An abstract graphic composed of a dense grid of thin teal lines. The lines are arranged to form a series of overlapping, curved, and pointed shapes that resemble a stylized flame or a complex, flowing structure. The overall effect is a sense of dynamic movement and technical precision.

IGNIS

Revista de Engenharia e Inovação Tecnológica

EXPEDIENTE

EDITOR

Profa. Dra. Liane da Silva Bueno, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Adelcio Machado dos Santos, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Prof. Dr. Anderson Antônio Mattos Martins, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Prof. Ms. Everaldo Cesar de Castro, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Prof. Ms. Luiz Augusto Grando Padilha, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Prof. Dr. Mauricio Gariba Junior, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Florianópolis, SC, Brasil

Prof. Dr. Nilo Otani, Instituto de Pesquisas e Estudos em Administração Universitária - INPEAU/UFSC, Florianópolis, SC, Brasil

COMISSÃO CIENTÍFICA AD HOC

Prof. Dr. Adelcio Machado dos Santos, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Anderson Antônio Mattos Martins, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Prof. Ms. Antonio Pedro Tessaro, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Prof. Ms. Everaldo Cesar de Castro, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Prof. Ms. Luiz Augusto Grando Padilha, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

Prof. Esp. Jean Carlos Bettoni, Universidade do Estado de Santa Catarina-CAV, SC, Brasil

Prof. Dr. Mauricio Gariba Junior, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Florianópolis, SC, Brasil

Prof. Dr. Nilo Otani, Instituto de Pesquisas e Estudos em Administração Universitária - INPEAU/UFSC, Florianópolis, SC, Brasil

Prof. Ms. Rodrigo Acácio Paggi, Instituto Federal de Santa Catarina, Caçador, SC, Brasil

CAPA

Denise Bolzan Barpp, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA

Prof. Dr. Joel Haroldo Baade, Uniarp, Caçador, SC, Brasil

BIBLIOTECÁRIA

Célia De Marco, UNIARP, Caçador, SC, Brasil

ISSN: 2316-1221

O respeito às normas ortográficas vigentes e às fontes, mediante sua correta referência, no espírito da honestidade intelectual são de responsabilidade dos autores e das autoras dos textos.

Qualquer parte da publicação pode ser reproduzida desde que citada a fonte.

Os textos aqui reproduzidos e as opiniões neles contidas são de inteira responsabilidade de seus autores e de suas autoras e não expressam necessariamente a posição da revista.

As normas de publicação estão dispostas no site.

SUMÁRIO

EDITORIAL	5
PROCEDIMENTOS NUMÉRICOS PARA A CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA APLICADOS NA RESOLUÇÃO DE PÓRTICOS PLANOS.....	6
ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO PELOS RESIDENTES DO LOTEAMENTO ULISSES GUIMARÃES, NO MUNICÍPIO DE CAÇADOR/SC	27
ESTUDO DE CASO: PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA TRATAMENTO INDIVIDUAL DE ESGOTO SANITÁRIO EM UM LOTEAMENTO EM CAÇADOR	48
PROJETO MECÂNICO DE UM TÚNEL DE VENTO PARA TESTES AERODINÂMICOS EM LABORATÓRIO.....	64
ESTUDO DA SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO EM TIMBÓ GRANDE	75
ANÁLISE DE DESEMPENHO DO CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO DE UMA PORCENTAGEM DO AGREGADO MIÚDO POR RESÍDUOS DE USINAGEM DA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA.....	93
ESTUDO DE VIABILIDADE MECÂNICA DA ADIÇÃO DE CINZA PROVENIENTE DA QUEIMA DE PINUS NO CONCRETO ASFÁLTICO FLEXÍVEL.....	113
PROJETO DE UM EDIFÍCIO GARAGEM EM ESTRUTURA METÁLICA PARAFUSADO NA CIDADE DE CAÇADOR	134
CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: O ASPECTO SOCIAL E O DESAFIO CULTURAL NA ENGENHARIA CIVIL	156
ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE NAS CALÇADAS NO ENTORNO DO HOSPITAL MAICÉ, NA CIDADE DE CAÇADOR - SC.....	164

EDITORIAL

IGNIS

Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo, Engenharias e Tecnologia da Informação

Dezembro 2017

Prezados,

A presente edição da IGNIS, Volume 08, Nº 03, refere-se a terceira edição de 2017, apresentando 10 artigos contemplando as áreas de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Mecânica.

A IGNIS, é uma revista eletrônica de acesso livre e gratuito.

É um periódico científico eletrônico dirigido à comunidade científica das áreas das ciências exatas, da terra e correlatas. Tem a missão de disseminar o debate científico, divulgar pesquisas, informações voltadas a práticas profissionais, por meio da publicação de artigos, resultados de pesquisas técnico-científicas, bem como comunicações reflexivas sobre a produção de ciência que contribuam para o avanço do conhecimento.

Desejo uma boa leitura a todos!

Liane da Silva Bueno



CONSTRUÇÃO CIVIL

- CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: O ASPECTO SOCIAL E O DESAFIO CULTURAL NA ENGENHARIA CIVIL

ESTRUTURA

- PROCEDIMENTOS NUMÉRICOS PARA A CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA APLICADOS NA RESOLUÇÃO DE PÓRTICOS PLANOS
- PROJETO MECÂNICO DE UM TÚNEL DE VENTO PARA TESTES AERODINÂMICOS EM LABORATÓRIO
- PROJETO DE UM EDIFÍCIO GARAGEM EM ESTRUTURA METÁLICA PARAFUSADO NA CIDADE DE CAÇADOR

MATERIAIS

- ESTUDO DE VIABILIDADE MECÂNICA DA ADIÇÃO DE CINZA PROVENIENTE DA QUEIMA DE PINUS NO CONCRETO ASFÁLTICO FLEXÍVEL
- ANÁLISE DE DESEMPENHO DO CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO DE UMA PORCENTAGEM DO AGREGADO MIÚDO POR RESÍDUOS DE USINAGEM DA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

SANEAMENTO

- ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO PELOS RESIDENTES DO LOTEAMENTO ULISSES GUIMARÃES, NO MUNICÍPIO DE CAÇADOR/SC
- ESTUDO DE CASO: PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA TRATAMENTO INDIVIDUAL DE ESGOTO SANITÁRIO EM UM LOTEAMENTO EM CAÇADOR
- ESTUDO DA SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO EM TIMBÓ GRANDE

INFRA-ESTRUTURA URBANA

- ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE NAS CALÇADAS NO ENTORNO DO HOSPITAL MAICÉ, NA CIDADE DE CAÇADOR - SC

PROCEDIMENTOS NUMÉRICOS PARA A CONSIDERAÇÃO DA INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA APLICADOS NA RESOLUÇÃO DE PÓRTICOS PLANOS

Amanda Willrich Fuchs¹
Alysson Rodrigo Marques Gomes de Assis²

RESUMO

Os métodos de análise estrutural, que vêm se desenvolvendo durante as últimas décadas, adotam, por via de regra, simplificações em suas considerações, de modo a permitir que programas computacionais tenham mais fluidez e eficiência ao executá-los. O presente trabalho demonstra a importância da consideração da interação solo estrutura, comparando-a com os métodos convencionais que não consideram tal fator e, neste aspecto, observou-se que houve uma redistribuição significativa de esforços em grande parte dos elementos estruturais, bem como um aumento dos deslocamentos nas direções horizontais e verticais. Obtendo uma visão mais realista sobre a análise do comportamento mecânico das edificações, procurou-se otimizar o tempo necessário para uma abordagem apropriada em problemas complexos, proporcionando mais segurança ao engenheiro.

Palavras-Chave: Interação solo-estrutura. GNU Octave. Análise Estrutural.

ABSTRACT

The structural analysis methods, that have been developing during the recent decades, embrace, as a matter of course, simplifications in its considerations, in order to enable any computational software to be more fluid and efficient in executing them. The present paper demonstrates the importance of considering the soil-structure interaction, comparing it with conventional methods that don't

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).

² Professor Orientador Me. Alysson Rodrigo Marques Gomes de Assis, Graduado em Engenharia Civil, pela Universidade Federal de Santa Catarina, Mestre em Otimização Estrutural, pela Universidade Federal de Santa Catarina e docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.

consider such factor and, in that aspect, it was observed that there were significant redistributions of the loads on the majority of the structural elements, as well as a displacement increase on the horizontal and vertical directions. Getting a more realistic view about the analysis of the mechanical behavior of edifications, it was sought to optimize the necessary time to have an appropriate approach when it comes to complex problems, providing more safety to the engineer.

Keywords: Soil-structure interaction. GNU Octave. Structural Analysis.

1 INTRODUÇÃO

Na etapa da concepção estrutural, cabe ao Engenheiro a criação de uma estrutura adequada, imaginando a melhor solução e prevendo seu respectivo comportamento. Para todos os casos, a definição de todos os elementos estruturais e seu funcionamento exige experiência e, sobretudo, raciocínio e bom senso (KIMURA, 2007).

Requer-se, geralmente, um vasto número de análises e procedimentos concomitantes num só projeto. É possível limitar as variáveis e utilizar um software livre com conceitos de análise matricial para o desenvolvimento de uma ferramenta prática que permita uma abordagem apropriada na análise de pórticos e sua interação com o solo?

Com o objetivo geral de obter uma visão mais realista sobre a análise do comportamento mecânico das edificações na questão da ISE, foi elaborada a análise de um pórtico plano, onde considerou-se o solo como apoio deformável.

Como objetivos específicos:

- a. Demonstrar a importância da consideração da interação solo-estrutura;
- b. Comparar os resultados obtidos no modelo inicial com os modelos A e B.

O modelo inicial, criado com o software Octave, propôs uma estrutura com engastes nos locais da fundação, enquanto os outros modelos propostos substituíram os engastes por molas, simulando o recalque sofrido pela edificação. O modelo A seguiu Winkler, onde foram considerados os recalques sofridos apenas pela substituição das molas na fundação; o modelo B seguiu o modelo de molas contínuas, onde foram consideradas, além do recalque causado pelas molas, a influência que uma fundação causa na outra, dentro de um modelo bidimensional.

Para os dois primeiros modelos, foram utilizados os parâmetros de

Antoniazzi (2011) como base, para calibração e análise de sensibilidade. O modelo de molas contínuas, criado posteriormente, foi considerado um modelo intermediário entre as análises bidimensionais e tridimensionais.

2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do trabalho discorre sobre tópicos gerais que foram utilizados como base para a elaboração da rotina de cálculo no programa GNU Octave (versão 4.2.1, lançada em 2017).

2.1 ANÁLISE MATRICIAL

As operações matemáticas da análise de estruturas foram sistematizadas pela análise matricial de estruturas reticuladas, fazendo o uso de álgebra matricial que opera com vetores e matrizes e introduzindo conceitos novos para a análise de estruturas (VAZ, 2011).

Na análise matricial, um dos passos mais importantes a serem considerados é a formulação de um modelo matemático de elementos discretos que seja equivalente à estrutura contínua real, que é necessário para a obtenção de um sistema com um número finito de variáveis nos quais operações de álgebra matricial podem ser aplicadas (CARELLI, 2015).

A análise matricial consiste, então, em equações que regem um problema a ser resolvido e que são formuladas matricialmente, sendo equações de equilíbrio de forças ou de compatibilidade de deformações, dependendo do método utilizado –método das forças ou dos deslocamentos, por exemplo (CARELLI, 2015).

2.2 TIPOS DE RECALQUES

A maioria dos edifícios sofre recalques de poucas dezenas de milímetros, que são geralmente invisíveis a olho nu, o que transmite uma falsa impressão de não haver recalque para os leigos. A verdade é que todos os edifícios recalcam, o que torna mera ficção a hipótese de apoio fixo para os pilares, que é geralmente adotada (CINTRA; AOKI; ALBIERO, 2011).

De acordo com Cintra, Aoki e Albiero (2011), o recalque de uma sapata

pode ser definido como:

O deslocamento vertical para baixo, da base da sapata em relação a uma referência fixa, indeslocável, como o topo rochoso. Os recalques são provenientes das deformações por diminuição de volume e/ou mudança da forma do maciço de solo compreendido entre a base da sapata e o indeslocável.

Recalques absolutos elevados com a mesma ordem de grandeza em todas as partes da fundação podem, geralmente, ser tolerados, porque os recalques diferenciais é que são preocupantes. Todavia, os recalques diferenciais são normalmente maiores quando os recalques absolutos são maiores e, portanto, a magnitude do recalque pode ser aceita como uma medida indireta para o recalque diferencial (CINTRA; AOKI; ALBIERO, 2011).

2.3 INTERAÇÃO SOLO-ESTRUTURA

Durante muito tempo os edifícios vêm sendo calculados considerando-se a hipótese simplificada de que suas fundações estão apoiadas sobre vínculos indeslocáveis, como engastes ou rótulas (SOUZA; REIS, 2008).

Caso tivesse sido considerada a interação solo-estrutura para o dimensionamento de elementos estruturais de uma edificação no passado, seria observado uma quantidade enorme de cálculos impossíveis de serem conduzidos manualmente, o que obrigava os engenheiros da época a confiar no seu bom senso e na sua experiência de modo a se contentar de que, com uma análise limitada, a estrutura projetada responderia às hipóteses nas quais se baseou (SOUZA; REIS, 2008).

Denomina-se ISE o mecanismo de influência mútua entre a supraestrutura e o sistema de fundação, cujo processo se inicia na fase de construção e prossegue até que um estado de equilíbrio seja atingido, no qual as tensões e as deformações se encontram estabilizadas, tanto da estrutura como do solo (COLARES, 2006).

Segundo Souza e Reis (2008), essa hipótese dos vínculos que não se deslocam pode conduzir a análise a resultados deveras distantes da realidade física – muitas pesquisas têm demonstrado que esforços dos calculados considerando-se os apoios fixos são significativamente diferentes daqueles encontrados ao se adotar apoios elásticos por meio da ISE.

Em 1995, Gusmão Filho, monitorando recalques de edificações sobre fundações rasas, na cidade de Recife, observou diferenças de aproximadamente 30% no esforço normal dos pilares periféricos (GUSMÃO FILHO, 1995 apud SOUZA; REIS, 2008). Mais tarde, em 2000, Reis, simulando distribuição dos esforços ao longo do tempo em elementos estruturais, concluiu que existia uma diferença variando entre 25% nos andares inferiores à 15% nos andares superiores (REIS, 2000 apud SOUZA; REIS, 2008).

Através da aplicação de cargas verticais a dois edifícios com fundações rasas, Holanda Júnior et al, em 1999, concluiu que os pilares com recalques maiores tendem a passar parte das suas cargas para os pilares vizinhos com recalques menores. Mesmo assim, uma diferença máxima de 7,5% podia ser observada nas reações de apoio, o que significa que não foram mudanças realmente significativas nessa parte. Em contrapartida, foram observadas mudanças significativas nos momentos fletores dos pilares, onde era possível notar, inclusive, inversão de sinal (HOLANDA JÚNIOR et al, 1999 apud SOUZA; REIS, 2008).

Outra análise a ser citada é a de Antunes e Iwamoto, que, em 2000, concluíram que os recalques em um edifício de 15 pavimentos com fundações profundas, solicitado por carregamentos verticais e horizontais, são menores, e que era possível observar ampliações e reduções nos momentos fletores dos pilares do edifício ao se considerar a ISE (ANTUNES; IWAMOTO, 2000 apud SOUZA; REIS, 2008).

Em virtude da simplicidade, os modelos mais conhecidos para a consideração da ISE são aqueles que separam o sistema estrutural do maciço de solo, havendo ou não a discretização da estrutura de fundação. Deste modo, a deformabilidade do solo pode ser representada por meio de molas elásticas no contorno estrutura-solo, onde se consideram as propriedades mecânicas do maciço e a compatibilização dos recalques, ou ainda pela imposição de deslocamentos verticais estimados (ANTONIAZZI, 2011).

