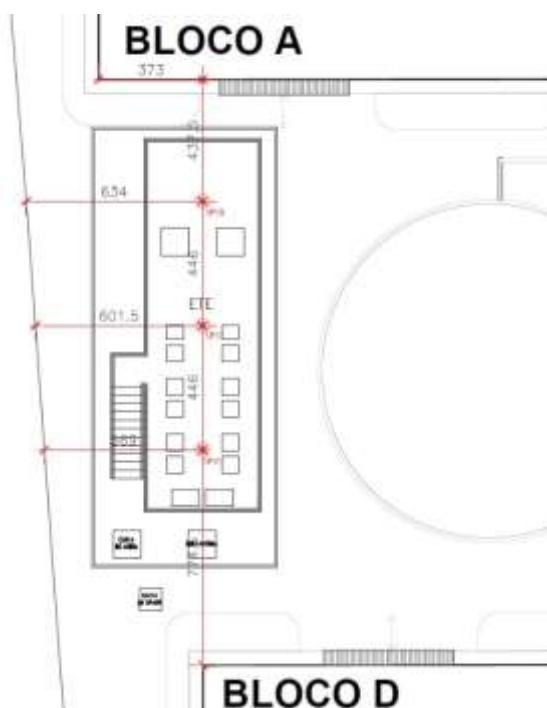
3.1 - Descrição da Edificação.

A Edificação em questão é uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), que receberá o esgotamento sanitário do conjunto habitacional, que será tratado e posteriormente despejado na rede de esgotamento da rua Sargento Belmonte de Oliveira.

3.2 – Investigações Geotécnicas

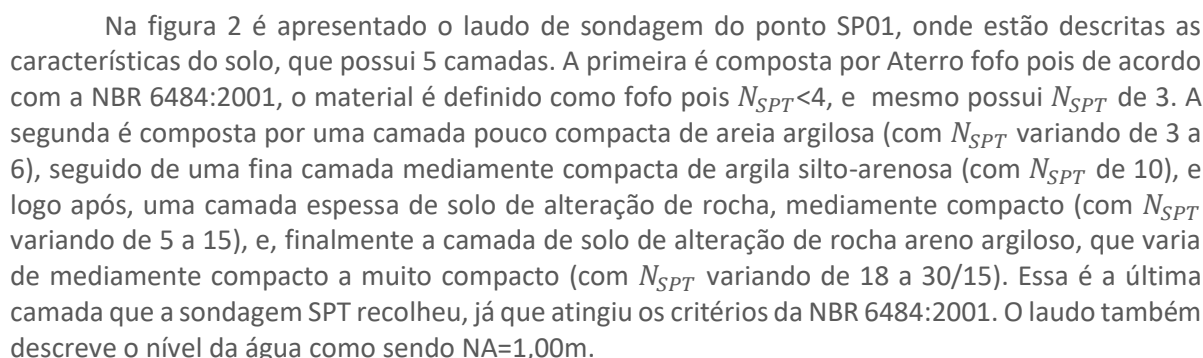
No local adotado para a construção da ETE, foram realizados três ensaios SPT (*Standard Penetration Test*), de acordo com o croqui de sondagem na FIGURA 1.

FIGURA 1 – Croqui de Sondagem SPT



Nas FIGS. 2, 3 e 4 são apresentados os resultados da análise do solo feito nos pontos SP01, SP02, SP03, os quais indicarão a resistência dos solos granulares, nível d'água e densidade, que posteriormente serão utilizados para o cálculo da capacidade de carga das estacas.

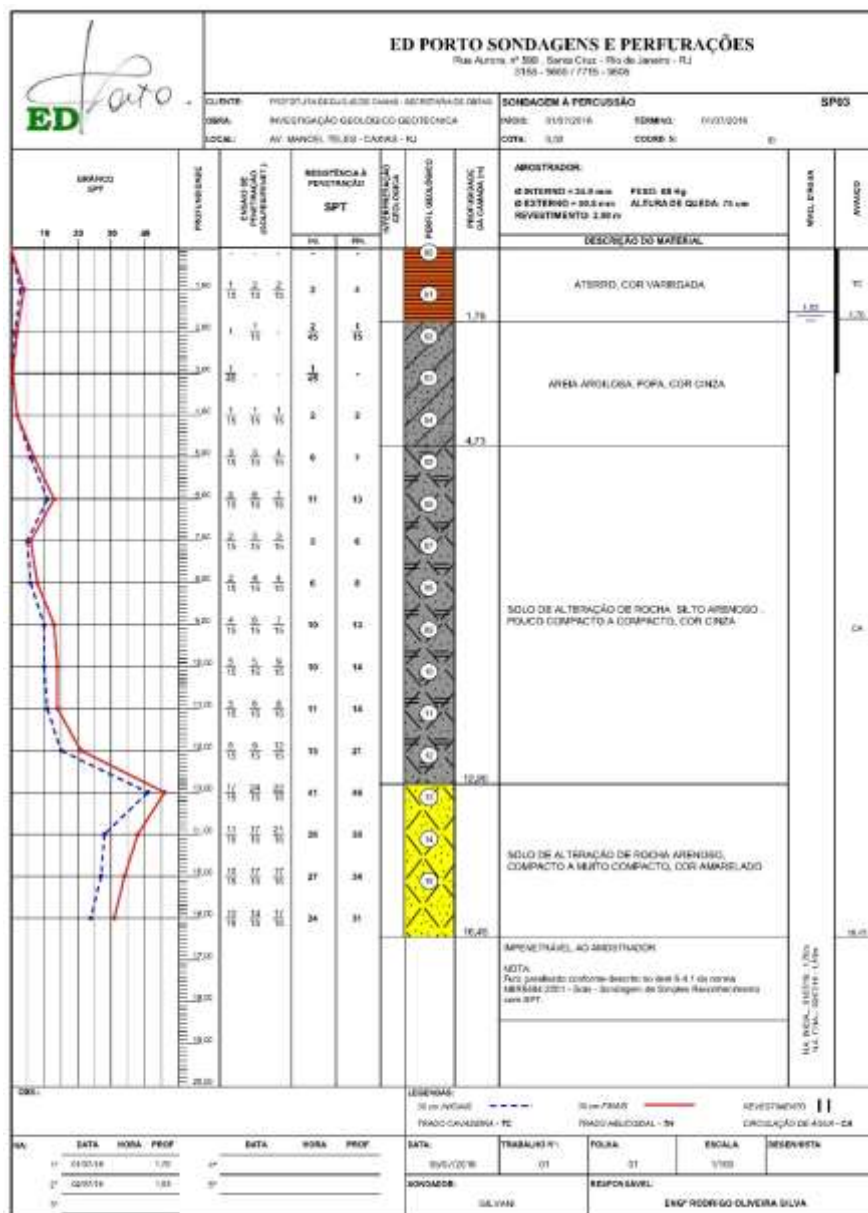
FIGURA 2 – Sondagem SPT do ponto SP01



[illegible]

75

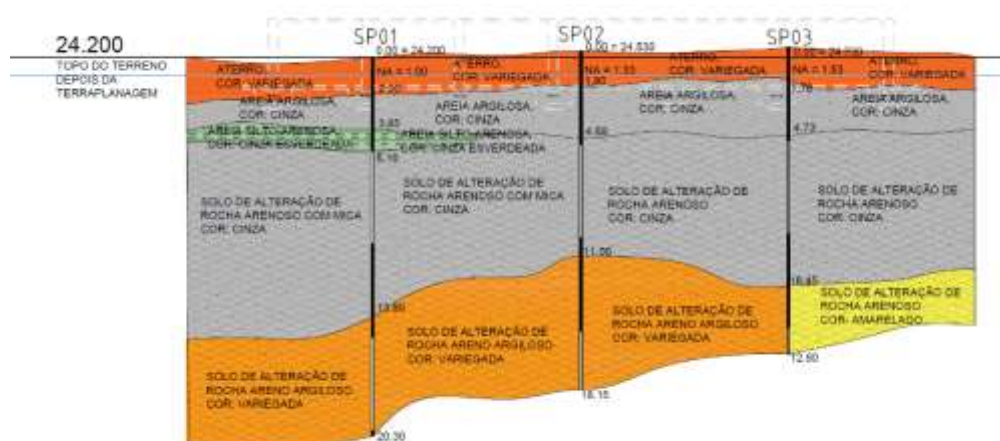
FIGURA 4 – Sondagem SPT do ponto SP03



76

compacto (com N_{SPT} variando de 46 a 31), na cor amarelado. NA=1,53m. Da mesma forma como apresentado no ponto SP02, o terreno se encontrava irregularizado, com isso, observamos que o nível d'água está diferente em todos os pontos.

FIGURA 5 – Perfil de Sondagem SPT



Fonte: O AUTOR, 2017.

A FIGURA5 apresenta o perfil de sondagem do local onde se encontra o objeto de estudo. Nela podemos ver os três pontos de sondagem, com suas características apontadas, para efeito de comparação entre os pontos.

3.3 Previsões de Capacidade de Carga

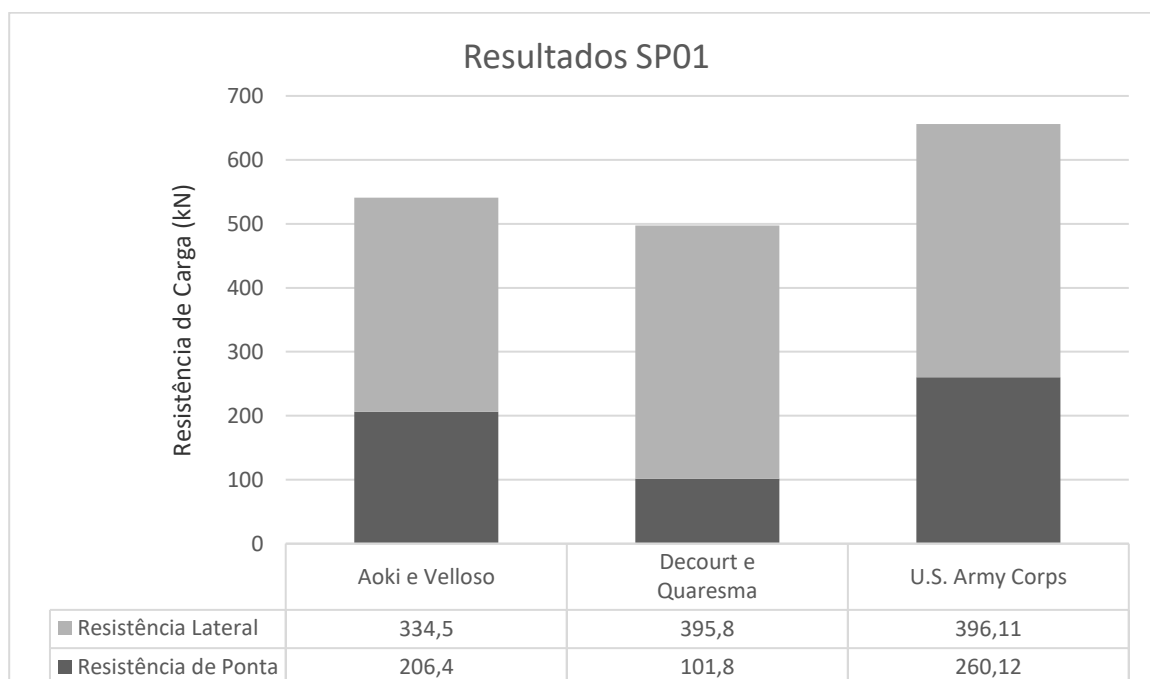
A fim de obter maior segurança, o presente trabalho faz a comparação entre três métodos de previsão de capacidade de carga, sendo dois semi-empírico (método de Aoki e Velloso e o método de Decourt Quaresma) e um teórico (Método do *U.S. Army Corps*). O método que obter o menor valor, será utilizado para a execução do estaqueamento.

3.3.1 Comparação entre os métodos no ponto SP01

TABELA 2 – Resumo das resistências calculadas pelos três métodos no ponto SP01

Método	Prof. (m)	R_p (kN)	R_L (kN)	R (kN)	R_{ADM} (kN)
Aoki e Velloso	12	206,4	334,5	540,9	270,5
Decourt e Quaresma	12	101,8	395,8	497,6	248,8
U.S. Army Corps	12	260,12	396,11	656,23	328,11

FIGURA 6 – Comparação entre os métodos de capacidade de carga no ponto SP01



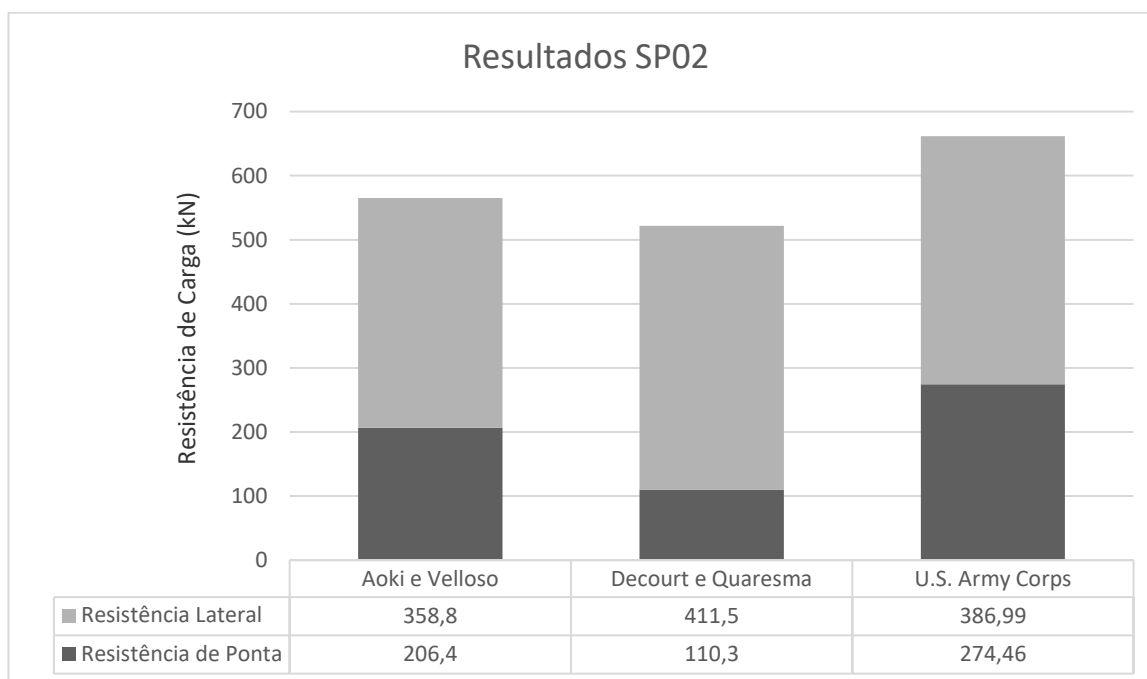
Com os valores apresentados na figura 6, observa-se que o método teórico do *U.S Army Corps* possui valores mais elevados tanto na resistência de ponta quanto na resistência lateral. O método de Decourt e Quaresma apesar de possuir a segunda maior resistência lateral, a resistência de ponta é bem baixa, tendo menos da metade do valor apresentado nos demais métodos, tendo então, o menor valor geral de resistência de carga. O método de Aoki e Velloso, no ponto SP01, possui o menor valor de resistência lateral, porém a resistência é mais que o dobro do método de Decourt e Quaresma, tornando-o o segundo maior valor de resistência de carga. Então, no ponto SP01, o método com menor resistência de carga é o método de Decourt e Quaresma.

3.3.2 Comparação entre os métodos no ponto SP02

TABELA 3 – Resumo das resistências calculadas pelos três métodos no ponto SP02

Método	Prof. (m)	R_p (kN)	R_L (kN)	R (kN)	R_{ADM} (kN)
Aoki e Velloso	12	206,4	358,8	565,20	282,6
Decourt e Quaresma	12	110,3	411,5	521,8	260,9
U.S. Army Corps	12	274,46	386,99	661,45	330,72

FIGURA 7 – Comparação entre os métodos de capacidade de carga no ponto SP02

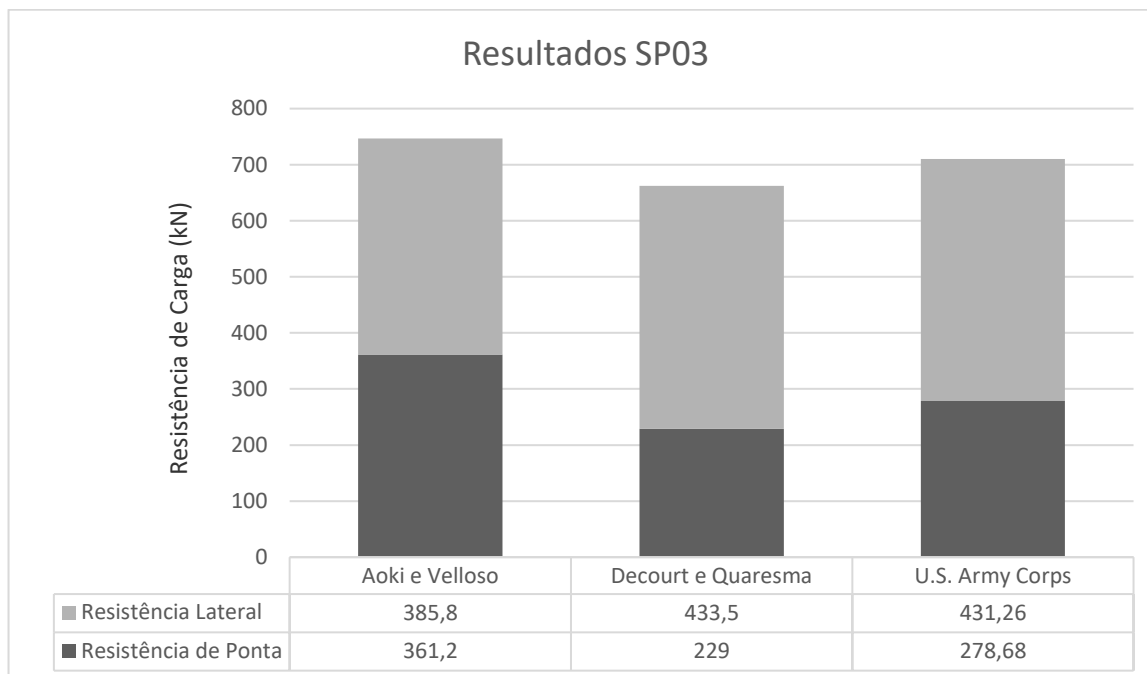


Com a análise dos dados apresentados na figura 7, é possível observar que assim como no ponto SP01, o método do *U.S Army Corps* obteve o maior valor de capacidade de carga, sendo a resistência de ponta a maior dos três métodos, e a resistência lateral, a segunda maior. O método de Aoki e Velloso obteve a segunda maior capacidade de carga, porém a resistência lateral é a menor dos três métodos, e a resistência de ponta, a segunda maior. O método de Decourt e Quaresma, mais uma vez, foi o que obteve a menor resistência de carga, mesmo tendo o maior valor de resistência lateral, já que sua resistência de ponta obteve quase a metade do valor de Aoki e Velloso.

3.3.3 Comparação entre os métodos no ponto SP03

TABELA 4 – Resumo das resistências calculadas pelos três métodos no ponto SP01

Método	Prof. (m)	R_p (kN)	R_L (kN)	R (kN)	R_{ADM} (kN)
Aoki e Velloso	12	361,2	385,8	747,0	373,5
Decourt e Quaresma	12	229	433,5	662,6	331,3
U.S. Army Corps	12	278,68	431,26	709,95	354,97

FIGURA 8 – Comparação entre os métodos de capacidade de carga no ponto SP03

Diferentemente dos demais resultados, os dados da figura 8 apresentam o método de Aoki e Velloso como sendo o com maior valor de capacidade de carga, mesmo obtendo o menor valor de resistência lateral dos três métodos, pois o valor de resistência de ponta é o maior dos três. Em segundo lugar, ficou o método do *U.S. Army Corps*, que tanto a resistência lateral quanto a resistência de ponta, apresentaram valores medianos em relação aos três métodos. E mais uma vez, o método de Decourt e Quaresma se apresentou como o método com a menor resistência de carga, tendo a maior resistência lateral, e a menor resistência de ponta.

4 Conclusões

A engenharia de fundações sofreu diversas evoluções ao longo dos anos, principalmente a fundação profunda com estacas hélice contínua, que garantem maior segurança e confiabilidade na execução dos serviços graças ao monitoramento.

Observou-se, que as investigações geotécnicas são importantíssimas para a análise do solo e das previsões de capacidade de carga das estacas, pois os seus resultados influenciam diretamente no valor estimado de capacidade de carga do solo, logo, é de suma importância que as investigações sejam bem executadas e seus laudos feitos de forma correta, obedecendo os critérios normativos, principalmente na descrição do material no ponto de sondagem.

Observou-se também que a determinação da capacidade de carga de uma estaca pode ser realizada através de métodos diretos (empíricos e semi-empíricos) e indiretos (teóricos), e é de suma importância que sejam realizadas previsões com ao menos três métodos, a fim de compará-los e garantir maior confiabilidade no resultado final.

Concluiu-se que a utilização de diferentes métodos de previsão de capacidade de carga, reflete valores distintos, em todas as parcelas, tanto de atrito lateral, quanto a resistência de ponta. Sendo o método de Aoki e Velloso (1975) com o menor valor de resistência lateral, o Décourt-quaresma (1978) com o maior valor de resistência lateral, e menor valor de resistência de ponta, e o método do *U.S. Army Corps of Engineers* (2005) obteve a maior resistência geral em dois pontos. Porém, de acordo com Vesic (1970), o atrito lateral é mobilizado muito antes da resistência de ponta, sobretudo em estacas escavadas, logo, a estaca trabalhará principalmente por atrito lateral, tal análise permite-nos concluir que o método de Aoki e Velloso (1975) é o mais seguro, uma vez que ele obteve a menor resistência lateral nas três previsões realizadas.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6484**: Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro, 2001.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122**: Projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8036**: Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro, 1983.