Para que molas sejam empregadas sob a base da estrutura, é necessário conhecer o coeficiente de mola ou módulo de reação vertical, o que será a representação da deformabilidade do solo. Esse coeficiente pode ser obtido por várias maneiras, como, por exemplo, através do ensaio de placa, tabelas com valores típicos ou por correlações com módulo de elasticidade, podendo, este último, ser estimado por ensaios triaxiais, de penetração estática (CPT) e de penetração

dinâmica (SPT) (ANTONIAZZI, 2011).

2.4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Nesta seção, são apresentados os dados recolhidos durante a realização do presente trabalho, bem como suas considerações.

2.4.1 Parâmetros Adotados

Adotou-se um pórtico cujos elementos estruturais são demonstrados na Figura 50 e possui corte esquemático demonstrado na Figura 51. O edifício comercial modelo, semelhante ao de estudo de Antoniazzi (2011), em concreto armado, possui doze pavimentos e está assentado sobre fundações superficiais do tipo sapata e foi utilizado para a calibração dos resultados do modelo.

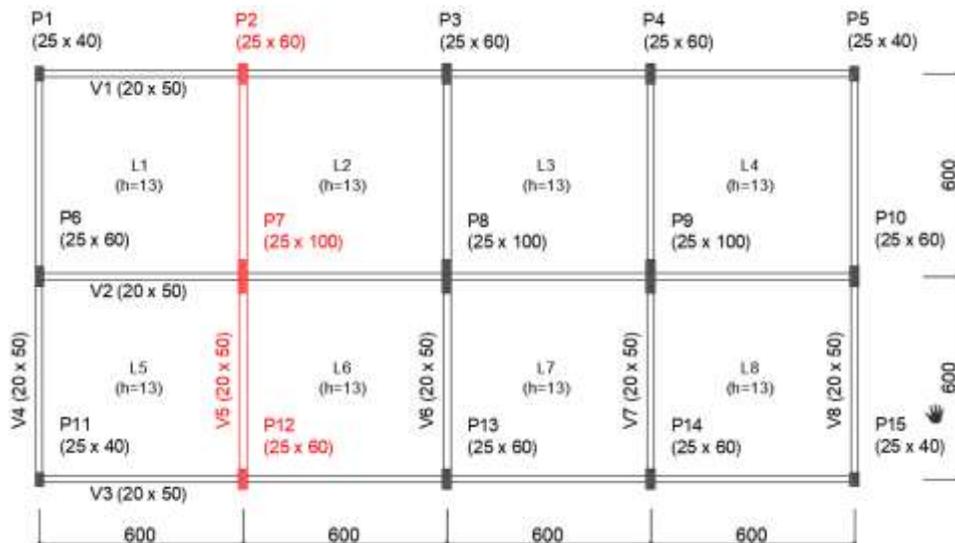


Figura 1 – Planta de Forma dos Pavimentos

Fonte: Adaptado de Antoniazzi (2011)

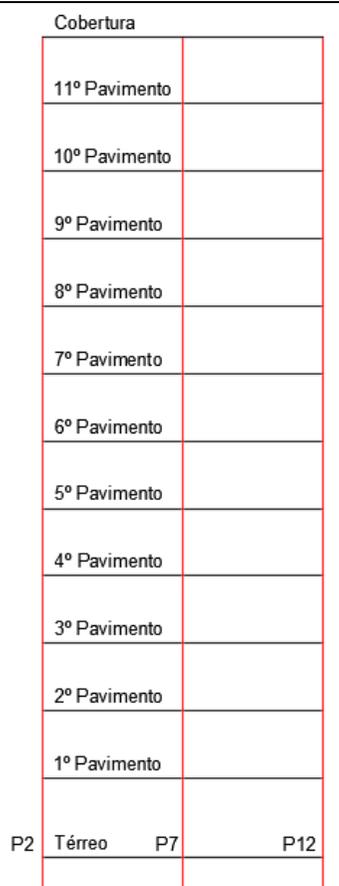


Figura 2 – Corte Esquemático

Fonte: Adaptado de Antoniazzi (2011)

Antoniuzzi (2011) estipulou que todos os pavimentos são idealizados com a mesma planta de forma e o mesmo pé direito de 2,90 metros, exceto o térreo, com 3,40 metros. Com base nisso, foram levantadas as ações verticais (cargas permanentes e acidentais) e as ações horizontais (carga de vento) para os pilares P2, P7 e P12, distribuindo-as de maneira uniforme para que cada pavimento tenha o mesmo valor. Para o material utilizado, que é o concreto armado, foi considerado um módulo de elasticidade de 25000Mpa.

Para o cálculo dos coeficientes de mola, considerou-se o solo como argila arenosa, admitindo-o como um meio semi-infinito e homogêneo, possuindo coeficiente de Poisson na ordem de 0,30, módulo de Young de 20 MPa e ângulo de atrito de 35º, de modo a permitir que uma análise elástica fosse feita.

2.4.2 Comparações Dos Resultados Obtidos Nos Modelos

De modo a elucidar a visualização dos resultados obtidos para os deslocamentos horizontais no primeiro tramo, em todos os pavimentos e modelos, estes podem ser comparados através do Gráfico 1:

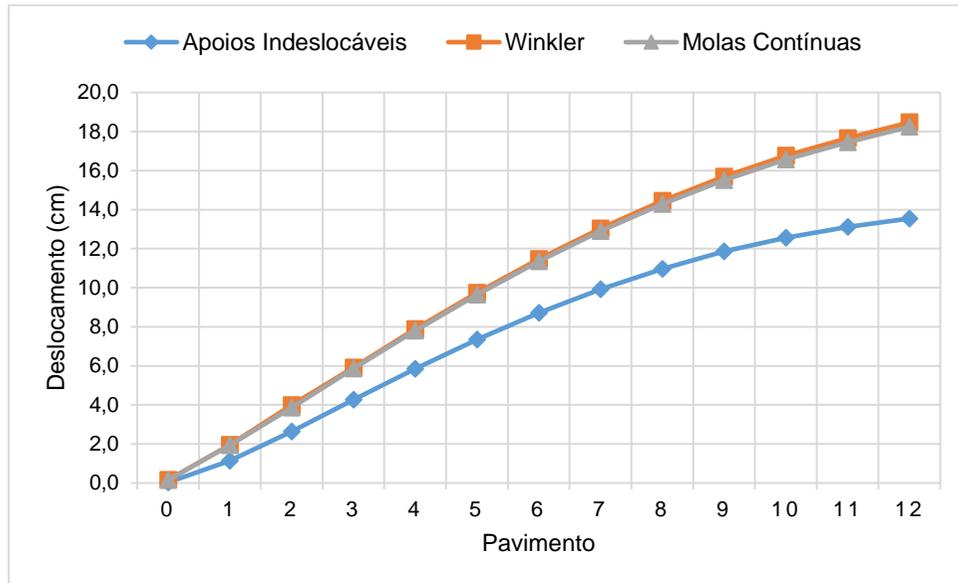


Gráfico 1 – Comparação entre deslocamentos horizontais no 1º tramo

Fonte: O próprio Autor (2017)

Notou-se que os deslocamentos demonstrados no Gráfico 1 aumentam progressivamente por pavimento. Estes também se apresentaram superiores no modelo de Winkler e no modelo de molas contínuas, por se tratarem de pórticos com menor rigidez. No pavimento térreo houve uma diferença de quase 407% entre o modelo convencional e o modelo de Winkler, mesmo que a grandeza numérica não seja considerada grande. No último pavimento essa variação entre deslocamentos horizontais no primeiro tramo foi de aproximadamente 25% entre os modelos, sendo que o modelo de molas contínuas não apresenta resultados muito distintos do modelo intermediário. A geometria dos gráficos de variações observadas para os outros dois tramos nos deslocamentos horizontais se apresentaram muito parecidas àquelas do Gráfico 1.

Os deslocamentos verticais, também no primeiro tramo e para todos os pavimentos, são apresentados no Gráfico 2, a seguir.

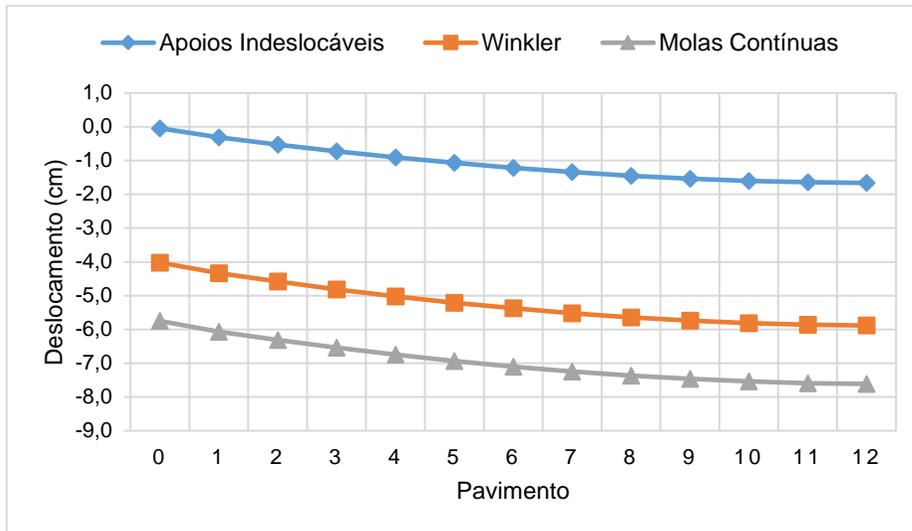


Gráfico 2 – Comparação entre deslocamentos verticais no 1º tramo

Fonte: O próprio Autor (2017)

Dentre todos os parâmetros analisados, os deslocamentos verticais de todas as prumadas de pilares foram os que obtiveram as maiores variações entre modelos. No Gráfico 2, o sexto pavimento apresentou uma diferença de aproximadamente 342% entre o modelo de apoios indeslocáveis e o modelo de Winkler. No mesmo pavimento, a diferença entre Winkler e o modelo de molas contínuas apresentou uma diferença de 29%, sendo que esta diferença é mantida até o último pavimento.

O Gráfico 3 mostra os diferentes deslocamentos verticais para todos os pavimentos no segundo tramo, referente a prumada da sapata 7 (S7).

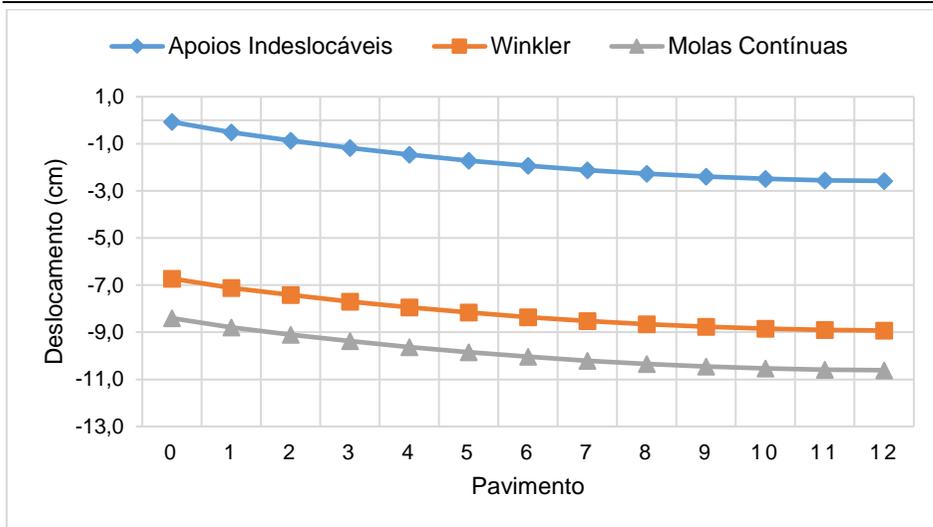


Gráfico 3 – Comparação entre deslocamentos verticais no 2º tramo

Fonte: O próprio Autor (2017)

Observou-se que a geometria do gráfico de deslocamentos se manteve semelhante ao Gráfico 3 para os três tramos. Neste mesmo Gráfico, obteve-se que a diferença de deslocamentos entre os modelos de apoios indeslocáveis e Winkler foi de aproximadamente 333% no sexto pavimento, o que é bastante significativo na análise de recalques diferenciais. Já entre os modelos de Winkler e molas contínuas, no mesmo pavimento, a variação entre deslocamentos foi em torno de 20%.

No gráfico 4, apresentam-se os deslocamentos verticais para o 3º tramo, também com geometria parecida aos gráficos anteriores.

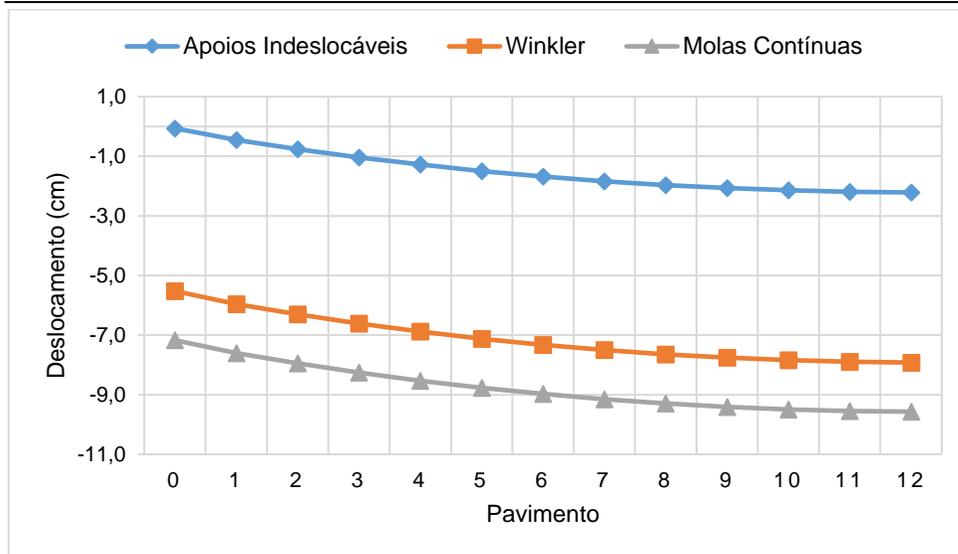


Gráfico 4 – Comparação entre deslocamentos verticais no 3º tramo

Fonte: O próprio Autor (2017)

As variações entre valores dos modelos evidenciam a influência que a rigidez dos apoios exerce no pórtico propriamente dito. Devido às incertezas que os solos apresentam, ao se fazer uma análise de recalques diferenciais, é usual restringir os recalques absolutos ao valor máximo, para que dessa forma os recalques diferenciais também não atinjam os limites considerados prejudiciais à edificação. Neste contexto, as divergências entre Winkler e Molas Contínuas são consideradas significativas.

Partindo para a análise dos pilares, foco do estudo, consideraram-se os valores encontrados no topo e na base do elemento estrutural. A convenção utilizada para a análise é demonstrada na Figura 62, a seguir.

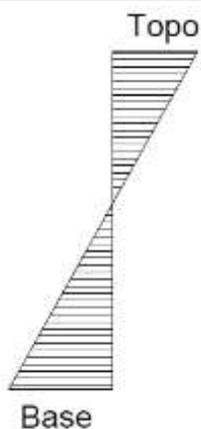


Figura 3 – Convenção adotada para análise dos pilares

Fonte: Antoniazzi (2011)

Ao se analisar o pórtico adotado, através dos Gráficos 5 e 6, que demonstram momentos no topo e na base do P2, foi possível notar claramente a redistribuição de esforços ocorrida, recorrente da consideração da deformação do solo. Observou-se que, no pavimento térreo, demonstrado pelo Gráfico 5, o maior momento fletor é apresentado nos modelos de Winkler e molas contínuas, representando uma diferença de 14% entre o modelo convencional. Nos próximos pavimentos, notou-se que os momentos nos modelos considerando a ISE se apresentaram maiores, sendo que no último pavimento esse acréscimo chega a ser de aproximadamente 46%.