ALMEIDA NETO, J. A. (2002). **Estacas hélice contínua e ômega: aspectos executivos**. 187 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, USP. São Paulo.

ANJOS, G. J. M. (2006). **Estudo do comportamento de fundações escavadas em solos tropicais**. 340 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Tecnologia, UnB. Brasília.

AOKI, N; VELLOSO, D. A. (1975). **An Approximate Method to Estimate the Bearing Capacity of Piles**. Proceedings of the 5th Pan American Conference on Soil Mechanics and Foundations Engineering, Buenos Aires, Vol. 1, 1975.

DÉCOURT, L. & QUARESMA FILHO, A.R. (1978). **Capacidade de carga de estacas a partir de valores de SPT**. VI Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia de Fundações, ABMS, 1: p. 45-53.

DÉCOURT, L.; ALBIERO, J.H. & CINTRA, J.C.A. (1996). **Análise e Projetos de Fundações Profundas**. Fundações: teoria e prática, Hachich, W.; Falconi, F.; Saes, J.L.; Frota, R.G.Q.; Carvalho, C.S. & Niyama, S. (eds), Editora PINI Ltda, São Paulo, SP, pp. 265-327.

HACHICH, W.R.; TAROZZO, H. (1996). **Fundações: teoria e prática**. São Paulo: Editora PINI.

MONTEIRO, P. F. **Capacidade de carga de estacas – método Aoki-Velloso**, Relatório interno de Estacas Franki Ltda., 1997.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Design of Pile Foundations**. University Press of the Pacific, Honolulu, Hawaii, 2005.

VESIC, A. S. **Design of Pile Foundations**. Duke University School of Engineering, Durham, North Carolina, 1977

AVALIAÇÃO DE COMPOSTAGEM COMERCIAL COMO ALTERNATIVA A SUSTENTABILIDADE, CICLO ORGÂNICO, DUQUE DE CAXIAS, RJ

Roger Ribeiro da Silva ¹; Paula Fernanda Chaves Soares ²; Michel Santos da Silva ²

¹ Graduando 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

rogersilva325@gmail.com , pfernanda07@gmail.com, michelbiodss@yahoo.com.br

Resumo - Junto como o crescimento econômico, desenvolvimento e o progresso o homem presenciou um salto na qualidade de vida da espécie, gerando bem-estar e conforto. No entanto, ao mesmo tempo, vivencia a maior crise ambiental de sua história, com mudanças climáticas em curso alavancada por uma utilização massiva de recursos, como uma obsolescência programada absurda, gerando cada vez mais resíduos. Nesse contexto, grande parte dos resíduos podem ser reciclados, principalmente resíduos que apresentam valor agregado (tais como: vidro, alumínio, cobre, entre outros), diferentemente dos resíduos sólidos orgânicos. Para esse tipo de resíduos, algumas empresas estão investindo em compostagem, que é um processo biológico em que microrganismos transformam matéria orgânica (estrume, folhas, papel e restos de comida) em um material semelhante ao solo a que se chama composto e que pode ser utilizado como adubo. Este trabalho teve como objetivo avaliar os teores de nutrientes de um lote de composto orgânico confeccionado como resíduos domésticos (restos de comida) e recomendar sua utilização final.

(Palavras-chave: *Composto Orgânico, Matéria Orgânica, Desenvolvimento Sustentável.*)

Abstract - Along with economic growth, development, and progress, human beings witnessed a leap in the species' quality of life, generating well-being and comfort. However, at the same time, it is experiencing the most significant environmental crisis in its history, with ongoing climate change driven by the massive use of resources, such as absurd programmed obsolescence, generating more and more waste. In this context, a large part of waste can be recycled, especially waste that has benefits (like glass, aluminum, copper, among others), unlike solid waste. For this type of waste, some companies invest in composting, a biological process in which microorganisms transform organic matter (manure, leaves, paper, and food waste) into a soil-like material called compost, which can be used as fertilizer. This work aimed to evaluate the nutrient contents of an organic lot made as household waste (food leftovers) and recommend its final use.

(Keywords: *Organic Compost, Organic Matter, Sustainable Development.*)

1. Introdução

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) entrou em vigor em 02 de agosto de 2010, mediante a promulgação da Lei 12.305. Este novo marco regulatório tramitou por muitos anos no

Congresso Nacional e representa um grande avanço na área de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Apresenta uma visão moderna sobre um dos maiores problemas do planeta, o crescente acúmulo de resíduos (IBGE, 2010), e aborda a problemática de forma macro (MILLER et al., 2009), onde a responsabilidade é compartilhada desde a produção (toda cadeia produtiva) (GALEFFI, 2014), coleta, destino final e inclusão social dos catadores e enfatiza conceitos como "logística reversa" e a prática dos 5 "Rs" Repensar, Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recusar (BRASIL, 2010).

A PNRS demanda ações práticas do poder público de todas as esferas para planejar o gerenciamento dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), o Ministério do Meio Ambiente - MMA, publicou em 2010 o manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. A compostagem de resíduos sólidos orgânicos (RSO) é uma alternativa vantajosa com relação aos aterros por conta de sua característica aeróbia, minimizando emissões e lixiviados (PIRES et al., 2011). A compostagem é um processo biológico em que microrganismos transformam matéria orgânica, como estrume, folhas, papel e restos de comida em um material semelhante ao solo a que se chama "*composto*" e que pode ser utilizado como adubo, agrega valor ao processo e atua como condicionador de solo (KIEHL, 1998). O composto orgânico gerado através da compostagem apresenta vantagens ecológicas quanto aos fertilizantes químicos tradicionais (ANDERSEN et al., 2012), agrega valor ao processo e atua como condicionador de solo (KIEHL, 1998). A Matéria Orgânica presente no solo possui em si uma gama de diferentes elementos que foram degradados por micro-organismo tornando-se húmus, ali contendo carbono orgânico, Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Manganês, entre outros (PEREIRA NETO, 1996).

A utilização da compostagem proporciona um fim adequado para mais de 50% do lixo orgânico, ela propicia a ciclagem de nutrientes do material orgânico, sendo uma etapa do ciclo natural, enriquecendo o solo para agricultura ou jardinagem, por exemplo, dando um destino adequado ao resíduo orgânico que se acumularia nos lixões (CHIABI, 2017).

No manual do Ministério do Meio Ambiente – MMA, são apontados três tipos básicos de compostagem: compostagem por aeração natural, a de aeração forçada e, por fim, a obtida por meio de reator biológico, onde tem-se:

- **Compostagem via aeração natural** - os resíduos são dispostos em leiras, com reviras periódicas para que haja a convecção do ar na massa do composto, acrescida de umidificação até o término do processo. Este método também é conhecido como método das leiras revolvidas (Windrow).
- **Compostagem via aeração forçada** - o material orgânico é disposto sob tubos perfurados por onde circula ar forçadamente, através de bombeamento mecânico. Neste método não há revira. Outra denominação para este método é leiras estáticas aeradas (Static pile). Os aceleradores melhoram significativamente a condição da fermentação, mas trazem uma desvantagem no aumento do custo com turbinas, tubos, grades inerentes ao processo de aeração forçada.
- **Compostagem via reator biológico** - também conhecido como sistemas fechados ou reatores biológicos (In-vessel), onde os parâmetros de oxigenação são aplicados sem interferência externa.

Kiehl (1985) classificou os sistemas de compostagem também quanto ao tempo: processos lentos ou acelerados. E enfatizou que a escolha do método se dá basicamente por duas razões, a quantidade a ser compostada e a disponibilidade financeira. Considerando as dificuldades econômicas e a fragilidade das políticas públicas de gestão de resíduos no Brasil, em que 70% dos municípios ainda dispõem seus resíduos em lixões (BRASIL, 2010) a utilização da compostagem via aeração natural surge como alternativa sustentável viável para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos (GASPAR, et al., 2020).

Neste contexto o projeto de pesquisa avaliou o processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos via aeração natural durante seu ciclo e realizou análise do teor de nutrientes do composto orgânico gerado ao final do processo.

2. Material e Métodos

O estudo foi realizado na empresa Ciclo Orgânico, localizada em Capivari, 4º Distrito do Município de Duque de Caxias, Rio de Janeiro, situada nas proximidades do Arco Metropolitano, (Figura 1). O discente está atuando em conjunto com a empresa frente a adequação ambiental a legislação vigente. O proprietário acolheu a ideia da realização do projeto de pesquisa, permitindo acesso a empresa fornecendo informações sobre o processo de compostagem e permitindo o monitoramento dos resíduos sólidos orgânicos durante todo o tempo de permanência do material (entrada dos RSO, montagem da pilha e revolvimento, transformação, até o produto final).

FIGURA 1. Indicação da localização da Empresa de compostagem, local onde foram realizadas as coletas



(Fonte GoogleEart, 2020).

Foi realizado o levantamento dos dados climáticos mediante séries históricas locais (INMET, 2020). Os dados climáticos possuem grande importância durante todo o processo de compostagem, pois influenciam diretamente na decomposição/transformação da matéria orgânica (KIEHL, 1998). De acordo como a variação de temperatura e umidade os organismos decompositores processam maior quantidade de material orgânico (quente e úmido) ou caso contrário, diminuem seu metabolismo processando menor quantidade de material orgânico (frio e seco). Mediante o ótimo de processamento dos microrganismos conhecer as normais climatológicas é de fundamental importância para o bom funcionamento do processo de compostagem.

A Cidade de Duque de Caxias integra a macrorregião Baixada Fluminense estando localizada a 11m acima do nível do mar. Possui clima tropical, Am, de acordo com a classificação de Köppen, 1931 com inverso seco e verão chuvoso. Na maioria dos meses do ano existe uma pluviosidade significativa (verão) e uma curta época seca (inverno). Apresenta temperatura média de 23.4 °C, com precipitação média anual de 1704 mm (mês de maior precipitação é Janeiro como média de 263 mm e o mês de Agosto é o mês mais seco média 47 mm), Tabela 1. Quanto a temperatura, o mês mais quente do ano é Fevereiro com média de 26.8 °C e a temperatura média mais baixa refere-se a Julho, média em torno de 20.0 °C, (Climateorg, 2020).

Tabela 1. Série histórica de temperatura com indicação de máxima e mínima referente ao Município de Duque de Caxias, RJ.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novem- bro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.5	26.8	25.7	24.1	21.5	20.6	20	20.8	22	23.4	23.9	25.5
Temperatura mínima (°C)	23.2	23.2	22.6	21	18.2	16.9	16.1	16.6	18.1	19.9	20.8	22.3
Temperatura máxima (°C)	30.9	31.4	29.8	28.1	25.7	25.3	25	26.2	27.2	28.3	28.1	29.7
Chuva (mm)	263	197	222	119	79	51	51	47	92	127	216	240
Umidade(%)	77%	76%	79%	80%	79%	79%	77%	74%	73%	75%	79%	79%
Dias chuvosos (d)	15	13	15	10	9	5	5	6	9	11	14	15

Fonte: (Climatedata.org, 2020)

A identificação dos resíduos orgânicos é realizada durante a entrada de material do pátio de compostagem. Os resíduos chegam em caminhões de coleta e ocorre um triagem inicial sobre o RSO possível de identificação. O acompanhamento do processo iniciou com a separação dos resíduos e montagem da pilha e posteriormente ações de revolvimento, monitoramento de temperatura e umidade em função do tempo de decomposição dos RSO, Figura 3. Finalizando com a coleta e avaliação dos teores de nutrientes do composto.

O monitoramento ocorreu no pátio da empresa, foi realizado em quatro estágios de decomposição diferentes e para análise foram utilizadas três repetições, do composto pronto. A metodologia utilizada para o processo de compostagem via aeração natural (método das leiras revolvidas).

O processamento da amostra, acondicionamento e parte das análises dos teores de nutrientes foi realizada no Laboratório de Solos do Curso de Engenharia Civil, da Universidade Iguaçu (FACET, Bloco M) de acordo com a metodologia de análise descrita no Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto (KIEHL, 1985), preconizada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017). Em função da pandemia, algumas análises foram realizadas em Laboratório terceirizado.

3. Resultados

Os resíduos orgânicos chegam de caminhão ao centro de tratamento através de coletas regulares. O material recém-chegado é despejado em uma área cimentada para formação da pilha, todo o material é mantido sem cobertura, estando exposto a sol e chuva. A área cimentada onde as pilhas são dispostas possui um sistema de coleta de líquidos, caso ocorra chuvas mais intensas Figura 2. Na maioria dos casos a pilha absorve a precipitação (pilhas finalizadas são cobertas). Esse procedimento está de acordo com PEREIRA NETO (1996) e AQUINO, (2005).

FIGURA 2: Etapas do processo de compostagem: a. chegada de material; b. pilha recém-formada; c. aferição de temperatura; d. sequência de pilhas; e. sistema de drenagem e f. avaliação durante o processo de compostagem.



A



B



C



D



E



F

Foram identificados resíduos de legumes, frutas e verduras, em sua grande maioria. A esses são adicionados estrume bovino (fontes de nitrogênio), pó de serra, bagaço de cana picotado, ou restos de cortes de capins (fontes de carbono). Esse complemento pode variar de acordo com os descartes realizados por algumas instituições e/ou população, eles integram a confecção da leira. A leira que foi acompanhada como experimento teve como base resíduos de folhas secas e picotes de papel (material com alta relação C:N – para aumentar C), que formaram a camada inicial, onde o material trazido pelo caminhão foi disposto. O material trazido pelo caminhão por sua vez, possui baixa relação C:N por ser em grande parte legumes, verduras e frutas, Figura 2, a dessa forma a relação C:N é balanceada com a finalidade de facilitar a decomposição do composto.

Cabe ressaltar que, mediante triagem inicial, alguns materiais são retirados do montante de resíduos, e foram alocados em uma outra pilha, menor e com processo de decomposição muito mais lento devido ao tamanho maior das partículas, como sementes grandes, exemplo pêssigo e abacate, coco inteiro e pedaços de galhos. Na sequência, foram intercaladas camadas de estrume e em seguida uma mistura de palhas de café, pó de serra e folhas secas, depois novamente a camada com frutas, verduras e legumes, por fim foram colocadas novamente fontes de carbono, a leira é montada em formato piramidal e finalizada com camada de relação C:N alta, Figura 2, a.

As leras possuem em média de 3-4m de base e 1,5-2,0m de altura, sendo revidadas por pá carregadeira e acompanhadas diariamente quanto a temperatura e umidade internas, Figura 2, b. A avaliação do processo de compostagem considera os parâmetros físicos como pH e temperatura (em °C), que são medidos no interior da leira durante todo o processo, inicialmente três vezes na semana e durante a fase de maturação que são dois dias na semana, Figura 2, c. Regularmente, após medir a temperatura da leira, o revolvimento é feito, para oxigenar e em seguida é recolhida a amostra para o PH. A avaliação de umidade da leira, é feito o teste do bolo, onde uma amostra é colocada na palma da mão e apertada fechando os dedos, expressa se a leira precisa ser umedecida (não há

aparecimento de gotículas entre os dedos) ou se está encharcada (ocorre aparecimento de lamina d'água entre os dedos).

O maior índice na temperatura é 60°C, onde a fase de fitotoxidade inicia (primeira semana) e não havia odor que indicasse putrefação. O pH, inicialmente é relativamente ácido, devido a presença de materiais orgânicos (frutas como o tomate e laranjas) em áreas de anaerobiose que favoreceram a formação de ácidos orgânicos. No mais, as leitas permanecem no pátio durante todo o processo, Figura 2, d e e, cerca de 160 - 180 dias, sendo monitorada constantemente, Figura 2, f.

Após finalizado o processo de compostagem, o material passa por peneiramento de homogeneização, Figura 3, a. Os materiais que por ventura não tenham sido decompostos, com granulometria maior de aproximadamente 2x2 cm ficam retidos na malha, não sendo levado para a etapa final. A figura 3, b apresenta o composto finalizado, pode ser visto que o mesmo recebe tratamento diferente, sendo coberto por lona para diminuir umidade, neta fase o composto não fica exposto a chuva.

FIGURA 3. Finalização do processo de compostagem, pilha de composto e composto utilizado em horta.



Na sequência, o composto pronto está apto a ser utilizado. A figura 3.c, mostra a horta existente na parte de traz do pátio de compostagem e como as plantas estão se desenvolvendo bem. Cabe ressaltar que a horta em questão recebe compostos de lotes diversos, não sendo possível relacionar a um específico. No entanto, o composto pode ser aplicado em demais espécies, tais como: flores, fruteiras, gramados, mediante observação da exigência nutricional, um vez que a fertilidade do substrato interfere nos parâmetros de desenvolvimento das plantas (Lima et al., 2017)

O resultado da análise do composto permite avaliar se os parâmetros estão dentro dos limites indicados pela Legislação e não ultrapassam as tolerâncias, conforme indicado na tabela 2. Além disso, permite que seja realizada a comparação das garantias entre diferentes fontes de fertilizantes orgânicos.

Dentre os parâmetros, o índice pH e a relação C/N dão informações sobre o estado de decomposição da matéria orgânica do fertilizante. Para efeito prático, no processo de compostagem, considera-se que a matéria-prima crua tem reação ácida. Quando o pH está neutro ou próximo da neutralidade indica que o composto está bioestabilizado, o composto apresentou pH de 7,86, sendo classificado como ótimo. O composto humificado, ou seja, decomposto, apresenta-se obrigatoriamente alcalino.

TABELA 2: Análise dos teores de nutrientes do composto orgânico e classificação quanto a Portaria 402 – MAPA, 2010.

Parâmetros	Unidade	Composto	Classificação
Umidade a 60-65 °C	%	42,35	bom
pH em CaCl ²	-	7,86	ótimo
Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	mmol/kg	610	-
Matéria Orgânica Total	%	45,85	bom
Matéria Orgânica Compostável	%	40,5	-
Carbono Orgânico ^{1/}	%	22,5	-
Relação C/N	-	13/1	bom
Relação CTC/C	-	27/1	-
Nitrogênio (N) ^{2/}	%	1,8	médio
Fósforo (P ₂ O ₅) ^{3/}	%	0,73	médio
Potássio (K ₂ O) ^{3/}	%	1,51	alto
Cálcio (Ca) ^{3/}	%	4,16	alto
Magnésio (Mg) ^{3/}	%	0,43	baixo
Enxofre (S) ^{3/}	%	0,34	médio
Ferro (Fe) ^{3/}	%	1,1	médio
Zinco (Zn) ^{3/}	ppm	193,7	baixo
Cobre (Cu) ^{3/}	ppm	47,5	baixo
Manganês (Mn) ^{3/}	ppm	240,8	baixo
Boro (B) ^{4/}	ppm	14,7	baixo
Sódio (Na) ^{3/}	%	0,14	-
Cádmio (Cd) ^{3/}	ppm	6,5	alto*
Chumbo (Pb) ^{3/}	ppm	146	admitido*
Cromo total (Cr) ^{3/}	ppm	42	admitido*
Níquel (Ni) ^{3/}	ppm	43,5	admitido*

Metodologia preconizada pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017).

1/ oxidação com bicromato de potássio; 2/ digestão sulfúrica; 3/ digestão nito-perclórica; 4/ digestão seca

*limites máximos de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos. MAPA – Portaria número 402, de 22 de julho de 2010.

Estas informações devem ser sempre associadas com outras, como por exemplo, a relação C/N. A relação C/N fornece informação sobre o tempo de compostagem. Para material a ser decomposto, a relação C/N alta (acima de 30/1) indica necessidade de maior prazo de decomposição. Relação C/N entre 25/1 e 35/1 será mais favorável para uma rápida decomposição. Relação C/N baixa (entre 6/1 e 12/1, por exemplo) poderá provocar perda de nitrogênio amoniacal. No material curado ou semicurado, a relação C/N indica o grau de decomposição, ou seja, próximo a 18/1 o fertilizante está semicurado e de 18/1 a 10/1 o fertilizante está curado. O composto apresentou C/N de 13/1 sendo classificado como bom.

A comparação entre diferentes fontes de fertilizantes orgânicos pode ser feita em função da concentração de nutrientes, em especial NPK e o preço de mercado dos fertilizantes envolvidos. Para a comparação, deve-se levar em conta também a umidade de cada material, que ficou em 42,35%, sendo classificado como bom. Os valores de contaminantes admitidos em fertilizantes orgânicos estão abaixo do limite máximo permitido para os elementos chumbo, cromo total e mercúrio, sendo

classificado como admitido. Já cádmio apresentou valores pouco acima do limite, sendo classificado como alto.

4. Conclusão

A compostagem se mostra viável e de simples execução, podendo ser feita pela população como meio de mitigar a disposição de resíduos em aterros sanitários, atendendo a PNSR.

O método de compostagem por aeração natural se mostrou eficaz nos tratamentos de resíduos sólidos, finalizando o processo em torno de 160 dias, proporcionando aplicabilidades diversas de seu produto final,

Em função dos teores de nutrientes indica-se a utilização do composto para horta, flores, fruteiras, gramados, mediante observação da exigência nutricional de cada espécie.

O composto atende os padrões preconizados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – Portaria número 402, de 22 de julho de 2010.

5. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado através da concessão de bolsa de iniciação científica pela Universidade Iguaçu mediante Edital 2020-2021 do Programa de Iniciação Científica. E, com o apoio da Coordenação do Curso de Engenharia Civil que cedeu o Laboratório de Solos para preparação e processamento das análises. Em especial a Empresa Ciclo Orgânico que nos recebeu de forma calorosa e proporcionou todo o estudo, disponibilizando as dependências e fornecendo material de pesquisa.