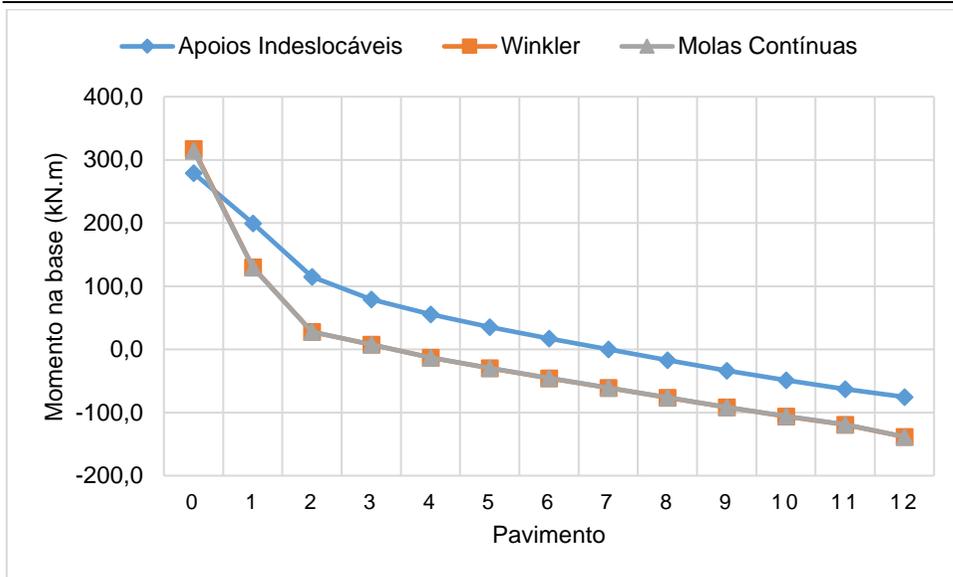


Gráfico 5 – Momentos na base do P2

Fonte: O próprio Autor (2017)

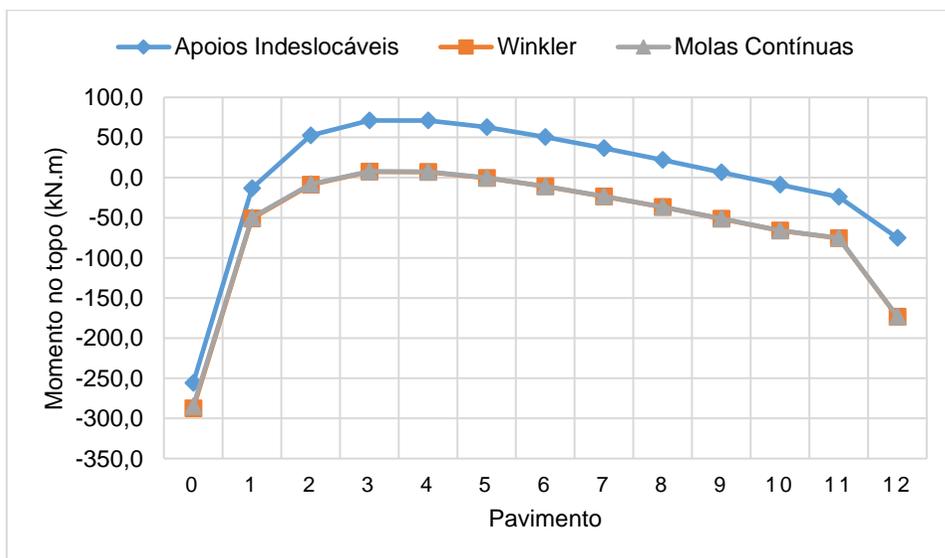


Gráfico 6 – Momentos no topo do P2

Fonte: O próprio Autor (2017)

No Gráfico 6 também foi possível notar que não houveram diferenças significativas entre os modelos de Winkler e molas contínuas em termos de momentos fletores para todos os pavimentos.

Os Gráficos 7 e 8 apresentam, respectivamente, os momentos na base e no

topo do pilar 7. Ao longo da prumada de pilares, a consideração do solo não demonstrou diferenças significativas no Gráfico 7, exceto para os primeiros pavimentos, onde o local mais crítico apresenta uma diferença de aproximadamente 80% entre o modelo de molas contínuas e o modelo convencional.

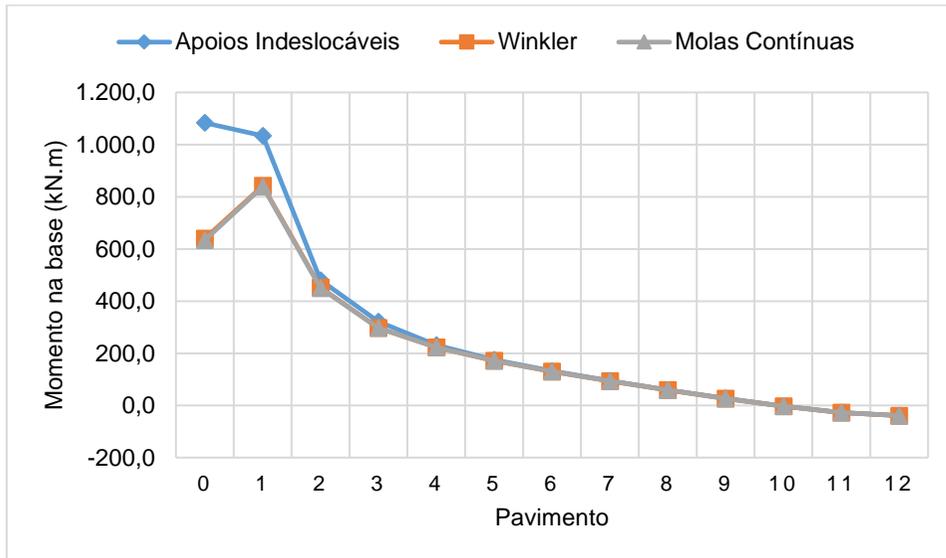


Gráfico 7 – Momentos na base do P7

Fonte: O próprio Autor (2017)

No Gráfico 8 também não são demonstradas divergências significativas ao longo da prumada do pilar 7, e a diferença encontrada entre os momentos no pavimento térreo é de aproximadamente 34%.

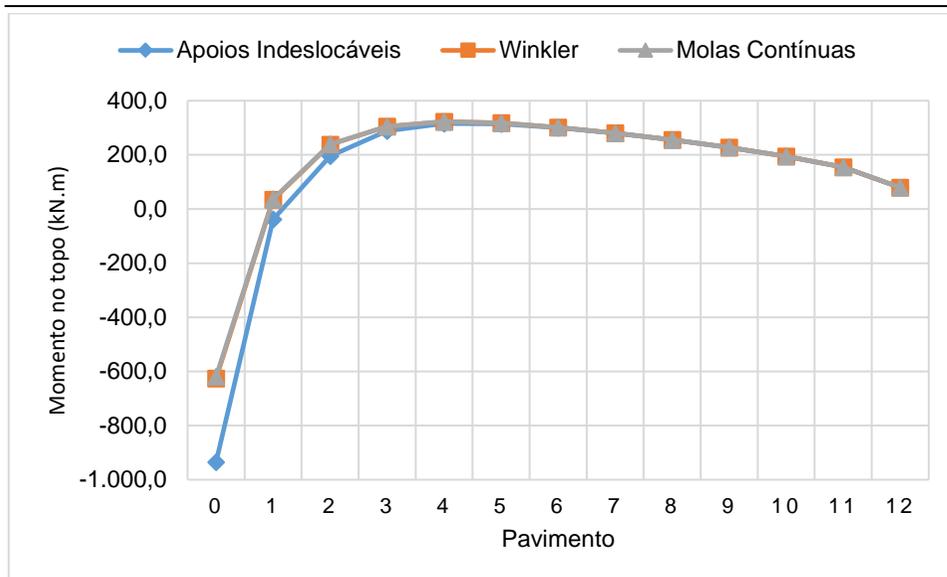


Gráfico 8 – Momentos no topo do P7

Fonte: O próprio Autor (2017)

Os Gráficos 9 e 10, que dispõem dos momentos encontrados na base e no topo do pilar 12, observou-se novamente os efeitos da interação solo estrutura. No Gráfico 9, observou-se um acréscimo de momentos ao longo da prumada, sendo que o último pavimento apresenta uma diferença de aproximadamente 70% entre os modelos. O maior momento do modelo de Winkler, encontrado no primeiro pavimento, possui diferença de 36% em relação ao modelo de apoios indeslocáveis.

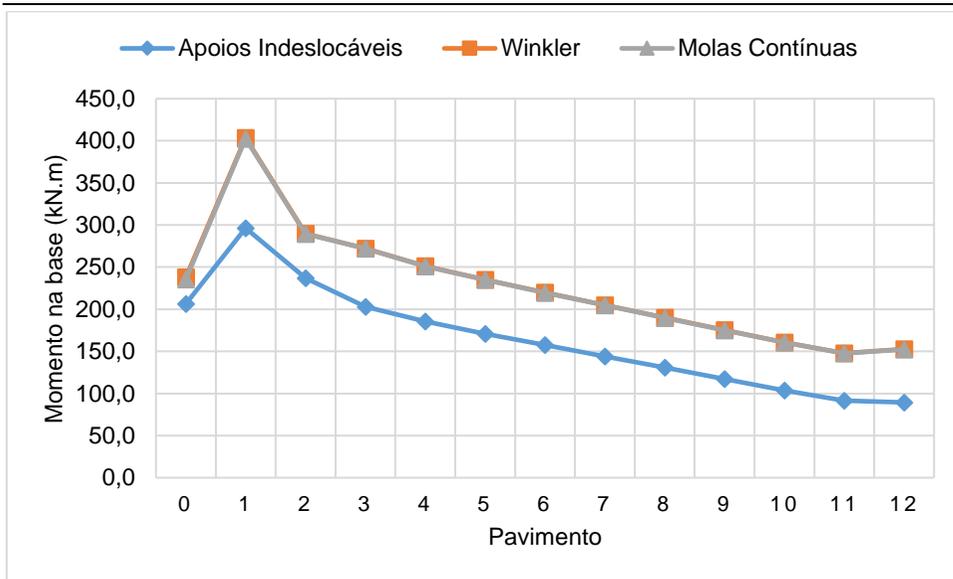


Gráfico 9 – Momentos na base do P12

Fonte: O próprio Autor (2017)

Em relação ao modelo de Winkler e o modelo de molas contínuas, também não foram apresentadas diferenças significativas em termos de momento fletor, como observa-se no Gráfico 10. Neste mesmo quadro, notaram-se aumentos dos momentos fletores no topo dos pilares do pórtico com menor rigidez quando comparados aos momentos do modelo convencionalmente utilizado.

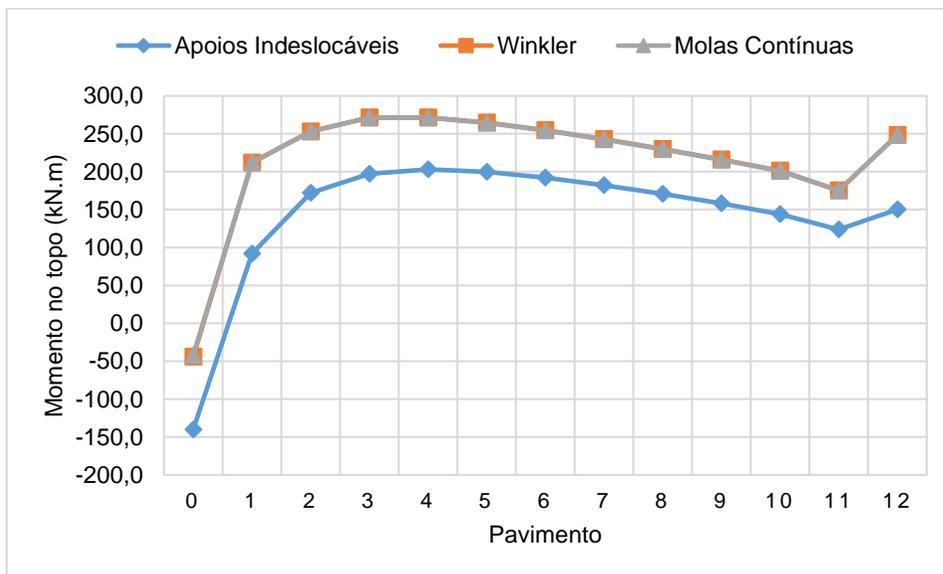


Gráfico 10 – Momentos no topo do P12

Fonte: O próprio Autor (2017)

Além dos momentos fletores observados ao longo das três prumadas de pilares, confirmou-se uma redistribuição de esforços normais dos pilares laterais em direção ao central. O Gráfico 11 demonstra os valores de normais ao longo do pilar 2, sendo que o maior acréscimo é encontrado no pavimento térreo, onde a diferença é de 15%.

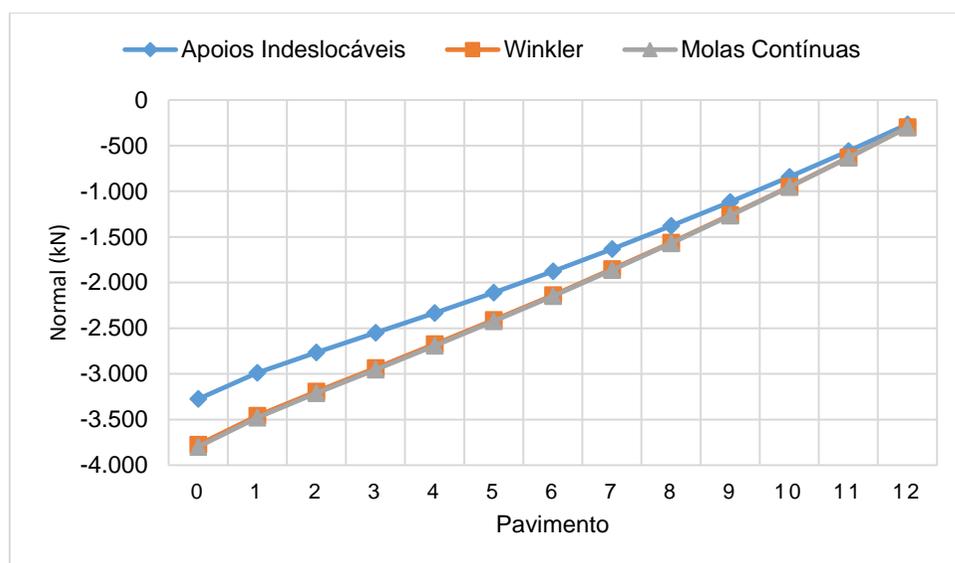


Gráfico 11 – Normais ao longo do P2

Fonte: O próprio Autor (2017)

Para as normais do P7, representadas no Gráfico 12, a diferença no pavimento térreo, em termos de percentual, é de quase 12%.