6. Referências Bibliográficas

Andersen, J.K.; Boldrin, A.; Christensen, T.H.; Scheutz, C. (2012) Home composting as an alternative treatment option for organic household waste in Denmark: an environmental assessment using life cycle assessment modelling. Waste Management, v. 32, n. 1, p. 31-40. DOI: 10.1016/j.wasman.2011.09.014.

Aquino, A. M. (2005) Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos. EMBRAPA. Circular Técnica. n. 12.

Brasil, IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) Censo 2010. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: . Acesso em: 10 abr. 2013.

Chiabi, L. (2017) Ciclo Orgânico: Um Empreendimento Social, de Compostagem e Gestão de Resíduos. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica

Climateorg, (2021) Dados climáticos para cidades mundiais, Brasil, Rio de Janeiro, Duque de Caixias. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/duque-de-caxias-4040> Acessado em 08/09/2021,

Galeffi, C. (2013) Quem produz mais lixo no mundo. Portal resíduos sólidos. 2013. Disponível em: <http://portalresiduossolidos.com/quem-produz-mais-lixo-no-mundo/> acesso em 30.01.2021

Gaspar, LMR; Inácio, C de T; Quintaes, BR; Carvalho, Lucinere de RQ; Peres, AAde Carvalho Análise econômico-financeira do gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos em uma agroindústria de processamento mínimo de hortaliças. Engenharia Sanitaria e ambiental Jun 2020, Volume 25 Nº 3 Páginas 477 – 488

Gouveia, N. (2012). Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. Ciência e Saúde Coletiva. Universidade de São Paulo. p. 1503-1510.

Kiehl, E. (1998) Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba. 171 p.

_____. (1985) Fertilizantes orgânicos. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 492p.

Köppen, W. (1931). Grundriss der Klimakunde: outline of climate science (p. 388). Berlin: Walter de Gruyter.

Lima, T.J.L.; Ceccherini, G.J.; Sala, F.C.; Peixoto, C. (2017). Mudras de Lactuca sativa L. produzidas em diferentes formatos e volumes de bandejas. Revista Científica UNAR, Araras, v. 15, n. 2, p. 117-125

Miller, PRM; Inácio, C de T. (2009) Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. 1.ed. Rio de Janeiro. 156p

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PESCA E ABASTECIMENTO – MAPA. Definições e Normas dos Fertilizantes orgânicos podem ser obtidas na Instrução Normativa 23 de 31/08/2005

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. 2013. Disponível em: acesso em 30.01.2014

Pereira Neto, J. T., (1996) Manual de Compostagem. Belo Horizonte – UNICEF – 56p.

Pires, A.; Martinho, G.; Ni-bin, C. (2011) Solid state management in European countries. A review of systems analysis techniques. Journal of Environmental Management, v. 92, n. 4, p. 1033-1050. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.11.024.

ANÁLISE DE DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA SUSTENTÁVEL (MATA CILIAR, FAIXA MARGINAL DE PROTEÇÃO E NASCENTES) UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO EM CORPO HIDRICO NO MUNICÍPIO DE DUQUE DE CAXIAS/RJ

Kamila Luiz dos Santos¹; Gisele Dornelles Pires²; Fabricio Polifke da Silva³

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

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

³Professor, Departamento de Meteorologia – Instituto de Geociências, Centro de Ciências Matemática e da Natureza Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ
@gmail.com, eng.gisele.pires@gmail.com, fabriciopolifke@igeo.ufrj.br

Resumo – *Considerando que a Evolução da legislação no Brasil de proteção das áreas de preservação permanente de corpos hídricos no código florestal no art. 225, § 1º, III da Constituição da República prevê como dever do Poder Público definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção. A Constituição de 1988 elevou, ao nível constitucional, a proteção das unidades de conservação da natureza, das áreas de preservação permanente e da reserva legal.” segundo o artigo 4º (Lei 12.651/2012), inciso I. Quanto à Área de Preservação Permanente (APP) em Área Urbana Consolidada, o Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651/2012, apresenta-a com a função de preservar biodiversidade, recursos hídricos, estabilidade geológica, paisagem, fluxo gênico de fauna e flora, além de pretender proteger o solo e assegurar o bem-estar das pessoas. A partir daí a ideia de tornar áreas com proteção mais restrita vigorou e hoje elas se encontram regulamentadas em leis federais e estaduais sendo urgente a implantação de ações para efetivar e materializar os efeitos das leis. O presente artigo apresenta o estudo inicial realizado para propor e quantificar, através do uso de geoprocessamento, a necessidade de recuperação de uma faixa marginal de um corpo hídrico no município de Duque de Caxias, RJ.*

Palavras-chave: Faixa Marginal, Corpos hídricos (Rios), Geoprocessamento, Recuperação.

Abstract - *It is considering the evolution of legislation in Brazil to protect areas of permanent preservation of water bodies in the forest code in art. 225, § 1, III of the Constitution of the Republic provides as a duty of the Public Power to define, in all units of the Federation, territorial spaces and their components to be specially protected, being the alteration and suppression allowed only by law, any use being prohibited that compromises the integrity of the attributes that justify its protection. The 1988 Constitution raised, to the constitutional level, the protection of nature conservation units, permanent preservation areas, and legal reserves.” according to article 4 (Law 12,651/2012), item I. Regarding the Permanent Preservation Area (APP) in Consolidated Urban Area, the Brazilian Forest Code, Law 12.651/2012, presents it with the function of preserving biodiversity, water resources, geological stability, landscape, gene flow of fauna and flora, in addition to intending to protect the soil and ensure the well-being of people. From then on, the idea of making areas with more restricted protection took effect. Today, they are regulated by federal and state laws, with urgent action being taken to implement and materialize the impact of the laws. This article presents the initial study to propose and quantify, using geoprocessing, the need to recover a marginal strip of a water body in the municipality of Duque de Caxias, RJ.*

Keywords: Marginal Strip, Hydro bodies (Rivers), Geoprocessing, Recovery.

1 Introdução

Evolução da legislação de proteção das áreas de preservação permanente de corpos hídricos no código florestal no art. 225, § 1º, III da Constituição da República prevê como dever do Poder Público definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção. A Constituição de 1988 elevou, ao nível constitucional, a proteção das unidades de conservação da natureza, das áreas de preservação permanente e da reserva legal. No nível infraconstitucional, a proteção das áreas de preservação permanente foi progressiva, por meio de uma sucessão de normas ambientais, conforme veremos a seguir.

1.2 Código florestal de 1934

O Código Florestal de 1934 (Decreto nº 23.793/1934) expressamente tratou da proteção da vegetação de margens dos rios, sem, contudo, fazer qualquer previsão de larguras mínimas, como ocorreu a partir de 1966. Em seu art. 4º incluiu no conceito das chamadas “florestas protetoras” aquelas que, por sua localização, servissem para “conservar o regime das águas” e para “evitar a erosão das terras pela ação dos agentes naturais” (art. 4º). 11 Capítulo I De acordo com o art. 10 do Decreto nº 23.793/1934, cabia à União Federal, por meio do Ministério da Agricultura, inventariar e classificar as florestas protetoras para garantir sua preservação, cabendo às autoridades locais a atuação supletiva para preservação de tais áreas. Não é exagero afirmar que esse dispositivo permaneceu ignorado pelo Poder Público, em todas as suas esferas, ao longo de sua vigência.

1.3 Código florestal de 1965

Coube ao Código Florestal de 1965 (Lei Federal nº 4.771/1965) a disciplina sobre o tema e a definição de limites visando à proteção da vegetação ciliar. Desde a primeira legislação sobre o tema (o Código Florestal de 1934), já se tinha a ideia de conservação perene das florestas protetoras e remanescentes, sendo que o Código Florestal de 1965 passou a utilizar a nomenclatura “áreas de preservação permanente”.

É preciso ressaltar, porém, que, originalmente, a Lei Federal nº 4.771/1965, ao definir as áreas de preservação permanente, expressamente fez remissão a “florestas e demais formas de vegetação”. Tal redação ensejou a interpretação de que só seriam espaços territoriais especialmente protegidos aqueles providos de algum tipo de vegetação. Dessa forma, a aplicabilidade da proteção se destinava às áreas rurais, tendo em vista a redação do art. 1º, que fazia referência às florestas, bem como o restante de suas disposições, que foram omissas em relação às áreas urbanas. Todavia, também foi sustentado por doutrinadores e operadores do direito o entendimento de que a norma se aplicava a áreas cobertas ou não por vegetação nativa, embora a questão fosse bastante discutida, sobretudo quando se tratava de áreas urbanas, em função do enorme passivo gerado ao longo dos últimos quarenta e três anos.

No que tange, especificamente, às matas ciliares, a Lei Federal nº 4.771/1965, originalmente, estipulava metragens de APP bem diferentes das estabelecidas na legislação ambiental atual, sendo está fixada em faixa de 5 metros, para cursos de água de até 10 metros de largura de calha. Fixava, ainda, faixa igual à metade da largura dos cursos que medissem de 10 (dez) a 200 (duzentos) metros de distância entre as margens, e a faixa de 100 (cem) metros para todos os cursos cuja largura fosse superior a 200 (duzentos) metros. Ressalte-se que essa faixa de 5 metros vigorou até a alteração que

o Código sofreu em 1986 (Lei Federal nº 7.511/1986), passando para 30 metros no menor índice, ou seja, para rios com largura de 10 m.

1.4 Lei Federal 6938/81

Art. 1º - Esta Lei, com fundamento no art. 8º, item XVII, alíneas c, h e i, da Constituição Federal, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente, cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente e institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de Defesa Ambiental.

Art. 2º - A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - Proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle E zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - Incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - Proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - Educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

1.5 Área de Preservação Permanente

De acordo com o artigo 3º, inciso II, da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que estabeleceu o novo Código Florestal Brasileiro (que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa), as Áreas de Preservação Permanente são definidas como aquelas "(...) cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas". Na Figura 1 estão ilustradas as principais modalidades de áreas de preservação permanente, conforme disposto pela Lei 12.651/2012.

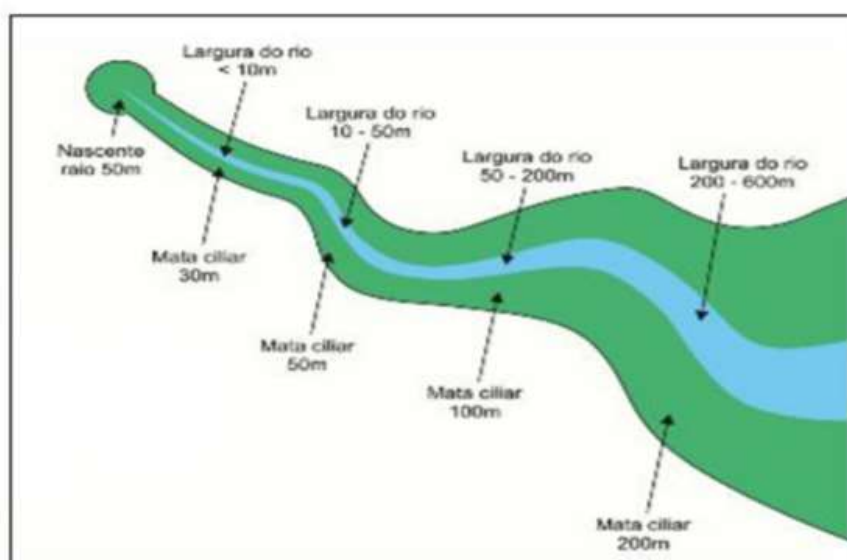
FIGURA 1 - Exemplos de Áreas de Preservação Permanente definidas pelo artigo 4º do Código Florestal. Fonte: Corrêa (2014).



Fonte <https://www.florestativa.com.br/areas-preservacao-permanente-app>

Na Figura 2 é ilustrada a APP de faixa marginal de curso d'água e estabelecida suas larguras, segundo o artigo 4º (Lei 12.651/2012), inciso I. Quanto à Área de Preservação Permanente (APP) em Área Urbana Consolidada, o Código Florestal Brasileiro, Lei 12.651/2012, apresenta-a com a função de preservar biodiversidade, recursos hídricos, estabilidade geológica, paisagem, fluxo gênico de fauna e flora, além de pretender proteger o solo e assegurar o bem-estar das pessoas. A partir daí a ideia de tornar áreas com proteção mais restrita vigorou e hoje elas se encontram regulamentadas em leis federais e estaduais

FIGURA 2.1 APP de faixa marginal de curso d'água e estabelecida suas larguras, segundo o artigo 4º (Lei 12.651/2012), inciso I

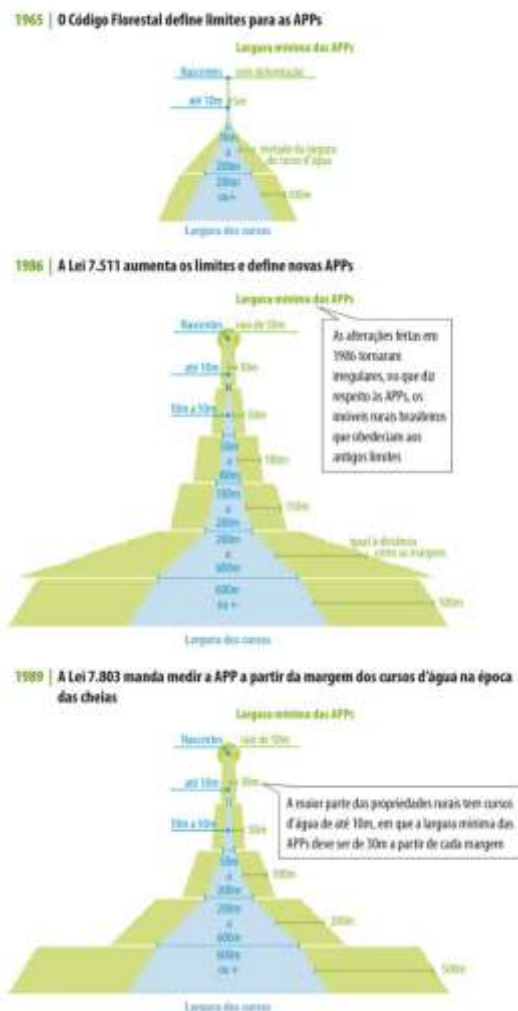


Fonte INEA 2021

FIGURA 2.2 Apps margens de rios

APPs às margens de rios aumentaram seis vezes em 25 anos

Desde que foram criadas, em 1965, elas tiveram seus limites aumentados em duas ocasiões, obrigando proprietários a recompor a vegetação original



Fonte: SENADO 2021

2. Justificativas

2.1 Área de Preservação Permanente em Área Urbana Consolidada

Sobre as áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente, o artigo 65 do capítulo XIII da Lei 12.651/12 (Brasil, 2012), que trata das disposições transitórias, fala da questão da regularização ambiental em APP ocupada sem nenhum tipo de risco, onde estabelece pelo menos 15 metros de faixa não edificada nas duas margens dos cursos d'água. Portanto, há possibilidade de redução da faixa marginal estabelecida no artigo 4º, capítulo I, para regularização fundiária em interesses em área urbana que ocupam APP, como citado no artigo 65. Art. 65.

Na regularização fundiária de interesse específico dos assentamentos inseridos em área urbana consolidada e que ocupam Áreas de Preservação Permanente não identificadas como áreas de risco, a regularização ambiental será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização

fundiária, na forma da Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009. (...) § 2º Para fins da regularização ambiental prevista no caput, ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, será mantida faixa não edificável com largura mínima de 15 (quinze) metros de cada lado; § 3º Em áreas urbanas tombadas como patrimônio histórico e cultural, a faixa não edificável de que trata o § 2º poderá ser redefinida de maneira a atender aos parâmetros do ato do tombamento.

A Lei 12.651/2012, e em seu artigo 8º.

Art. 8º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei;

§ 1º A supressão de vegetação nativa protetora de nascentes, dunas e restingas somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública;

§ 2º A intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente de que tratam os incisos VI e VII do caput do art. 4º poderá ser autorizada, excepcionalmente, em locais onde a função ecológica do manguezal esteja comprometida, para execução de obras habitacionais e de urbanização, inseridas em projetos de regularização fundiária de interesse social, em áreas urbanas consolidadas ocupadas por população de baixa renda

§ 3º É dispensada a autorização do órgão ambiental competente para a execução, em caráter de urgência, de atividades de segurança nacional e obras de interesse da defesa civil destinadas à prevenção e mitigação de acidentes em áreas urbanas.

§ 4º Não haverá, em qualquer hipótese, direito à regularização de futuras intervenções ou supressões de vegetação nativa, além das previstas nesta Lei.

De acordo com Brasil (2010), as APPs em áreas urbanas consolidadas são definidas nos planos diretores e leis de uso do solo do município. Se o município desejar suprimi-las não haverá impedimento, uma vez que não há previsão de um padrão mínimo de proteção. Fica claro que não se trata da regularização de equipamentos já implantados, mas da permissão para que novos se instalem.

Para regularização da ocupação de APPs deve-se ter autorização prévia do órgão competente, bem como seguir alguns itens mencionados no artigo 65, incisos de I a X (Lei 12.651/12, Brasil, 2012). Art. 65. (...) § 1º (...)

I - a caracterização físico-ambiental, social, cultural e econômica da área;

II - a identificação dos recursos ambientais, dos passivos e fragilidades ambientais e das restrições e potencialidades da área;

III - a especificação e a avaliação dos sistemas de infraestrutura urbana e de saneamento básico implantados, outros serviços e equipamentos públicos;

IV - a identificação das unidades de conservação e das áreas de proteção de mananciais na área de influência direta da ocupação, sejam elas águas superficiais ou subterrâneas;

V - a especificação da ocupação consolidada existente na área;

VI - a identificação das áreas consideradas de risco de inundações e de movimentos de massa rochosa, tais como deslizamento, queda e rolamento de blocos, corrida de lama e outras definidas como de risco geotécnico;

VII - a indicação das faixas ou áreas em que devem ser resguardadas as características típicas da Área de Preservação Permanente com a devida proposta de recuperação de áreas degradadas e daquelas não passíveis de regularização;

VIII - a avaliação dos riscos ambientais;

IX - a comprovação da melhoria das condições de sustentabilidade urbano-ambiental e de habitabilidade dos moradores a partir da regularização; e

X - a demonstração de garantia de acesso livre e gratuito pela população às praias e aos corpos d'água, quando couber.

Para os efeitos do presente trabalho, foi considerada a especificação de faixas citadas nos critérios para a demarcação da Faixa Marginal de Proteção-FMP e estão associados ao uso da água para o abastecimento público das grandes cidades e para as atividades agrícolas e industriais. O processo intenso e desordenado da ocupação urbana gerou, como consequências, o desmatamento das encostas e a impermeabilização do solo, o que, em períodos de maior pluviosidade, provoca enchentes e inundações (op. cit.)

Desde a antiguidade, o processo de urbanização se inicia no entorno de cursos de rios e corpos hídricos, modificando a paisagem, principalmente em bacias hidrográficas (CHRISTOFOLETTI, 2002).

Bacias hidrográficas são importantes unidades de planejamento e gestão consideradas como territórios sistêmicos, onde as cidades participam como elementos integradores dos sistemas geoambientais (CUNHA, 2008).

Em áreas urbanas, a relação Sociedade/Natureza nem sempre é harmônica. Os rios e os canais fluviais são penalizados e utilizados para descarte de afluentes e resíduos sólidos, causando, assim, danos de ordem socioambientais (QUEIROZ; FREITAS; GUEDES, 2018).

Canais fluviais são importantes sistemas de drenagem, que em áreas urbanas contribuem no escoamento e na infiltração das precipitações pluviométricas em épocas chuvosas. Canais fluviais são definidos por Christofolletti (1980) como sistemas abertos que estão em constante permuta de matéria e energia. Eles podem ser efêmeros, quando carregam água durante ou após o término de chuvas; intermitentes quando a fluxo de água se dá em alguns meses durante o ano; ou perenes, quando possuem fluxo de água contínuo (CUNHA, 2003).

Contextualizando as Nações Unidas definiram na Agenda 2030 como objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS) que os Estados assegurem a disponibilidade e gestão sustentável

da água e saneamento para todos, adotem medidas urgentes para combater a mudança climática e para proteção, recuperação e promoção do uso sustentável dos ecossistemas terrestres UN (2015, ODS 6, 13 e 15). O estabelecimento de áreas protegidas possibilita, entre outros objetivos, garantir e recuperar os recursos hídricos. No Brasil, as áreas protegidas são previstas na Constituição e denominadas sob o gênero de espaços territoriais especialmente protegidos. Nestes espaços estão incluídas as áreas de preservação permanente (APP), que incidem sobre qualquer superfície e vegetação que se enquadre numa de suas tipologias

3 Objetivos

A presente atividade de pesquisa faz parte do projeto de Iniciação Científica da Universidade Iguaçu vinculado ao curso de Engenharia Civil integrando o Grupo de Pesquisa CNPQ Engenharia e Sociedade do curso Engenharia Civil da UNIG E desenvolve-se em conjunto com a ONG Ecocidade conveniada com esta universidade e prefeitura de Duque de Caxias

3.1 Objetivo Geral

Objetivo deste trabalho é analisar áreas de Preservação Permanente com relação às APPs de Faixa Marginal de Curso d'água em Duque de Caxias- RJ. Mais precisamente no Canal do Rio Sarapuí.

3.2 Objetivos específicos

Este trabalho tem por finalidade estimar e analisar através das imagens via Satélite e geotecnologias utilizando software livre procurando verificando as áreas de ocupação irregular para a área de estudo no município de Duque de Caxias de Nova Iguaçu.