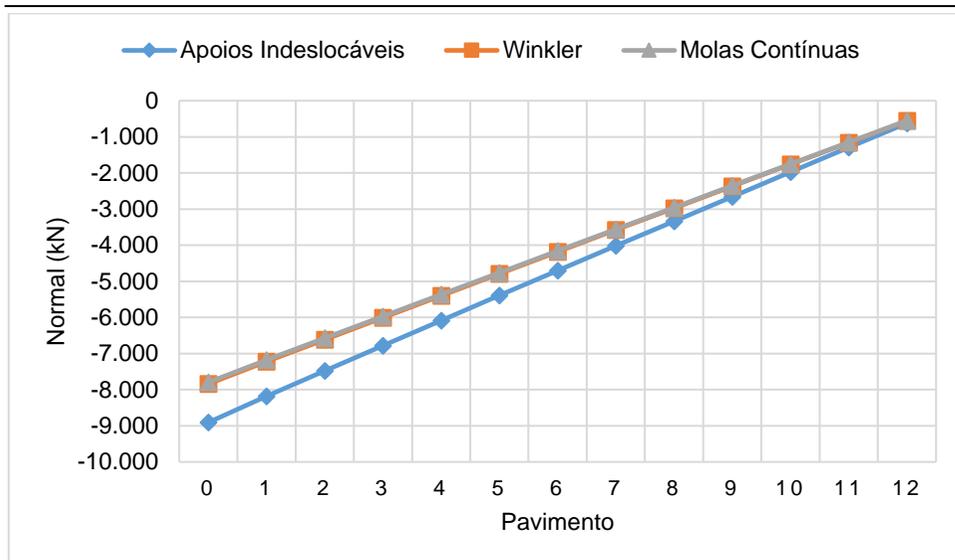


Gráfico 12 – Normais ao longo do P7

Fonte: O próprio Autor (2017)

Nas normais ao longo dos pilares, não foram encontradas divergências significativas entre o modelo de Winkler e o modelo de molas contínuas, conforme apresentado no Gráfico 13.

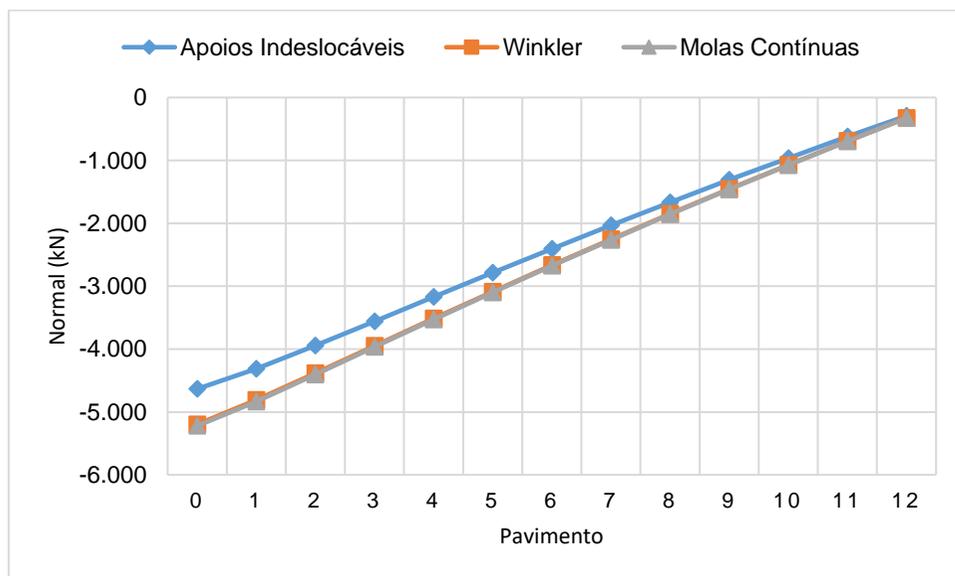


Gráfico 13 – Normais ao longo do P12

Fonte: O próprio Autor (2017)

3 CONCLUSÃO

Adaptada durante anos, a análise matricial possibilitou a discretização de elementos para que estes pudessem ser analisados de forma tanto individual quanto global, sendo que, o método dos elementos finitos, que se trata de uma evolução da análise matricial, foi o meio utilizado para o modelo computacional do pórtico pré-determinado. É interessante notar que, ao descrever a edificação utilizando conceitos matriciais, obteve-se total controle em relação às variáveis aplicadas na análise de pórtico, o que diminui o risco de erros de resultados ocasionados por variáveis desconhecidas ou não desejadas.

Devido a configuração de carregamento e geometria do pórtico adotado, as diferenças entre os modelos de Winkler e molas contínuas foram minimizadas. Caso o pórtico não fosse simétrico e outras configurações de carregamentos fossem aplicados, os resultados encontrados poderiam ter sido diferentes.

Ao analisar os gráficos encontrados referentes aos momentos ao longo das prumadas de pilares, observou-se que houve uma redistribuição de esforços significativa, na maioria dos casos aumentando os momentos transmitidos para esses elementos estruturais, ocasionados devido a interação da estrutura com o solo. Em relação às normais ao longo destes, também foram encontradas evidências de redistribuição de esforços, onde os pilares que se deslocaram transmitiram esforços para os pilares vizinhos. Dentro destes aspectos, apesar de ter sido observada uma grande diferença entre o modelo de molas e o modelo convencional, não houveram diferenças significativas entre o modelo de Winkler e o modelo de molas contínuas.

A maior divergência de resultados considerando todos os modelos foi constatada nos valores de deslocamentos. Os modelos de mola, por se tratarem de pórticos com rigidez menor, logicamente apresentaram deslocamentos maiores, tanto no sentido vertical quanto horizontal, permitindo que a edificação se deslocasse conforme a execução por fases de pavimentos, até que os recalques fossem estabilizados.

Pela instabilidade e incerteza gerada pelos solos, é comum que seja feita uma análise de recalques absolutos quando se deseja uma análise de recalques diferenciais. Desta forma, é possível restringir os recalques absolutos para que estes

não cheguem aos limites impostos para uma edificação, impedindo, assim, que os recalques diferenciais atinjam limites máximos. Dentro desse contexto, constatou-se que as divergências nos deslocamentos do modelo de Winkler – que utilizou molas discretas em sua fundação – e do modelo de molas contínuas – que, além das molas consideradas, também considerou a influência entre uma sapata na outra – foram significativas.

Os parâmetros utilizados tornaram possível uma análise comparativa entre métodos e suas principais influências, bem como um aprofundamento sobre a análise matricial e métodos de discretização, utilizadas por grande parte dos programas computacionais. Desta forma, foi possível quantificar a importância da consideração da interação solo-estrutura, dimensionando os elementos estruturais de forma mais fiel à realidade e proporcionando mais segurança ao projetista.

REFERÊNCIAS

ANTONIAZZI, Juliana Pippi. **Interação solo-estrutura de edifícios com fundações superficiais**. 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental. UFSM, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

CARELLI, Jackson Antonio. **Análise Matricial de Estruturas**. Notas de aula, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), Santa Catarina, 2015.

CINTRA, José Carlos A.; AOKI, Nelson; ALBIERO, José Henrique. **Fundações Diretas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

COLARES, George Moura. **Programa para análise da interação solo-estrutura no projeto de edifícios**. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Curso de Mestrado em Engenharia Civil. USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KIMURA, Alio. **Informática aplicada em estruturas de concreto armado**: Cálculo de edifícios com o uso de sistemas computacionais. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2007.

SOUZA, Rafael Alves de. REIS, Jeselay Hemetério Cordeiro dos. **Interação solo-estrutura para edifícios sobre fundações rasas**. Technology Acta Scientiarum, Maringá, v. 30, n. 2, 2008, p. 161-171.

VAZ, Luiz Eloy. **Método dos Elementos Finitos em Análise de Estruturas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA REDE DE ESGOTO SANITÁRIO PELOS RESIDENTES DO LOTEAMENTO ULISSES GUIMARÃES, NO MUNICÍPIO DE CAÇADOR/SC

Cristiane Wegner¹
Weligton Lucas Baschera²
Luciane Dusi³

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo demonstrar a situação atual da rede coletora de esgotos situada no Loteamento Ulisses Guimarães, no Município de Caçador, Santa Catarina. Através de revisão bibliográfica e realização de questionários com os moradores do local, os acadêmicos constataram a realidade das ligações prediais à rede e da utilização do sistema de tratamento de esgoto pelos residentes do Loteamento, além de promoverem a educação ambiental dos moradores entrevistados.

Palavras-Chave: Rede de esgoto. Esgoto sanitário. Cadastro da rede de esgoto.

ABSTRACT

The present paper has as goal to demonstrate the current situation of the sewer network located at Ulisses Guimarães Allotment, in the county of Caçador, Santa Catarina. Through literature review and the elaboration of a questionnaire made with the help of the site's residents, the students verified the reality of the building connections to the network and the use of the sewage system at the place, besides promoting the environmental education to the residents Interviewed.

Keywords: Sewerage system. Sanitary sewage. Registration in the sewer network.

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, ministrado pela Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP (Caçador). Contato: cristianeweg@gmail.com.

² Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, ministrado pela Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP (Caçador). Contato: weligton26031995@hotmail.com.

³ Professora orientadora do projeto, vinculada à Universidade Alto Vale do Rio do peixe – UNIARP (Caçador). Contato: dusiluciane@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

Na primeira vez em que o esgotamento sanitário foi executado pelo homem, possuía como intuito protegê-lo dos períodos de aumento vazões causadas pela ação da chuva, destinando as águas para fora da cidade, evitando enchentes ou alagamentos das regiões urbanas (UFCEG, 2017).

Foi na cidade Nippur, na Babilônia, onde a primeira galeria de esgoto da história foi encontrada. Na região do vale do Indo, ruas foram criadas com canais de esgotos feitos com tijolos que também recebiam águas provenientes de banheiras e privadas com lançamento de dejetos para os canais (BARROS, 2017).

Escavações foram realizadas em sítios arqueológicos na Índia, onde ruínas com cerca de 3000 a.C demonstraram a existência de ruas alinhadas, pavimentadas e com sistema de drenagem subterrâneo, formada por tijolos argamassados, com 50 centímetros de profundidade do nível da rua. Também pode-se constatar a presença de banheiros canalizados com manilhas cerâmicas e rejuntadas com gesso (UFCEG, 2017).

No Médio Império do antigo Egito, algumas cidades eram arquitetonicamente planejadas, onde dispunham de galerias em pedras mármore para drenagem de águas superficiais. Na cidade de Amarna, antiga cidade capital do Egito, havia grande presença de moradias com banheiros canalizados, tanto casas pertencentes a nobreza, como casas pertencentes a pessoas mais modesta. Cidades famosas como Tróia, Knossos e Creta, continham avançados sistema hidrossanitários, principalmente em palácios reais. Há indícios que os Incas continham também o conhecimento sobre destinação de esgoto e drenagem de áreas encharcadas em suas cidades (UFCEG, 2017).

O hábito de enterrar as fezes ou destiná-las a um lugar retirado já era um costume presente na Grécia antiga. No ano de 312 a.C., os Romanos haviam desenvolvido um aqueduto chamado "*Aqua Apia*", o qual possuía uma extensão de 17 quilômetros, destinado ao abastecimento de água da cidade de Roma. Foi a primeira civilização que acreditou na importância do estudo sobre o esgotamento sanitário, além da necessidade de oferecer à população o acesso a banheiros públicos, chafarizes, termas e etc. (BARROS, 2017).

Caçador possui apenas 4,6% da sua população atendida por rede coletora

de esgoto. Estas redes estão localizadas em bairros de baixa renda e escolaridade, sendo necessária a orientação e acompanhamento de uso por parte da Fundação Municipal de Meio Ambiente - FUNDEMA.

Este trabalho foi proposto com o intuito de educação ambiental dos moradores do Loteamento Ulisses Guimarães e promoção de comparação parcial com o projeto realizado em 2011 pela acadêmica Raquel Gomes de Almeida, do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP, através do Programa de Apoio a Extensão e Cultura – PAEC, visando contribuir para a melhoria do saneamento básico do município e da qualidade de vida da população. Para tanto, foram adotados como objetivos específicos:

- Conhecer a rede coletora de esgoto;
- Conhecer o processo de cadastro de rede empregado pela FUNDEMA;
- Coletar dados através de questionário e orientar os usuários da rede coletora de esgoto, na área delimitada;
- Compilar os dados recolhidos em planilhas e comparar com o trabalho anterior de Raquel Almeida;
- Realizar os relatórios pertinentes às saídas de campo
- Auxiliar no cadastro da rede municipal de coleta de esgoto, por meio de trabalho de extensão.

2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento deste artigo é composto pelo referencial teórico sobre o tema abordado, além dos materiais e métodos essenciais para aplicação do tema proposto.

2.1 DEFINIÇÃO DE REDE COLETORA DE ESGOTO

O sistema de esgoto sanitário é definido como o conjunto de instalações e obras destinadas a propiciar a coleta, afastamento, condicionamento e disposição final do esgoto sanitário, de forma intermitente e sem riscos para saúde (NETTO, 1998).

A rede coletora de esgoto, integrante do sistema completo, é o conjunto

constituído por ligações prediais, coletores e seus elementos acessórios (NETTO, 1998). A NBR 9649 (ABNT, 1986, p. 1) ratifica a definição, afirmando que rede coletora de esgoto é o “conjunto constituído por ligações prediais, coletores de esgoto, e seus órgãos acessórios”. No Brasil, a rede condutora adotada como padrão é a chamada de sistema separador absoluto, desde 1912, onde as canalizações para coleta de esgoto e águas pluviais são distintas. (NUVOLARI, 2011).

2.2 IMPORTÂNCIA DA REDE COLETORA DENTRO DO SISTEMA DE ESGOTO

Segundo Mihelic, Hand e Auer (2012), o esgoto bruto, aquele sem qualquer tratamento, é considerado altamente poluente, apesar de sua concentração de contaminantes parecer pequena. Um metro cúbico de esgoto, dentre um milhão de gramas totais, contém 500 gramas de substâncias poluidoras, capazes de produzirem sérios impactos ambientais se descartadas sem serem tratadas.

A destinação final de qualquer efluente urbano é usualmente um corpo de água. Em razão deste lançamento, surge a possibilidade da geração de inconvenientes, como o despreendimento de mau odores e o sabor estranho na água potável. A saúde pública pode ser afetada pela contaminação das águas de abastecimento, dos balneários e todos os elementos envolvidos no meio. Deste fato provém a finalidade do tratamento dos despejos, que é manter os corpos hídricos livres de tais ameaças (IMHOFF; IMHOFF, 2000).

2.3 TIPOS DE TRAÇADO DE REDE COLETORA

Para definição do traçado de uma rede coletora de esgoto necessita-se, segundo Netto (1998), de planta topográfica em escala adequada (1:2000, por exemplo) indicando o arruamento, as curvas de nível, cotas de pontos característicos (como cruzamentos de ruas), talwegues, a eventual rede existente, cursos de água ou outros locais para destinação do esgoto coletado. Indicam-se os trechos dos coletores e sentido de escoamento, adequando os mesmos ao traçado das ruas e às declividades naturais do terreno, distribuindo os órgãos acessórios de acordo com a necessidade.

Quanto ao tipo de traçado a ser adotado, Alem Sobrinho e Tsutiya (2000) enumeram como possibilidades a serem adotadas o traçado perpendicular, em

leque e radial ou distrital, exemplificados na Figura 1.