Objetivos específicos:	Metas
1. Aquisição das imagens.	A aquisição de imagens orbitais do satélite Landsat 5 a ser realizada no sítio do United States Geological Survey. Foi escolhido este satélite porque ele é o mais recente da série Landsat, com imagens atuais do ano
2. Determinadas as coordenadas geográficas do município	Localizar e georeferenciar o município
3. Escolher e obter uma imagem para o ano do período de estudo com a menor cobertura por nuvens (inferior a 20%)	Obter imagens sem nuvens para não interferir no mapeamento de superfície.
4. Aplicar de técnicas de SIG e sensoriamento remoto.	Elaborar bases digitais temáticas e cartográfica da área
5. Recorta as imagens na área desejada, correspondente	Recortar e processar as imagens
6. Inserir geodados publicos no Sistema de Informação Geográfica GeoBaixada	Consolidação das bases no Sig. Com fontes de informação pública IBGE, INEA, DRM,

4 Metodologia

4.1 Materiais

Para realização desta fez-se necessário a obtenção de Imagens de satélites, series temporais, dados georeferenciados, equipamentos e materiais, Para a delimitação Delimitação das Faixas Marginais – APPs e apresentação da APP/ FMP, serão mapeados os 200 metros de faixa marginal de curso d'água (artigo 4º, Lei 12.651/2012), delimitados com o software QGIS (anteriormente conhecido como Quantum GIS) é um software livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica (SIG) que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados. foram utilizados shapefiles de hidrografia e de curvas de nível de 1:25.000 para o estado do Rio de Janeiro. Ambos são disponibilizados gratuitamente pelo Instituto do Estado do Ambiente – Inea (Inea, 2016); foram utilizadas imagens de satélite Lansat 5 e também imagem gratuita, do Google Earth para a validação do mapeamento, além da verificação de campo.

4.2 Métodos

A primeira etapa da pesquisa dar-se a pela identificação através das imagens dos satélites Landsat 5 da USGS – Serviço Geológico Americano e visualizadas no programa para SIG Qgis . A segunda etapa dar-se a pela identificação da superfície através da ferramenta Calculadora Raster do programa QGIS 2.18.

5 Área de estudo Município de Duque de Caxias

Situado na Baixada Fluminense, Duque de Caxias abriga atualmente quase um milhão de habitantes em seus 465 km². Seus limites estendem-se, atualmente, aos municípios de Miguel Pereira, Petrópolis, Magé, Rio de Janeiro, São João de Meriti e Nova Iguaçu. A hidrografia pode ser resumida em quatro bacias principais: Iguaçu, Meriti, Sarapuí e Estrela. (“Duque de Caxias | CMDC”)

O município é dividido em quatro distritos: 1º- Duque de Caxias, 2º- Campos Elíseos, 3ºImbarrê, 4º- Xerém. Em cumprimento à Lei Orgânica, a sede municipal, que se encontrava no 1º distrito, foi transferida, a partir de 29 de maio de 1991, para o 2º distrito. A história de Duque de Caxias confunde-se com a dos municípios que lhe são vizinhos. Isso porque, até a década de 1940, Duque de Caxias, São João de Meriti e Nilópolis, juntos com Nova Iguaçu, formavam um só município. (“Duque de Caxias | CMDC”)

A região onde está inserido o município, desde o período da ocupação europeia, teve sua história estreitamente relacionada à da cidade do Rio de Janeiro. Situando-se às margens da Baía da Guanabara, teve seu desenvolvimento ligado à extensa rede hidrográfica que a cortava. Através dos rios, realizava-se o escoamento da produção local e estabeleciam-se os elos de comunicação entre o interior e o litoral, favorecendo a ocupação das cercanias da Baía pelo interior serrano.

A hidrografia pode ser resumida em quatro bacias principais: Rio Iguaçu, Rio Meriti, Rio Sarapuí e Rio Estrela. Segundo dados do IBGE, Duque de Caxias possui uma população de 872.762 habitantes.

Figura 3 Imagem Município Duque de Caxias-Rio de Janeiro



Fonte: Google Earth 2021

6 Resultado

Para este estudo foi analisado o Rio Sarapuí que é um rio Localizado na Baixada Fluminense no estado do Rio de Janeiro, no Brasil. Já se chamou “Rio Santo Antônio”. Os seus afluentes principais são os rios Socorro, Dona Eugênia e da Prata, as valas Bom Pastor, Jardim Gláucia, dos Teles, Bananal, Gaspar Ventura, os canais do Peri Peri e do Rocha e o Valão Coletor Jardim Gramacho. Juntamente com o Rio Iguaçu, forma a Bacia Hidrográfica do Iguaçu/Sarapuí. Possui 36 Km de Comprimento; Nasce na Serra de Bangu, Altitude da Nascente: 900 m e da nascente a foz possui 650 km²e encontra-se extremamente poluído. Deságua no Rio Iguaçu, no município de Duque de Caxias, na região da Baixada Fluminense. Passa pelos municípios de Nilópolis, Duque de Caxias, Mesquita, Janeiro, São de Meriti e Belford Roxo.

No entorno da região muitas enchentes são causadas pela impermeabilidade do solo, junto com a redução do espaço para o fluxo de água (diminuição na vazão do rio), que aumentam o volume dos rios ocasionando transbordamento em épocas de grandes acumulados de precipitações.

Na figura apresenta-se o mapa da região a ser estudada, com o uso e auxílio de uma das ferramentas a serem utilizadas neste trabalho. O Google Earth Pro.

FIGURA 5.1 Estudo de Caso Canal Sarapui

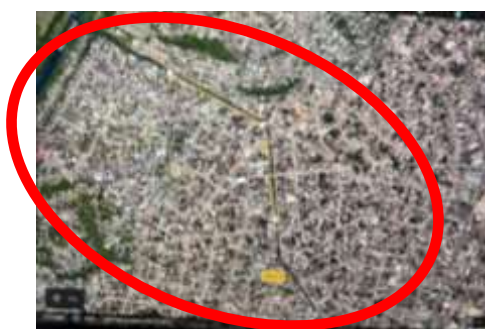
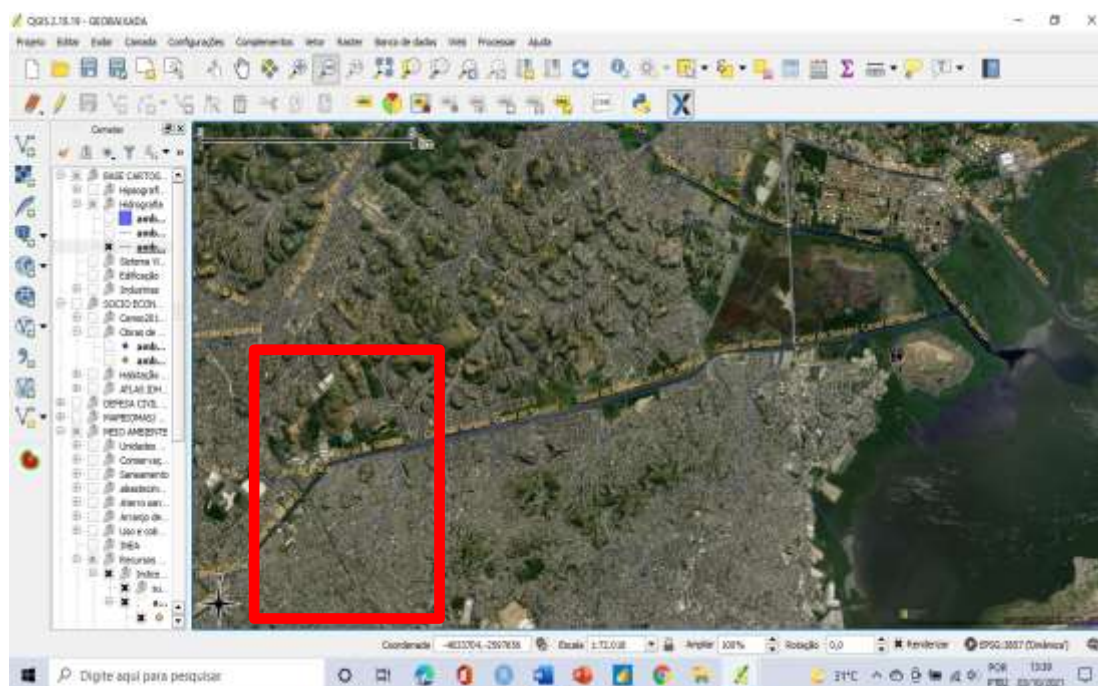


FIGURA 5.2 Estudo de Caso Rio Sarapuí Recortes



Fonte Google Earth (2021)

FIGURA 6 Sistema de informação Geobaixada



A presença cobertura vegetal na Faixa Marginal de Proteção em áreas urbanas e rurais contribui para: Aumento do tempo de concentração das águas superficiais, amortecendo os picos de vazão durante as cheias; Protegendo e permitindo melhor estabilidade dos taludes fluviais e de redução da velocidade de escoamento no curso d'água; Diminuindo o risco de assoreamento dos leitos fluviais; Prover fornecimento de alimento e proteção do habitat para fauna aquática; Atua como corredores ecológicos de integração de APP; Retem poluentes oriundos de atividade industriais e agrárias e outros poluentes, promove a melhoria da qualidade da água; Funciona como barreira na interceptação de escombros; Permite quando bem projetadas incorporar as paisagens urbanas criando projetos paisagísticos inclusivos com áreas de lazer; sombreamento do curso d'água, regulando a temperatura da água e do ambiente.

6 Conclusões

O uso de geotecnologias e tecnologias SIG permitem diagnosticar, planejar, analisar e projetar melhor as intervenções nas bacias e sub-bacias hidrográfica respeitando os padrões e escalas de projetos; além de projetar sistemas de drenagem para o controle de inundações; nortear a fiscalização o uso e a ocupação das margens dos corpos hídricos nortear as intervenções associadas aos sistemas de micro, meso e macrodrenagem urbana.

Através do uso de ferramentas de Geoprocessamento, do sistema de informação geográfica (SIG), álgebra de mapas e técnicas de PDI, **espera-se** ao final do projeto obter **mapas temáticos** para todo a área do estudo de caso no Município de Duque de Caxias. Desta forma, tornar possível avaliar as possíveis mudanças vivenciadas nas áreas de preservação permanente, influenciadas pelo aumento de ocupação irregular nas faixas marginais de proteção e identificar o impacto no meio ambiente e no homem e propor áreas de recuperação. Bem como poder auxiliar na melhora da utilização do espaço estudado.

Referências

Apostila: Série Gestão Ambiental 2 – Faixa Marginal de Proteção, INEA 2010.