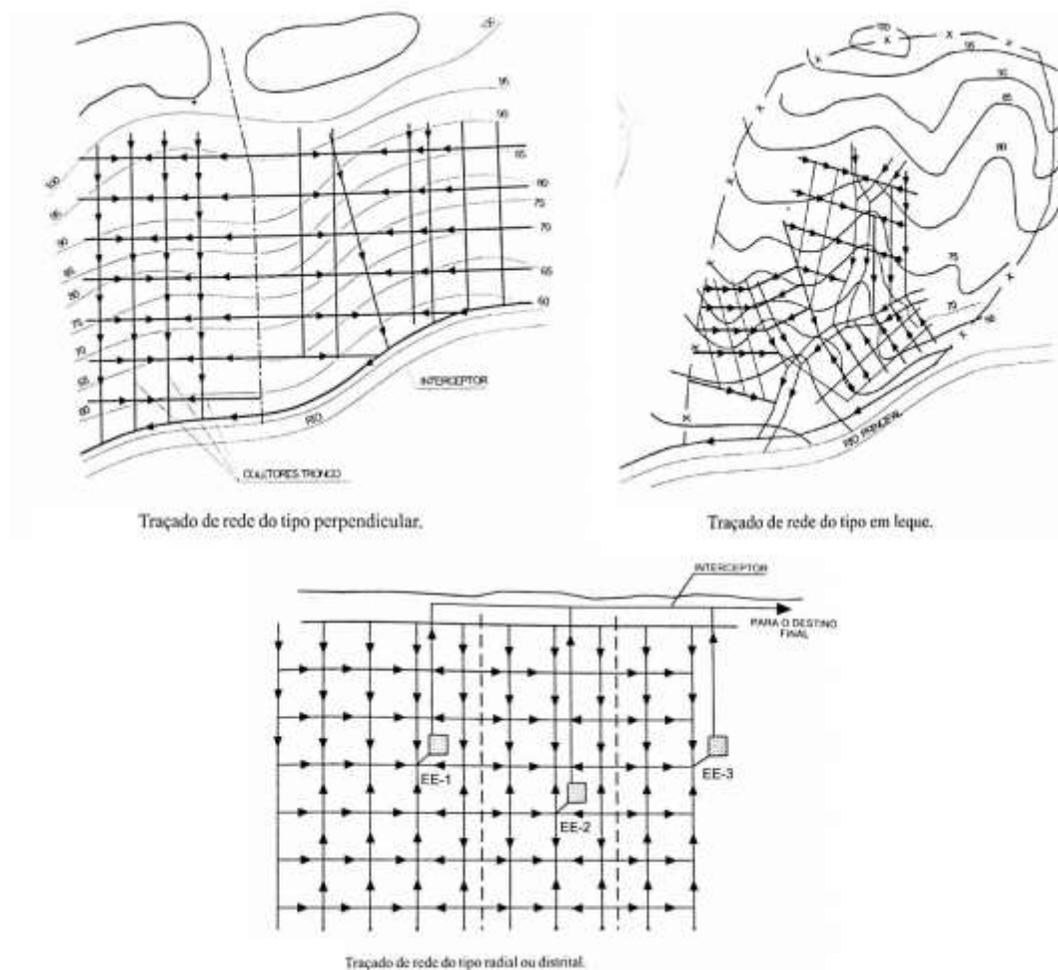


Figura 1 - Tipos de traçado de rede coletora de esgoto

Fonte: Adaptado de Alem Sobrinho e Tsutiya (2000)

O traçado perpendicular é caracterizado por diversos coletores-tronco independentes, com traçado aproximadamente perpendicular ao curso d'água. Há um interceptor marginal que recebe estes coletores, levando os efluentes ao destino adequado. O traçado em leque é próprio aos terrenos acidentados, como o encontrado na cidade de São Paulo. Nesse caso, os coletores-tronco correm por fundos de vales ou pela parte baixa das bacias, e neles incidem coletores secundários, com traçado que lembra uma espinha de peixe ou leque. Por fim, o

traçado radial ou distrital é característico de cidades planas. A cidade é dividida em setores independentes, e em cada um deles são criados pontos baixos, onde os esgotos são dirigidos. Destes pontos, ocorrem recalques até o destino final, como ocorre na cidade do Rio de Janeiro.

Os traçados são influenciados pela disposição dos órgãos acessórios; pela topografia existente no terreno; pelas vias públicas e demais edificações; em função do aproveitamento de canalizações existentes, quando houver; por interferências específicas, como localização de cursos de água; além das exigências contidas em planos diretores (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 2000).

2.4 MATERIAIS EMPREGADOS NA REDE COLETORA

Os principais fatores que devem ser observados para a escolha do material a ser utilizado nas tubulações de esgoto são: características do esgoto; resistência à abrasão e ao ataque químico; resistência a cargas externas; facilidade de transporte; disponibilidade de diâmetros necessários; custo do material; custo de assentamento; custo de transporte; métodos aplicados na construção; e condições locais (BEVILACQUA, 2006).

Os tubos de aço são recomendados nos casos onde ocorrem esforços elevados sobre a linha, como em travessias diretas de grandes vãos, cruzamentos subaquáticos ou ainda quando se deseja uma tubulação com pequeno peso, de absoluta estanqueidade e com grande resistência a pressões de ruptura. Os tubos de PVC são altamente resistentes à corrosão e são bastante utilizados em redes coletoras. Em regiões com lençol freático acima dos coletores de esgoto constitui como principal alternativa de utilização. As suas vantagens de utilização estão na maior velocidade na obra, aproveitamento de mão de obra local, tubos mais longo, lisos, leves, flexíveis e completamente estanques, dentre outras. Os tubos de polietileno de alta densidade são largamente utilizados em ligações prediais de água. Em sistema de esgoto são utilizados em coletores e emissários submarinos. Os tubos de concreto no sistema de esgotos sanitários são normalmente utilizados em emissários, interceptores e coletores tronco, com diâmetros maiores que 400 mm e funcionamento como conduto livre. Os tubos de ferro fundido são utilizados principalmente em linhas de recalque e emissários de recalque, em travessias aéreas, passagens sob rios ou em situações que há necessidade de suportar grandes

cargas. Os tubos cerâmicos foram utilizados na antiga cidade da Babilônia 250 anos a.C., ultimamente a vitrificação destes tubos tem sido dispensada, mas há necessidade de acompanhar o comportamento destes (BEVILACQUA, 2006).

Feitos a partir de dois ou mais materiais de classes diferentes (por exemplo, metal/cerâmica, fibras/polímero), compósitos são muito utilizados em diversos setores industriais, como Petroquímico e Aeronáutico, por serem materiais de qualidade superior e possuírem novas propriedades que não podem ser atendidas por outros materiais separadamente, sendo uma classe de materiais bastante ampla e abrangente. Estes materiais se dividem, em geral, em duas ou mais fases que se complementam e fornecem elevadas rigidez e resistência mecânica específicas, resistência à corrosão na presença de maresia, poluentes e uma serie de ácidos e bases fracas, bem como flexibilidade no processo de moldagem. As aplicações de tubulações feitas a partir de materiais compósitos já não são mais novidade e, portanto, foram superados vários obstáculos que incidiram desde sua utilização experimental até as aplicações normatizadas que possuem hoje. (MESQUITA, 2008).

2.5 PRINCIPAIS ELEMENTOS DA REDE COLETORA

O fundamento básico do saneamento de uma população é a coleta e o transporte das águas residuais do início até o fim da sua trajetória. A rede coletora trata-se de um conjunto de coletores que possuem condutos que recolhem e transportam as vazões, destinando o despejo. Enquanto os esgotos sanitários são compostos pela rede coletora, os emissários e as unidades de tratamento. Porém há uma determinada etimologia para designar cada elemento dos sistemas de esgoto sanitários (CENTRO SUPERIOR DO ENSINO DO AMAPA – CEAP, 2017).

A Tabela 1 apresenta os itens que, para CEAP (2017), constituem os principais elementos da rede:

Tabela 1 – Componentes de um Sistema de Esgotos Sanitários

Elemento	Designação
Caixa de Passagem	Câmara subterrânea sem acesso, localizada em pontos singulares por necessidade construtiva e econômica do projeto.
Coletor de Esgoto	Tubulação subterrânea da rede coletora que recebe contribuição de esgotos em qualquer ponto ao longo de seu comprimento, também chamado coletor público.
Coletor Principal	Coletor de esgotos de maior extensão dentro de uma mesma bacia.
Coletor Tronco	Tubulação do sistema coletor que recebe apenas as contribuições de outros coletores.
Corpo Receptor	Curso ou massa de água onde é lançado o efluente final do sistema de esgotos.
Estação Elevatória de Esgotos	Conjunto de equipamentos, em geral dentro de uma edificação subterrânea, destinado a promover o recalque das vazões dos esgotos coletados a montante.
Estação de Tratamento de Esgotos	Unidade do sistema destinada a propiciar ao esgoto recolhido de ser devolvido a natureza sem prejuízos.
Poço de Visita	Câmara visitável destinada a permitir a inspeção e trabalhos de manutenção preventiva ou corretiva nas canalizações.
Rede Coletora	Conjunto de condutos e órgãos acessórios destinado a coleta e remoção dos despejos gerados nas edificações, através dos coletores ou ramais prediais.
Terminal de Limpeza	Dispositivo que permite introdução de equipamentos de limpeza, localizado na extremidade de montante dos coletores.
Tubo de Inspeção e Limpeza	Dispositivo não visitável que permite a inspeção externa do trecho e a introdução de equipamentos de limpeza.

Fonte: CEAP (2017)

2.6 CUSTOS DE INSTALAÇÃO DA REDE

Além Sobrinho e Tsutiya (2000) expõem que a implantação das redes

coletoras pode representar até 75% do custo total de implantação do sistema de coleta e destinação de esgotos sanitários. A Tabela 2 apresenta uma estimativa de custos percentuais de execução das diversas partes da obra de uma rede de esgoto, tendo como base os valores necessários para construção da rede na região Metropolitana de São Paulo. Os autores conseguiram concluir que, por ordem, os fatores que representam maior custo na obra são: escoramento de valas; poços de visita; escavação de valas; reaterro de valas; reposição de pavimentos (asfalto).

Tabela 2 – Estimativa de custos da implantação de redes coletoras

Implantação da obra (30,8%)	Canteiro e localização	0,6%
	Tapumes	2,1%
	Passadiços	1,1%
Valas (61,2%)	Levantamento e pavimento	1,3%
	Escavação	10,6%
	Escoramento	38,8%
	Reaterro	10,5%
Assentamento de tubulações (25,1%)	Transporte	0,4%
	Assentamento	4,1%
	Poços de visita	15,5%
	Ligações prediais	4,6%
	Cadastro	0,5%
Serviços complementares (9,9%)	Lastros e bases adicionais	0,7%
	Reposição de pavimento	9,2%
	Reposição de galerias de águas pluviais	0,1%

Fonte: Adaptado de Alem e Sobrinho (2000)

2.7 CONEXÃO DA INSTALAÇÃO PREDIAL NA REDE COLETORA

Um dos primeiros cuidados é saber se as tubulações do sistema público de esgoto já podem ser usadas no bairro. Somente em áreas em que há rede em operação, em que o esgoto pode ser coletado e tratado, é que a residência pode fazer a conexão do esgoto interno da residência ao sistema coletivo (CASAN, 2017).

Entre as inadequações mais comuns na rede de esgoto estão a ligação da água da chuva, proveniente de calhas e ralos, ao sistema de esgoto. Essa ligação sobrecarrega a rede coletora de esgoto, que não foi dimensionada para absorver esse incremento de vazão, e é uma das principais causas de extravasamentos de esgoto nas cidades, além de prejudicar o bom funcionamento das estações elevatórias e de tratamento de esgoto. Outra inadequação que gera grandes problemas ao funcionamento dos sistemas de esgoto é a falta de caixa de gordura nas residências. Sem esse equipamento a gordura vai direto para as tubulações de esgoto e causa entupimentos (CASAN, 2017).

Para adequada ligação à rede de esgoto deve ser usado tubo PVC para execução do Ramal Interno até o alinhamento predial. Pode-se deixar 10 a 20 cm para fora do alinhamento. É indicado que a tubulação interna tenha declividade mínima de 2% (2 cm de profundidade a cada 1 metro na horizontal), para que o esgoto possa escoar para a Caixa de Inspeção. Somente com autorização da operadora do sistema o proprietário poderá desviar a tubulação da fossa/sumidouro para a caixa de inspeção (CI) que fica instalada na calçada. A partir dessa ligação é recomendável desativar e enterrar fossa e sumidouro, para evitar formação e acúmulo de gases (CASAN, 2017).

2.8 PRINCIPAIS PROBLEMAS QUE OCORREM NA REDE COLETORA

Em redes de esgoto do sistema separador absoluto, padronizadas no país, o projeto inicial deve prever a contribuições indevidas, oriundas de infiltrações - ocorridas pela penetração da água nas juntas das tubulações, em poços de visita e outras estruturas, além das ocorridas pelas imperfeições dos condutos - e de encaminhamento acidental ou clandestino de águas pluviais. Caso estes valores sejam desconsiderados no cálculo de vazões, podem ocorrer problemas relativos ao subdimensionamento da rede. A influência destas vazões parasitárias pode ser

observada destacadamente sobre interceptores e emissários, onde a folga de projeto é usualmente menor (NUVOLARI, 2011).

Além disso, sistemas de coleta e transporte de esgoto sanitário, particularmente os localizados em áreas de clima quente e de porte maior, apresentam elevado potencial de formação de produtos geradores de odores ofensivos e corrosão dos condutos de esgotos, quando estes são confeccionados com cimento ou metais (ferro fundido ou aço) (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 2000).

Neste caso, as substâncias responsáveis pela corrosão do sistema e pelo surgimento de odores desagradáveis encontradas no esgoto sanitário são, geralmente, resultantes da decomposição anaeróbia de matéria orgânica contendo enxofre e nitrogênio, e pela redução de sulfetos e sulfatos. Estes elementos, se altamente concentrados, são tóxicos ao homem e representam riscos aos operadores dos sistemas de esgotos. Para controle da emissão de odores e da corrosão, portanto, é preciso evitar a formação destes elementos, quando possível, ou ao menos amenizá-la. Processos como aeração dos condutos, aplicação de cloro ou peróxido de hidrogênio, adição de nitrato de sódio e limpeza periódica dos trechos de tubulações auxiliam na minimização dos problemas (ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, 2000).

2.9 MANUTENÇÃO DA REDE COLETORA

Os coletores de esgotos funcionam com escoamento livre, ou seja, se processam em seções parciais de tubulações fechadas e sob pressão atmosférica, apresentando, portanto, uma superfície livre do contato com as paredes da tubulação. O escoamento do esgoto em um conduto é admitido, para efeitos de cálculo, em regime permanente e uniforme. O esgoto sanitário, além de substâncias orgânicas e minerais dissolvidas, leva também substâncias coloidais e sólidos de maior dimensão, em mistura que pode formar depósitos nas paredes e no fundo dos condutos, o que não é conveniente para o seu funcionamento hidráulico, ou seja, para o escoamento (NUCASE, 2008).

No dimensionamento hidráulico das redes coletoras de esgotos deve-se prover condições satisfatórias de escoamento que, simultaneamente, devem atender aos seguintes quesitos (NUCASE, 2008):

- Transportar as vazões máximas e mínimas esperadas.

-
- Promover o arraste de sedimentos, garantindo a autolimpeza das tubulações.
 - Evitar as condições que favorecem a formação de sulfetos e a formação de
 - desprendimento do gás sulfídrico.

A norma NBR 9649 (ABNT, 1986), “Projetos de redes coletoras de esgoto sanitário”, regulamenta as condições hidráulicas necessárias nas redes coletoras de esgoto.

Um dos grandes problemas encontrados nas tubulações de esgoto consiste no entupimento das mesmas, devido ao mau uso das pessoas que jogam objetos estranhos nos vasos sanitários e, em alguns casos, diretamente nos poços de visita. Outro grave problema nas redes coletoras de esgotos é a incrustação das tubulações devido à gordura. Na grande maioria dos imóveis mais antigos não existem as caixas de gordura. Muitos usuários fazem o lançamento de gordura de forma indevida que será encaminhada para as redes coletoras. Vazamentos na rede coletora de esgotos podem ocorrer devido à corrosão das tubulações ou por meio de juntas mal executadas. Esse problema é de difícil detecção, pois, normalmente, a água infiltra no solo e, quando se percebe o problema, ele já está em estágio avançado (NUCASE, 2008).

Os principais produtos responsáveis pela produção de odor e corrosão, quando em concentrações elevadas, são, também, tóxicos ao homem e representam um perigo aos operadores de redes coletoras de esgotos. As substâncias responsáveis pela geração de odores ofensivos encontradas em esgoto sanitário são, de modo geral, resultantes da decomposição anaeróbia de matéria orgânica contendo enxofre e nitrogênio e, notadamente, pela redução de sulfatos a sulfetos, também em anaerobiose (NUCASE, 2008).

Uma obra de manutenção de rede de esgotos deve ser objeto de muita atenção, visto que promove problemas no tráfego, ruído de máquinas e equipamentos, sujeira, mau cheiro, risco de acidentes, além da presença de curiosos que circulem nas proximidades. Desta forma há necessidade de planejamento de forma que tenha a duração mais curta possível visando minimizar os impactos causados junto à sociedade e ao meio ambiente (NUCASE, 2008).

2.10 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de educação ambiental dos moradores do Loteamento Ulisses Guimarães e promoção de comparação parcial com o projeto realizado em 2011 pela acadêmica Raquel Gomes de Almeida, do Engenharia Ambiental da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP, através do Programa de Apoio a Extensão e Cultura - PAEC. Na ocasião, Raquel aplicou o mesmo questionário utilizado neste trabalho, em 274 residências, na região abrangida pelo Sistema de Esgotamento Sanitário Ulisses Guimarães.

O projeto atual contou com auxílio da UNIARP e da Fundação Municipal do Meio Ambiente – FUNDEMA, atualmente incorporada à Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e de Infraestrutura do Município de Caçador, Santa Catarina. Durante a realização das atividades, os acadêmicos Cristiane Wegner e Weligton Lucas Baschera, do Curso de Engenharia Civil, visitaram 83 residências, abrangendo 358 (trezentos e cinquenta e oito) pessoas. Nestes domicílios, aplicaram um questionário contendo perguntas relacionadas às instalações sanitárias (ligações à rede, existência de unidades de tratamento) e distribuíram folders informativos sobre a utilização da rede coletora de esgoto, disponibilizados pela FUNDEMA. Além disso, o período preparatório para realização destas entrevistas foi preenchido com aprofundamento sobre o assunto, para adequada conscientização da população visitada.

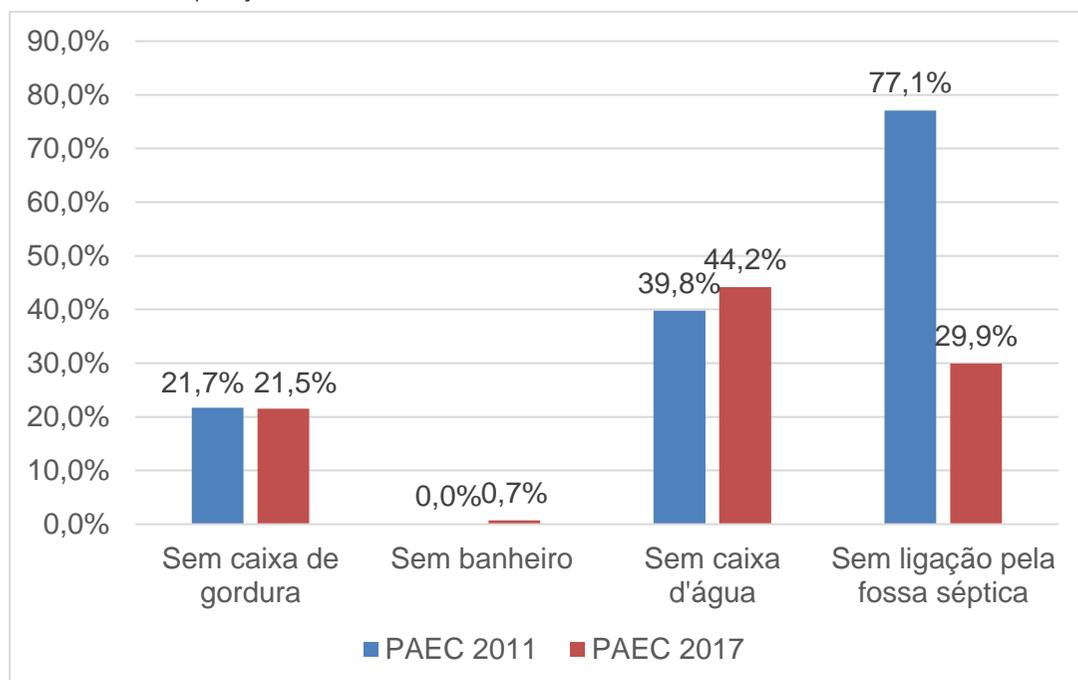
A pesquisa foi desenvolvida através de aplicação de questionário, revisão bibliográfica, cômputo das informações obtidas, elaboração de gráficos e discussão dos resultados.

2.11 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados foram obtidos pela compilação das informações repassadas pelos moradores do Loteamento Ulisses Guimarães no período de março a junho de 2017.

O Gráfico 1 apresenta a compilação dos dados obtidos por Almeida (2011), quando aplicou o mesmo questionário utilizado neste trabalho, com os dados obtidos através do presente projeto.

Gráfico 14 – Comparação de resultados obtidos no Loteamento Ulisses Guimarães



Fonte: Os autores

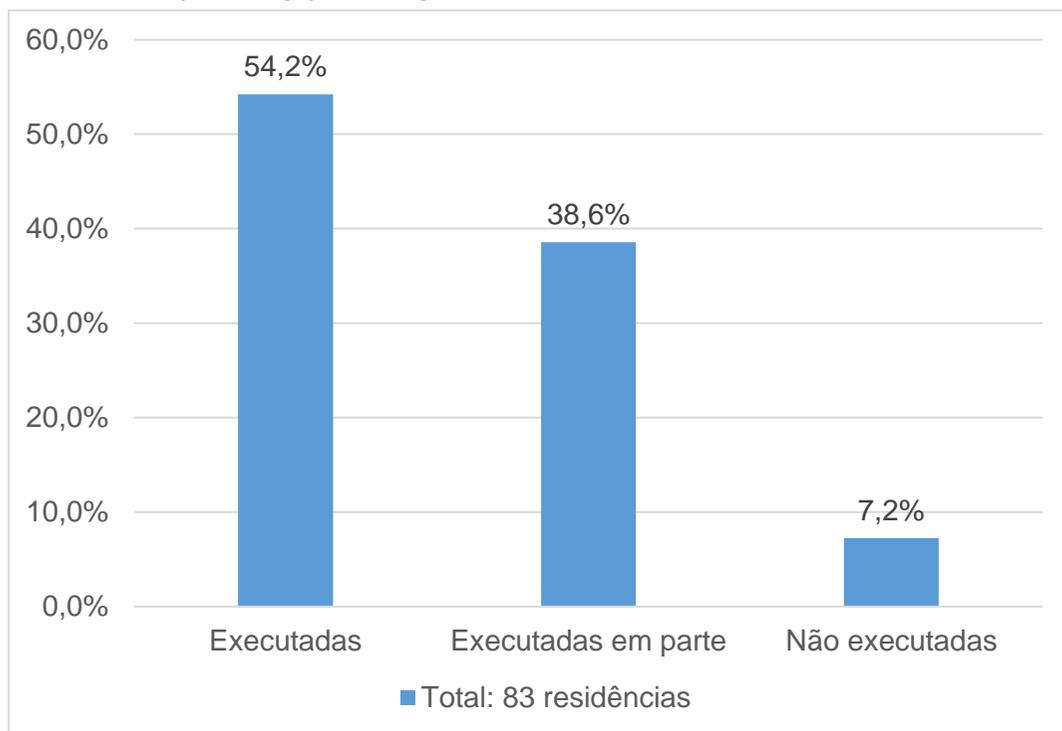
É possível observar que a quantidade de domicílios que não contam com caixa de gordura após o encanamento da cozinha permanece em aproximadamente 21% do total. No panorama atual, não foram encontradas residências que não possuíssem banheiro, ao contrário do projeto de 2011. Observou-se melhora no contingente populacional que contava com reservatório de água residencial. Em 2011, 44,2% dos entrevistados não possuíam caixa d'água, dado que atualmente é de 39,8%.

Além disso, nota-se a melhoria das ligações à rede coletora de esgoto. Em 2011, 70% da população fazia sua ligação à rede através da fossa séptica, dado que passou a ser de aproximadamente 30%. Assim, de acordo com as informações contidas no folder ilustrativo, considera-se que, atualmente, mais residências possuem ligações adequadas à rede.

O Gráfico 2 apresenta a situação constatada nas ligações de esgoto sanitário à rede coletora do Loteamento. Em função dos parâmetros adotados nesta pesquisa para classificação das ligações divergirem com os aplicados por Almeida (2011), não puderam ser realizadas comparações precisas com as informações

obtidas naquele estudo.

Gráfico 2 - Situação das Ligações de Esgoto Sanitário



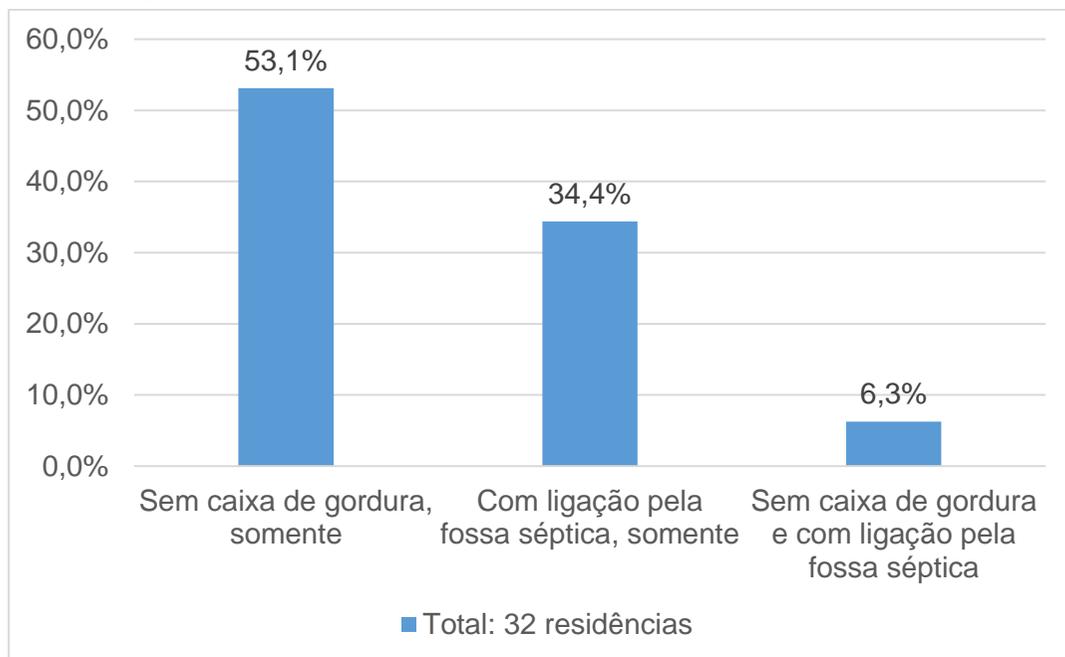
Fonte: Os autores

Neste trabalho, os autores consideram como ligação executada aquela onde ocorre passagem por caixa de gordura, direcionada ao terminal de ligação e posteriormente à rede; ligação executada em parte quando o efluente passar por fossa séptica, além dos elementos da ligação ideal, ou quando não possuir caixa de gordura; e ligação não executada quando a destinação do efluente doméstico não é a rede coletora de esgoto, podendo ser lançado à fossa séptica e filtro anaeróbio.

Através desta constatação, notou-se que 45 residências apresentavam ligação executada, onde havia caixa de gordura e o efluente não passava por fossa séptica.

O Gráfico 3 apresenta as residências com ligação parcialmente executada.

Gráfico 3 - Ligações executadas em parte

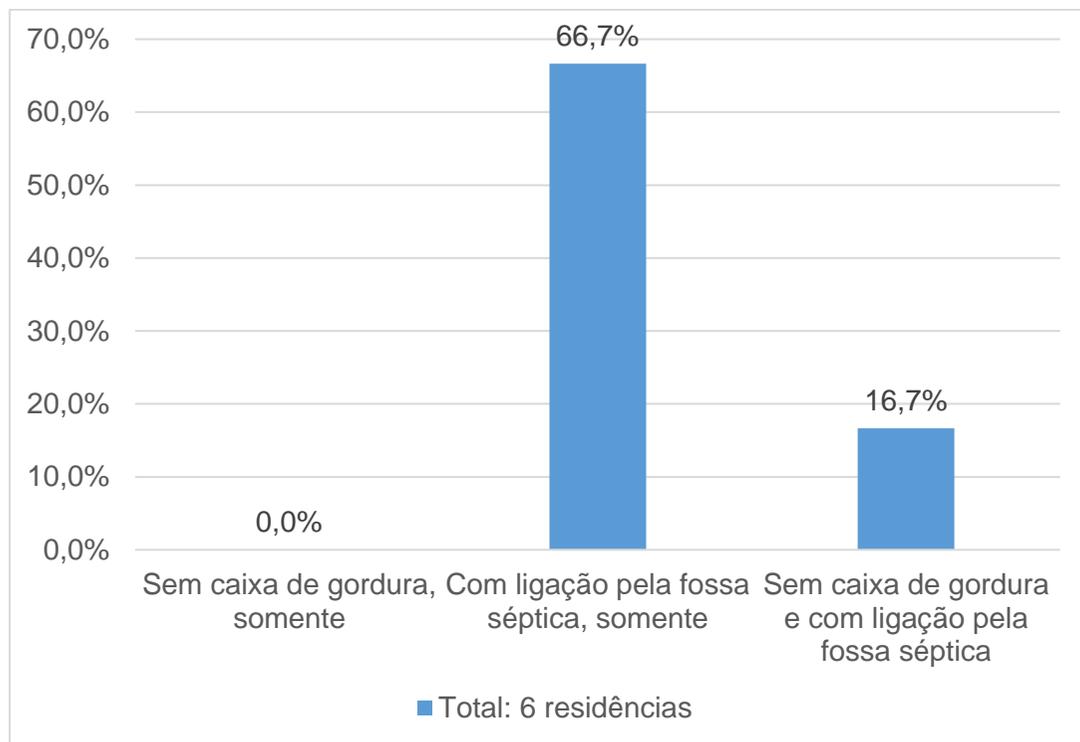


Fonte: Os autores

Observa-se que 53,1% das residências somente não possuíam caixa de gordura, item necessário à retirada dos elementos graxos do efluente residencial, que são mais difíceis de serem eliminados nos processos que ocorrem na Estação de Tratamento de Esgoto – ETE. Dentre as 32 residências com ligação parcialmente executada, em 33,4% delas o efluente passava por fossa séptica antes de ser destinado à rede. Por fim, em 6% dos casos, ocorreram ambas as situações: não havia caixa de gordura e o efluente passava por fossa séptica ativa antes de ser destinado à rede.

O Gráfico 4 apresenta as residências onde o efluente doméstico não é destinado à rede coletora de esgoto sanitário.

Gráfico 4 - Ligações não executadas



Fonte: Os autores

É notório que 67% das residências sem ligação à rede destinava seu esgoto à fossa séptica, contando com caixa de gordura. Uma residência, que representa 16,6% do total, destinava o efluente à fossa séptica, mas sem caixa de gordura. Uma residência possuía caixa de gordura, mas não fossa séptica, e seu esgoto não era destinado à rede coletora. Sendo assim, não possuía forma de destinação final adequada para seu esgoto.