C. A. B., CIRILO, J. A. (2001). "Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, integração e aplicação". ABRH, 536 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980. Curso de recuperação de áreas degradadas- Visão da ciência do solo no context do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação – EMBRAPA 2008

Corrêa, CA (2012) Enchentes, inundações e memória coletiva às margens do Rio Paraíba do Sul: o caso de Barão de Angra e Werneck Marine. 2012. 76f. Monografia de Bacharelado em Geografia, Universidade de Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

Corrêa, CA (2014) Riscos de Ocupação de Área de Preservação Permanente (APP) Hídrica: aplicação na Comunidade da "Favelinha": Paraíba do Sul e Três Rios, RJ. Monografia de Especialização em Análise Ambiental, Universidade de Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 76 p.

Costa, JM (2010) Estudo Teórico sobre a determinação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) marginais ao curso d'água através da análise de fatores ambientais no âmbito da bacia hidrográfica: enfoque geomorfológico. Programa de Pós-graduação em Geografia, Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

CUNHA, S. B. Canais fluviais e a questão ambiental. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Org.). A questão ambiental: diferentes abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. p.217-238.

CUNHA, S. B. Morfologia dos canais urbanos. In: POLETO, C. (Org.). Ambiente e sedimentos. Porto Alegre: ABRH, 2008. p.329-360. HICON (2011a). "Revisão bibliográfica sobre zonas ripárias". Desenvolvimento de Metodologia para Demarcação das Faixas Marginais de Proteção no Estado do Rio de Janeiro. Nota Técnica INEA 008/2011. Março/2011. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos

HICON (2011b). "Proposta de Atualização da Metodologia". Desenvolvimento de Metodologia para Demarcação das Faixas Marginais de Proteção no Estado do Rio de Janeiro. Nota Técnica INEA 009/2011. Abril/2011.

INEA (2010) Instituto Estadual do Ambiente. Faixa marginal de proteção/ Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro, INEA, 37p ISSN 2178-4353. <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/2-Faixa-Marginal-de-Prote%C3%A7%C3%A3o-154-Mb.pdf>>

LEI FEDERAL nº 6.938, de 31/08/1981. In. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm

Medeiros, R (2006) Evolução das tipologias e categorias de Áreas protegidas no Brasil. Ambiente & Sociedade – Vol. IX v.9 nº. 1. jan./jun. P.41-MENDES, Inea/Hicon (2012) Metodologia para Demarcação de Faixa Marginal de Proteção (FMP) no Estado do Rio de Janeiro. Instituto Estadual do Ambiente, Rio de Janeiro.

Ministério das Cidades (2007) Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília, Ministério das Cidades, IPT, 2007. Disponível < <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca>> .

QUEIROZ, A. O.; FREITAS, F. W. S.; GUEDES, J. A. Impactos da urbanização sobre o riacho do Termas - Mossoró (RN). Revista Pensar Geografia, Mossoró, v.2, n.1, p.53-72, 2018. Rio de Janeiro (2003) Define a Base Legal para Estabelecimento da Largura Mínima da FMP. Portaria SERLA (INEA) nº 324/2003.

Resende, KM (2006) Legislação Florestal Brasileira: uma reconstituição histórica. Dissertação de Mestrado em Direito, Programa de Pós-graduação em Direito, Univesidade Federal de Lavras, 150 p.

RESOLUÇÃO CONAMA 369, de 28/03/2006. In. <http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/resolucoes/2006_Res_CONAMA_369.>

Rio de Janeiro (1987). Define as áreas de interesse especial do ERJ. Lei Estadual 1.130/ 1987 e regulamentações. 1987.

Rio de Janeiro (1983) Política Estadual de defesa e proteção das bacias fluviais e lacustres do Rio de Janeiro. Lei Estadual nº 650/83. 1983.

SENADO <<https://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/codigo-florestal/areas-de-preservacao-permanente.aspx>> Junho 2021

Kageyama, Paulo Yoshio. Restauração da mata ciliar: manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias. Rio de Janeiro: Semads/GTZ, 2001. (Projeto Planagua, v. 13).

MONITORAMENTO DO FLUXO DE ÁGUA EM UMA TUBULAÇÃO COM PROTÓTIPO ARDUINO DE MONITORAMENTO DE TUBULAÇÃO HIDRÁULICA

João Paulo de Souza Santos¹; Wallace da Silva Carvalho²

¹Aluno 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

²Professor 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 Arduino. Esta aplicação disponibiliza as informações para o usuário através de gráficos, mostrando a vazão e momoento que ocorre o vazamento.*

Palavras-chave: Protótipo, Água, Vazamento.

Abstract - *Cities face problems with their water supply. It is necessary to create solutions to assist the population in rationing and good water use. This project aims to present a prototype capable of helping in monitoring water leakage in a hydraulic system. The main module obtains information from the sensor modules and forwards it to Arduino software. This application makes information available to the user through graphics, showing the flow rate and the leak's time.*

Keywords: Prototype, Water, Leak.

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 Brasil (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 é perdida, seja 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 supervisorio. 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 otimizar 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 tem-se 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 a 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 específicas. O sistema realiza o registro do funcionamento e caso apresente informações que seja necessário a atenção e feita vistoria da instalação hidráulica.

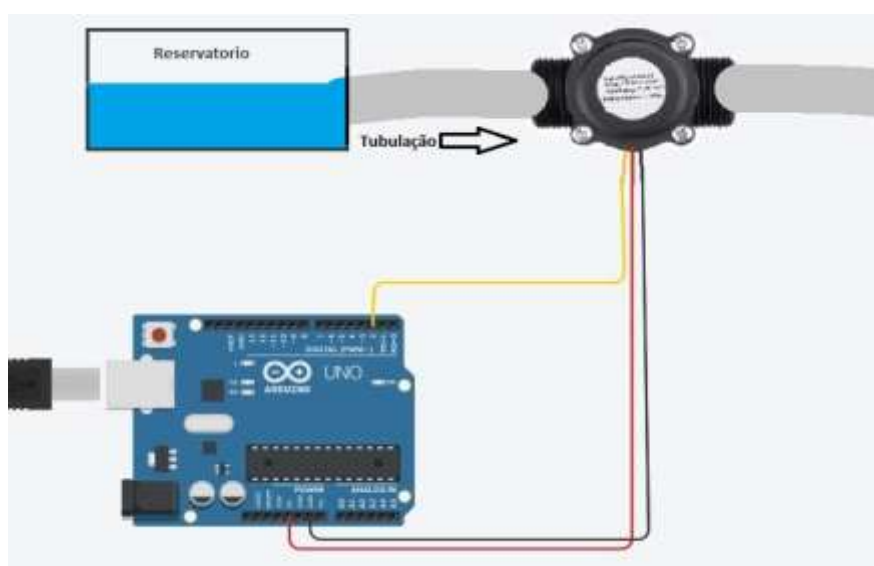


FIGURA 1 - Ilustração do projeto no sistema hidráulica

Esse protótipo é montado com Arduino, protoboard, jumper e sensor de fluxo de água. Esse protótipo registra o funcionamento da tabulação e deve ser instalado em um locais estratégicos para poder ter a informação correta e poder solucionar com eficiência.

2.1 Arduino

A plataforma de prototipagem utilizada, que possui o microprocessador, é o equipamento essencial deste projeto. O Arduino é uma placa com entradas e saídas pré-definidas, desenvolvida na Itália com o intuito de facilitar a programação de microcontroladores, com linguagem de programação mais simplificada do que Assembly utilizada com os PICs (Peripheral 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 Arduino a programação é feita, principalmente, através de sketches utilizando linguagem Arduino baseada na linguagem C e C++. Nos sketches 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 Arduino não precisa mais do computador para executar suas tarefas, apenas de uma fonte de alimentação. A figura 2 apresenta o hardware arduino.



Figura 2 - Arduino

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 Arduino 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):

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

2.3 Protótipo

Na montagem do protótipo foi usado uma 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 Arduino, 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'água, sendo registrado em um tempo de 2 minutos.

Depois foram realizado os testes com a tubulação danificada para simular uma tubulação vazando e também com a conexão frouxa para simular uma instalação mal feita. 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 1º 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 Segundo 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 poder identificar essa pequena perda.

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 é 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 1º minuto e a tubulação apresentar um vazamento que pode ser tanto invisível ou visível, como é expresso na figura 8.

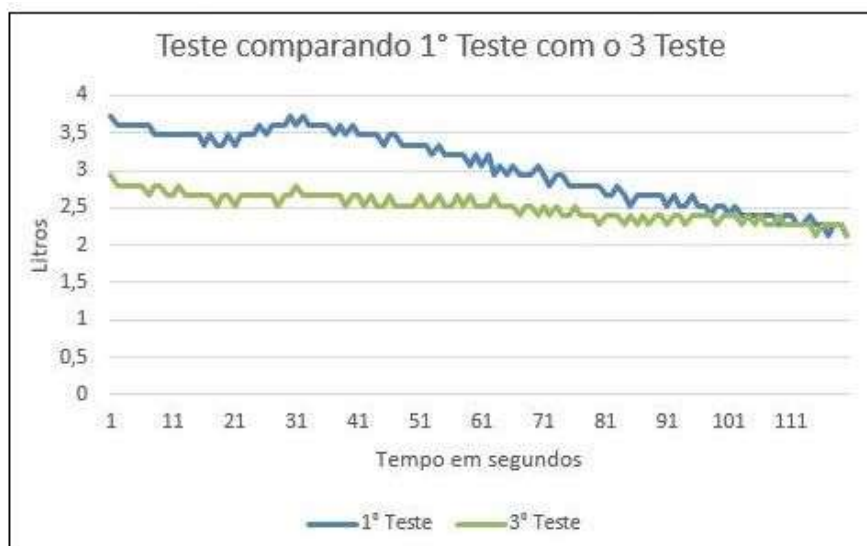
FIGURA 8 - Teste da tubulação com vazamento



No gráfico acima pode-se observar que o fluxo de água está seguindo um fluxo sem mudanças bruscas até chegar no 1º 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 todos os teste 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 1º teste sem vazamento com o 3º teste onde a tubulação está danificada



O gráfico acima é possível observa que quando a tubulação 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 Arduino, 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 contínuo da rede hidráulica com o uso da automação pode, também ajudar os usuário a ter um hábito consciente de consumo já que com esses dados fornecidos pela sistema é 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 síndico 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 comerciais onde a rede hidráulica é 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 ter a informação correta. Para o caso de ocorrer algum problema pode acarretar a problema maiores, se não for resolvidos logo de início. Mas caso seja do interesse do proprietário a instalação do sistema em uma residência, também é útil, pois além de monitorar a rede hidráulica o protótipo também pode informar o consumo da residência bastando acessar as informações do sistema Arduino para se ter acesso a essas 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 conseguiu identificar essa perda de água. É interessante o teste real em um condomínio, para se ter um estudo mais aprofundado do sistema para poder identificar possíveis 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.

Referências Bibliográficas

DANTAS, A. M.; MORAES, L. R. S. Análise do Desperdício de Água Tratada por meio de Vazamentos nas Instalações Hidráulico-Sanitárias em Edifícios 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, E. L. Módulo de sensores para monitoramento da qualidade da água com transmissão sem fio utilizando plataforma de prototipagem. Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual de Feira de Santana, 2018.

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

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

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