Na ocasião das entrevistas, foi entregue folder com intuito de educação ambiental, com informações relevantes que puderam ser repassadas aos moradores. Neste período, foram tratados de temas como: a forma adequada de realizar o sistema sanitário residencial; destinação correta do óleo de cozinha usado; o correto escoamento da água oriunda das chuvas nas calhas; a importância de evitar a disposição de resíduos sólidos no encanamento de esgoto; entre outros.

Desta forma, foi possível constatar que os moradores possuem certa consciência de destinação do lixo gerado, da necessidade de disposição do resíduo

sólido para coleta dos caminhões de lixo – para posterior destinação ao aterro sanitário –, além de deterem conhecimento de que a água pluvial não deve ser ligada à rede de coleta de esgoto.

Parte dos entrevistados não possuía conhecimento das possíveis destinações do óleo de cozinha utilizado – cuja recolhimento é efetuada pelo caminhão de coleta seletiva de resíduos, desde que o óleo esteja acondicionado em litro descartável –, nem do dia em que este caminhão faz a coleta no bairro. Por outro lado, diversos moradores faziam uso deste óleo em outras atividades, como a fabricação de sabão ou incorporação na alimentação de animais domésticos, evitando sua destinação à rede.

Além disso, de acordo com os gráficos, nota-se a inexistência de caixa de gordura em parte das residências visitadas. Segundo a Norma Brasileira – NBR 8160 (ABNT, 1999), é recomendado o uso de caixas de gordura quando os efluentes contiverem resíduos gordurosos, sendo que isto ocorre, nas residências, após canalizações de pias de cozinha ou máquinas de lavar louças.

Assim, os autores sugerem, em relação ao folder, a incorporação de maiores informações referentes à coleta seletiva de resíduos, como o calendário das visitas à região; acréscimo de maiores informações descritivas sobre a destinação do óleo de cozinha usado; e adição de detalhes que exponham a necessidade de caixas de gorduras nas ligações.

Ademais, durante período de reconhecimento do tema, notou-se que não há órgão responsável pela fiscalização das instalações que destinam o esgoto à rede coletora. A Vigilância Sanitária do Município, que realiza este procedimento no restante da cidade – onde predominam sistemas individuais de tratamento de esgoto –, se exime da responsabilidade de fiscalizar o loteamento. A FUNDEMA, responsável pela manutenção da rede no local, também não faz esta fiscalização. Desta forma, sugere-se que estas ligações passem a ter algum tipo de acompanhamento obrigatório durante sua execução, fator que certamente facilitará a operação da rede, evitando diversos problemas lá recorrentes.

Em caso de existir necessidade de atualização das informações obtidas com este projeto, recomenda-se utilização de folder ilustrativo atualizado com as informações anteriormente citadas. Além disso, deve-se analisar quais informações constantes no questionário são realmente relevantes para alcançar os objetivos

propostos. Para tanto, o trabalho será facilitado se algumas perguntas passarem por reformulação, visando torná-las mais concisas, menos redundantes e abertas a diversas interpretações. Por fim, entende-se que quanto mais residências puderem ser visitadas, mais precisas serão as estimativas obtidas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo das atividades realizadas, observou-se que a população do Loteamento Ulisses Guimarães possui maior conhecimento sobre a importância do saneamento básico, quando comparado ao trabalho de Almeida (2011), assim como sobre a utilização adequada da rede para que o tratamento realizado na Estação de Tratamento de Esgotos – ETE não seja prejudicado. Notou-se a necessidade de elucidação de dois pontos explicitados no folder educativo, para facilitar o entendimento da população do loteamento sobre a maneira correta do descarte do óleo de cozinha e da adequada ligação de calhas de chuvas, que não devem ser destinadas à mesma tubulação coletora do efluente sanitário.

Além disso, percebeu-se a receptividade geral da população visitada. Grande parte dos moradores demonstraram interesse nas informações repassadas sobre saneamento básico e funcionamento geral de uma ETE. Dentre as 85 residências visitadas, somente em duas delas os moradores recusaram-se responder as questões, totalizando uma aprovação de 97,64%.

Analisando as informações coletadas, entende-se que a educação sanitária é um direito destinados a toda uma população, e que a conscientização ambiental sobre o assunto oferece inúmeros benefícios, pois além de facilitar a operação da rede coletora, traz também melhorias para a saúde física e intelectual dos habitantes do Loteamento Ulisses Guimarães.

REFERÊNCIAS

ALEM SOBRINHO, Pedro; TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. 2. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

ALMEIDA, Raquel Gomes de. **Educação Sanitária como reflexo do nível perceptível**

da importância de uma ETE para a comunidade do Loteamento Ulisses Guimarães no Município de Caçador/SC. Caçador, Santa Catarina. Programa de Apoio a Extensão e Cultura – PAEC. Dezembro de 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 9649:** Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8160:** Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

BARROS, Rodrigo. **A história do Saneamento Básico na Idade Antiga.** Disponível em: <<http://www.rodoinside.com.br/historia-saneamento-basico-na-idade-antiga/>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

BEVILACQUA, N. **Materiais de tubulações utilizadas em sistemas de coleta e transporte de esgotos sanitários.** Estudo de caso da área norte de São Paulo. 2006. 169 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://www.google.com.br/?gws_rd=cr&ei=25VWWdzelsiWQSy_Y3IDw#q=BEVILACQUA,+N.+Materiais+de+tubula%C3%A7%C3%B5es+utilizadas+em+sistema+s+de+coleta+e+transporte+de+esgotos+sanit%C3%A1rios>. Acesso em: 30 jun. 2017.

CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/noticia/index/url/como-fazer-a-ligacao-de-seu-imovel-a-rede-de-esgoto#0>>. Acesso em: 09 jul. 2017.

Centro de Ensino Superior do Amapá – CEAP. **Componentes de Sistemas de Esgotos Sanitários.** Disponível em: <<http://www.ceap.br/material/MAT15052014142755.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

IMHOFF, Karl; IMHOFF, Klaus R. **Manual de Tratamento de Águas Residuárias.** São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2000. 301 p.

MESQUITA, F. N. de A. **Simulação do comportamento mecânico de tubos em PRFV submetidos à pressão hidrostática.** 2008. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/3007/1/2008_FaustoNogueiraAlmeidaMesquita_orig.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2017.

MIHELIC, James R.; HAND, David W.; AUER, Martin T. **Tratamento de Águas**

Residuárias. In: MIHELIC, James R.; ZIMMERMAN, Julie Beth. Engenharia Ambiental: Fundamentos, Sustentabilidade e Projeto. Rio de Janeiro: LTC, 2012. Cap. 11, p. 410-461.

NETTO, José Martiniano de Azevedo. et al. **Manual de Hidráulica.** 8. ed. São Paulo: Edgar Blücher LTDA, 1998. 680 p.

NUCASE. **Esgotamento sanitário:** operação e manutenção de redes coletoras de esgotos - guia do profissional em treinamento, nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008.

NUVOLARI, Ariovaldo (coord.). **Esgoto Sanitário:** coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher LTDA, 2011.

Universidade Federal de Campo Grande – UFCG. **Evolução dos Sistemas de Esgotamento.** Disponível em:
<<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Historia.html>>. Acesso em: 08 de junho de 2017.

ESTUDO DE CASO: PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA TRATAMENTO INDIVIDUAL DE ESGOTO SANITÁRIO EM UM LOTEAMENTO EM CAÇADOR

Cristiane Wegner¹
Gabriela Cassol²

RESUMO

O sistema de esgotamento sanitário em locais desprovidos de rede coletora de esgotos é comumente abrangido por alternativas técnicas simplificadas que ofereçam condições satisfatórias para tratamento e disposição final de esgotos. Sua relevância é oriunda da melhora nas condições ambientais e sanitárias às quais a população de uma região está exposta, evitando a propagação de doenças e outros agravos ambientais. Este trabalho apresenta, em seu referencial teórico, as opções disponíveis de sistemas individuais de tratamento e disposição de esgoto sanitário, caracterizando as mais utilizadas, e expõe a situação encontrada no Loteamento Mantovani, cujo subsolo exige aplicações diferenciadas de tratamento. Além disso, demonstra a determinação e dimensionamento da solução individual adequada aos lotes deste loteamento residencial em Caçador, Santa Catarina, que consiste na adoção de tanque séptico para tratamento, filtro anaeróbico de fluxo ascendente para pós-tratamento, e valas de infiltração ou sumidouro para disposição final, de acordo com as características das edificações que serão executadas em cada lote.

Palavras-Chave: Tratamento de esgoto. Sistema individual. Esgoto residencial.

ABSTRACT

The sanitary sewage system in places deprived of sewer network is commonly covered by simplified technical alternatives that offer satisfactory conditions for treatment and final disposal of sewage. Its relevance comes from the improvement of environmental and health conditions to which the population of a region are

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).

² Professora Orientadora. Graduada em Engenharia Civil pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) e docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.

exposed, preventing the spread of diseases and other environmental damages. This paper presents in its theoretical reference the available options of individual sanitary sewage treatment and disposal systems, characterizing the most used ones, and exposes the situation found at Loteamento Mantovani, in which the subsoil requires differentiated treatment applications. Besides, the essay demonstrates the determination and it sizes an appropriate solution for the building lot at this residential subdivision located in Caçador, Santa Catarina, consisting in using septic tank for treatment, upflow anaerobic filter for after treatment, and infiltration ditches or sewer sinkhole for final disposal, according to the buildings characteristics that will be implemented at each building lot.

Keywords: Sewage treatment. Individual system. Residential sewage.

1 INTRODUÇÃO

Responsável por inúmeros problemas de saúde pública, como o surgimento de doenças e a poluição, o tratamento de esgoto sanitário permanece pendente em grande parte dos municípios brasileiros (AISSE, 2000). Em áreas urbanas, suburbanas ou rurais, a ausência de serviços públicos de esgotos sanitários, seja ela parcial ou total, exige a implantação de algum método de disposição dos esgotos locais, visando evitar a contaminação da água e do solo. A defasagem na implantação de serviços públicos de saneamento em relação ao crescimento populacional permite prever a ampla adoção de soluções individuais para o destino de esgotos, principalmente nos países em desenvolvimento (JORDÃO; PESSOA, 1995).

Andrade Neto (1997) diz que não há um sistema de tratamento de esgotos que possa ser indicado como a melhor proposta para quaisquer condições, mas que a busca por uma solução que se adapte às condições locais e aos objetivos de cada caso proporciona uma melhor relação custo/benefício.

O Loteamento Mantovani, localizado no Município de Caçador, necessita de soluções alternativas à rede de esgotamento sanitário convencional, visto que esta, apesar de instalada, não poderá ser posta em operação até que a cidade possua capacidade de coletar este efluente por uma rede municipal. Assim, através da necessidade de coleta e disposição do esgoto gerado, considerando que a região é caracterizada pela grande quantidade de rochas, qual seria a melhor solução para tratamento de esgoto sanitário individual neste loteamento?

Nos casos onde não há destinação adequada aos esgotos, estes passam a

escoar a céu aberto, poluindo o solo e contaminando as águas superficiais e subterrâneas, constituindo perigosos disseminantes de doenças (GUIA DO PROFISSIONAL EM TREINAMENTO, 2008). Para tanto, o objetivo geral deste trabalho foi propor uma solução para tratamento individual de esgoto sanitário no Loteamento Mantovani, na cidade de Caçador/SC. Deste modo, teve como objetivos específicos:

- a. Apresentar a importância dos sistemas de tratamento de esgoto;
- b. Descrever os sistemas individuais de esgoto sanitário e sua relevância;
- c. Apresentar as características do loteamento em estudo;
- d. Realizar ensaio de percolação no loteamento em estudo;
- e. Dimensionar sistemas individuais de esgoto sanitário.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho foi a pesquisa bibliográfica, buscando-se referencial teórico que pudesse nortear o problema abordado, além da aplicação em um estudo de caso.

2 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do trabalho é composto pelo referencial teórico sobre o tema abordado, além dos materiais e métodos essenciais para aplicação do tema proposto.

2.1 ESGOTO SANITÁRIO

A NBR 9648 (ABNT, 1986, p. 01), define o esgoto sanitário como “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”. O termo esgoto é utilizado para caracterizar os despejos provenientes das diversas modalidades de origem e utilização das águas, provenientes do uso doméstico, comercial, industrial, de utilidades públicas, áreas agrícolas, de superfície, infiltração, pluviais e demais efluentes sanitários (JORDÃO; PESSOA, 1995).

Segundo Dacach (1990), é de conhecimento amplo que diversas doenças são transmitidas pelas excretas humanas, que são lançadas à superfície do terreno ainda em muitas regiões, onde sua exposição direta causa perigo à saúde da

população. Assim, as águas contaminadas por esgotos urbanos são causadoras de doenças bactericidas, transmitidas aos seres humanos através da ingestão ou contato com a pele (MAGOSSÍ; BONACELLA, 2003).

2.2 SISTEMAS INDIVIDUAIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO

A NBR 13969 (ABNT, 1997) define que um sistema local de tratamento de esgotos é aquele onde as distâncias entre as fontes geradoras de esgotos, seu tratamento e disposição final são próximas entre si, normalmente dispensando o uso de rede coletora extensa, coletor-tronco, poços de visita, emissários, elevatórias etc.

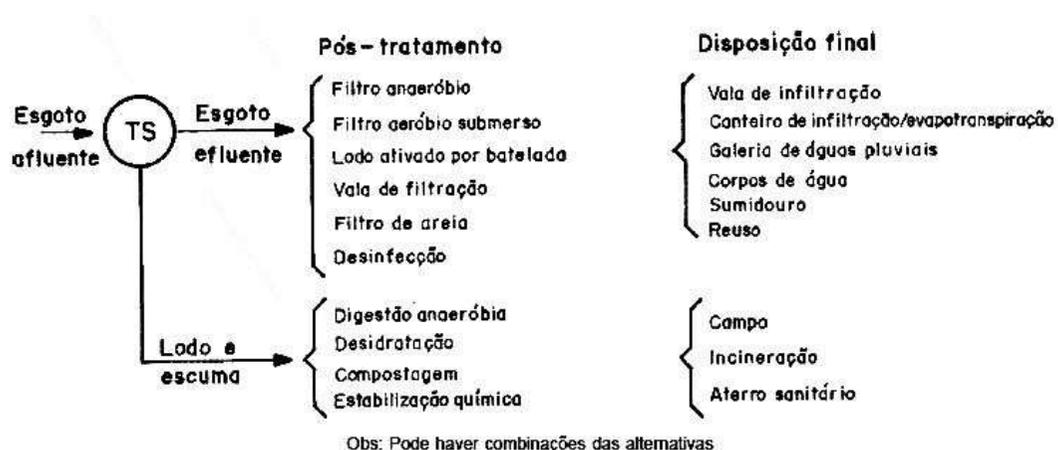


Figura 1 – Alternativas para tratamento e disposição de esgoto sanitário

Fonte: NBR 13969 (ABNT, 1997)

Em decorrência das necessidades de saneamento básico efetivo em áreas não englobadas por sistema de rede coletora e tratamento de esgotos de porte, da proteção do manancial hídrico e do meio ambiente, é imprescindível a oferta de alternativas técnicas viáveis para proceder ao tratamento e disposição do efluente (NBR 13969, ABNT, 1997). A Figura 1 apresenta um esquema geral das alternativas para tratamento e disposição de efluentes em sistemas individuais, utilizando-se como princípio básico o tratamento via tanque séptico (NBR 13969, ABNT, 1997).

2.3 CAPACIDADE DE ABSORÇÃO DO SOLO

Em função dos diversos métodos de disposição do efluente de tanque séptico, é necessário o conhecimento da capacidade de absorção do solo.

Para determinação das características de absorção do solo, o método mais comum é a determinação da permeabilidade em função da textura do solo, ou seja, das proporções de areia, silte e argila existentes. Entretanto, o método aconselhável é o ensaio de percolação, para que se estime quantitativamente a capacidade de absorção dos solos (JORDÃO; PESSOA, 1995). A NBR 13969 (ABNT, 1997) lista dois ensaios, de caráter simples, que são instrumentos úteis para avaliação da infiltração dos solos quando utilizados em conjunto com os ensaios de tato e visual do solo. Ambos podem ser realizados no local onde serão instalados sumidouro ou vala de infiltração.

2.4 CARACTERÍSTICAS DO LOTEAMENTO EM ESTUDO

A Lei nº 6.766 (BRASIL, 1979, p. 1) considera loteamento como “a subdivisão de gleba em lotes destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes”. O Loteamento Mantovani está localizado no prolongamento da Rua Amazonas, Bairro Santa Catarina, no Município de Caçador/SC, e suas coordenadas geográficas centrais são: 26° 45' 24,18" S; e 51° 01' 08,79" O. Sua área loteável é de 38.114,20 m², dividida em seis quadras que compõem aproximadamente 81 lotes, cujas áreas variam entre 250,00m² a 310,00m². Trata-se de loteamento destinado à implantação de residências uni e multifamiliares.

A escolha do loteamento em questão como objeto de estudo para fins didáticos deu-se pelo fato do mesmo possuir características singulares quanto ao subsolo. Em diversos pontos do loteamento, de acordo com laudo de sondagem existente, é possível observar a existência de grande quantidade de rochas subterrâneas próximas à superfície. Dentre os pontos existentes, o destacado como crítico possui solo argiloso plástico com matéria orgânica entre a superfície e -0,40m; solo argiloso escuro, altamente compacto, sem ocorrência de água, entre -0,40m e -1,57m; e em -1,57 é encontrada rocha basáltica.

Em função da rede coletora de esgoto executada no local não possuir

condições de ser posta em funcionamento – devido à inexistência de coletor municipal próximo ao loteamento, que destinaria o efluente à uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) -, torna-se necessária a adoção de formas individuais de tratamento e disposição do efluente doméstico produzido pelos moradores do local.

2.5 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Destinado à apresentação dos dados recolhidos durante a realização do trabalho, das considerações e dos resultados obtidos.

2.5.1 Ensaio de Percolação

No dia 27 de Agosto de 2017, realizou-se a escavação de uma cava de 0,70m, com diâmetro de 0,30m, no ponto indicado como crítico pelo laudo de sondagem (Figura 2).



Figura 2 – Ponto de realização do ensaio de percolação no Loteamento Mantovani

Fonte: Adaptado de Google Maps (2017)

Como recomendado pela NBR 13969 (ABNT, 1997), o fundo da cava foi

preenchido com pedra brita (Figura 3) e promoveu-se a saturação da cava, adicionando-se 0,30m de água limpa. O nível da água deveria ser mantido durante quatro horas, para então dar-se início ao teste de percolação.



Figura 3 – Ensaio de percolação - preenchimento da cava com pedra brita

Fonte: O próprio autor

Entretanto, após 3 horas de realização do enchimento com água, o nível aumentou 3 cm da marca inicial, de 30 cm, ao contrário do esperado, que seria infiltrar no terreno (Figura 4). Assim, não se pôde dar continuidade ao teste.

Além disso, foi possível observar que o executor do loteamento está efetuando aterro de aproximadamente 2,00m de altura em grande parte da região caracterizada como argilosa pelas sondagens (Figura 5), de modo a nivelar o terreno e possibilitar a adoção de algum modo de disposição final do efluente sanitário das

residências. Deste modo, como a área onde o ponto está locado será aterrada, os resultados obtidos em testes de percolação na topografia natural não oferecem real aplicação.



Figura 4 – Cava após 3 horas de saturação

Fonte: O próprio autor



Figura 5 – Aterro parcialmente executado na região do Loteamento

Fonte: O próprio autor

2.5.2 Dimensionamento do Sistema de Tratamento Individual de Esgoto

O dimensionamento dos elementos constituintes do sistema individual de tratamento dos efluentes sanitários foi realizado de acordo com a NBR 7229 (ABNT, 1993) e NBR 13969 (ABNT, 1997), que tratam, respectivamente, de tanque séptico e de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes, além da bibliografia que aborda o assunto.

O Loteamento Mantovani será destinado à execução de edificações residenciais. Desta forma, optou-se pela proposição de solução para uma residência unifamiliar padrão Normal (R1-N), com três quartos, sendo um suíte com banheiro, banheiro social, sala, cozinha, circulação, área de serviço com banheiro e varanda, com área aproximada de 110m².

2.5.2.1 Tanque séptico

Tanque séptico é definido pela NBR 7229 (ABNT, 1993) como unidade de fluxo horizontal destinada ao tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão.

Para a residência padrão Normal com 3 dormitórios, foram adotados anéis

de concreto pré-moldado, com diâmetro de 1,50m e 0,60m de altura.

Neste caso, segundo dados da NBR 7229 (ABNT, 1993), tem-se que:

$N = 2 \text{ pessoas} * 3 \text{ dormitórios} = 6 \text{ pessoas}$

$C = 130 \text{ litros/habitantes} \times \text{dia}$

$T = 0,92 \text{ dia}$

$K = \text{intervalo de limpeza de 1 ano} = 94 \text{ dias}$

$L_f = 1 \text{ litro/pessoa.dia}$

Assim:

$$V = 1000 + N (C.T + K.L_f) \quad (1)$$

$$V = 1000 + 6 (130.0,92 + 94.1)$$

$$V = 2281,6 \text{ litros}$$

As dimensões do tanque cilíndrico são definidas através do seguinte:

H_u (Altura útil) = 1,20m (mínima) e 2,20m (máxima)

\varnothing interno mínimo = 1,10m

$$V \text{ útil} = \left(\frac{\pi \cdot \varnothing^2}{4} \right) \cdot H_u \quad \therefore \varnothing = \sqrt{\frac{V \text{ útil} \cdot 4}{\pi \cdot H_u}} \quad (2)$$

$$\varnothing = \sqrt{\frac{2,30 \cdot 4}{\pi \cdot 1,50}}$$

$$\varnothing = 1,39 \cong 1,50\text{m}$$

A altura útil é acrescida de 0,30m, para disposição dos tubos de entrada e saída do efluente. Desta forma:

$$H \text{ final} = 1,50 + 0,30 = 1,80\text{m} \quad (3)$$

Assim, para definição da quantidade de anéis de concreto pré-moldado:

$$N^{\circ} \text{ anéis} = 1,80 / 0,60 = 3 \text{ anéis} \quad (4)$$

Deste modo, adotou-se tanque séptico com 3 anéis pré-moldados de 0,60m totalizando 1,80 m de altura, e diâmetro de 1,50m.

2.5.2.2 Filtro anaeróbio de fluxo ascendente

O filtro anaeróbio é um reator biológico com esgoto em fluxo ascendente, dotado de uma câmara inferior vazia e uma câmara superior preenchida de meio filtrante submerso, onde atuam micro-organismos anaeróbios e facultativos, responsáveis pela estabilização da matéria orgânica (NBR 13969, ABNT, 1997). Em relação ao tamanho do filtro anaeróbio, foram adotados anéis de concreto pré-moldado com 1,30m de diâmetro e 0,50m de altura.

Tem-se, pela NBR 13969 (ABNT, 1997):

$$N = 3$$

$$C = 130 \text{ litros} \times \text{habitantes/dia}$$

$$T = 1,08 \text{ dias}$$

Assim:

$$Vu = 1,6 \text{ N.C.T} \quad (5)$$

$$Vu = 1,6 \cdot 6 \cdot 130 \cdot 1,08$$

$$Vu = 1347,84 \text{ litros}$$

$$Vu = 1400 \text{ litros}$$

A altura útil do filtro anaeróbio é fixada em 1,20 metros. Assim:

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi \cdot h}} \quad (6)$$

$$r = \sqrt{\frac{1,400}{\pi \cdot 1,20}} = 0,61 \text{ m}$$

Calcula-se, então, o diâmetro de cada anel:

$$D = 0,61\text{m} \times 2 = 1,22\text{m} \quad (7)$$

Desta forma, adota-se filtro anaeróbio com 3 anéis pré-moldados de 1,30m de diâmetro e 0,50m de altura, totalizando 1,50m de altura total.

2.5.2.3 Vala de infiltração

É definida pela NBR 13969 (ABNT, 1997) como uma vala escavada no solo, preenchida com meios filtrantes e dotada de tubos de distribuição de esgoto e de coleta de efluente filtrado, cujo objetivo é a remoção de poluentes através de ações físicas e biológicas sob condições essencialmente aeróbias.

Neste caso, segundo a NBR 13969 (ABNT, 1997):

$$Q = N.C = 780 \text{ litros/dia}$$

$$C_i = 60$$

Assim, de acordo com Jordão e Pessoa (1995):

$$A = \frac{Q}{C_i} \quad (8)$$

$$A = \frac{780}{60} = 13 \text{ m}^2$$

Considerando a largura da vala de 0,50m, tem-se que:

$$13\text{m}^2 / 0,50\text{m} = 26 \text{ metros} \quad (9)$$

$$26 / 4 \text{ valas} = 6,5\text{m}$$

Considerando a logística de alternância imposta pela NBR 13969 (ABNT, 1997), devem ser acrescentadas duas valas ao resultado obtido. Assim, serão necessárias 6 valas com aproximadamente 6,50 metros de comprimento cada, para residência padrão normal com três dormitórios.

2.5.2.4. Sumidouro

O sumidouro é definido pela NBR 13969 (ABNT, 1997) como a unidade de depuração e de disposição final do efluente oriundo de tanque séptico, sendo

verticalizado em relação à vala de infiltração. Em relação às características do sumidouro, utilizou-se a unidade retangular executada *in loco*, considerando-se somente as paredes como área permeável. Esta característica foi adotada em função da existência de material argiloso com afluência de água abaixo do aterro executado na área, o que poderia dificultar a operação de sumidouros com fundo permeável.

Neste caso, segundo a NBR 13969 (ABNT, 1997):

$$Q = N.C = 780 \text{ litros/dia}$$

$$C_i = 60$$

Assim, de acordo com Jordão e Pessoa (1995):

$$A = \frac{Q}{C_i} \quad (10)$$

$$A = \frac{780}{60} = 13 \text{ m}^2$$

O cálculo da altura do sumidouro é realizado através das faces disponíveis para infiltração. Assim, considerando-se apenas as laterais de um sumidouro cilíndrico, com diâmetro estipulado de 1,50m:

$$A = (2.\pi.r.h) \quad (11)$$

$$13 = (2.\pi.0,75.h) \therefore 13 = 4,71.h$$

$$h = 2,75\text{m} \therefore 2,75 / 0,60\text{m} = 4,59 \text{ anéis}$$

Caso fosse utilizado o sumidouro cilíndrico, seria necessária a altura total de 3 metros, tornando inviável sua utilização neste caso. Assim, é possível diminuir a altura necessária para instalação de um sumidouro construindo-o com geometria retangular, *moldado in loco*. Desta forma, adotando-se sumidouro com 3,50m de comprimento, 1,60 m de largura e 1,30m de altura útil, adotando-se as paredes como área permeável, tem-se como área de infiltração disponível:

$$A \text{ infiltração} = (3,5*1,3*2) + (1,6*1,3*2) \quad (12)$$

$$A \text{ infiltração} = 13,3 \text{ m}^2 > 13 \text{ m}^2, \text{ ok.}$$

Adota-se, portanto, sumidouro moldado *in loco* com 3,5m de comprimento, 1,60m de largura e 1,80m de altura total (1,30m de altura útil acrescido de 0,50m

para disposição do tubo de entrada.

2.5.3 Dimensões Finais Obtidas

De acordo com o dimensionamento exposto anteriormente, obteve-se, como medidas finais para cada equipamento determinado:

Tabela 1 – Dimensões finais – Tanque Séptico

Equipamento sanitário	Dimensões obtidas
Tanque séptico	h = 1,80 m - 3 anéis 0,60 m, $\varnothing = 1,50$ m
Filtro anaeróbio	h = 1,50 m - 3 anéis 0,50 m, $\varnothing = 1,30$ m
Vala de Infiltração	6 valas com 6,50 m x 0,50m x 0,50m
Sumidouro	h = 1,80m, base= 3,50m x 1,60m

Fonte: O próprio autor

3 CONCLUSÃO

A manutenção de condições adequadas para preservação da saúde na sociedade é fator de importância primária. Desta forma, as ações de saneamento, especialmente as inclusas no ramo de esgotamento sanitário, devem ser tratadas como prioridades em projetos de construção civil.

O projeto de sistemas de esgotamento sanitário em obras residenciais, assim como nas diversas outras em que é aplicado, deve seguir padrões estabelecidos em Normas Brasileiras para que sejam efetuados o tratamento e a disposição final adequados, buscando o menor impacto possível ao meio em que estão inseridos. Em loteamentos residenciais, como o caso abordado neste estudo, além da busca por métodos que causem menor degradação ambiental, buscam-se métodos de tratamento e disposição do esgoto simplificados, com o menor custo de manutenção e operação possível.

O município de Caçador é caracterizado pela predominância das soluções individuais de tratamento do esgoto, com poucas áreas contando com rede coletiva. O Loteamento Mantovani, localizado no prolongamento da Rua Amazonas, no Bairro Santa Catarina, mesmo possuindo rede coletora “em espera”, deverá contar com soluções individuais de tratamento, que atendam as características específicas deste loteamento, como subsolo rochoso próximo à superfície.

Dentre as opções de sistemas individuais de esgotamento sanitário existentes, a utilização do tanque séptico é unânime. A pesquisa bibliográfica permitiu demonstrar que o efluente oriundo do tanque séptico pode ser destinado para filtros anaeróbios, valas de filtração ou infiltração, sumidouros, filtros de areia, entre outros métodos de disposição.

Com os dados disponíveis, efetuou-se a determinação e dimensionamento dos métodos considerados adequados para as condições específicas encontradas no loteamento. Obteve-se, como solução para o caso em estudo, o tratamento do efluente através de tanque séptico, o pós-tratamento em filtro anaeróbio de fluxo ascendente, e a disposição final do mesmo utilizando-se valas de infiltração ou sumidouro. O ensaio de percolação realizado, em função da afluência de água na cava executada, não possibilitou a obtenção de resultados palpáveis.

As unidades dimensionadas são características à uma residência de padrão Normal com 3 quartos. Em quaisquer casos onde as residências possuem menos dormitórios do que o exemplo adotado ou forem caracterizadas como padrão de construção Baixo, podem ser adotadas as mesmas formas de dimensionamento. Deve-se, porém, analisar as opções oferecidas neste trabalho e determinar as opções adequadas a cada caso de acordo com fatores como: dimensão do lote em questão, técnicas de construção e operação dos equipamentos sanitários.

Diante do exposto, considerou-se que, com a adoção destas unidades, o efluente produzido pelos residentes do loteamento não ocasionará prejuízos ambientais até que possa ser efetivamente coletado e destinado a uma estação de tratamento de esgotos.

REFERÊNCIAS

AISSÉ, Miguel Mansur. **Sistemas Econômicos de Tratamento de Esgotos Sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2000. 192 p.

ANDRADE NETO, Cícero Onofre de. **Sistemas Simples para Tratamento de Esgotos Sanitários: Experiência Brasileira**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648**: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Lei n. 6.766, de 19 de Dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6766.htm>. Acesso em: 16 maio 2017.

GUIA DO PROFISSIONAL EM TREINAMENTO. **Esgotamento sanitário**: operação e manutenção de redes coletoras de esgotos. Brasília: Ministério das Cidades, 2008.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSOA, Constantino Arruda. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 1995.

MAGOSSI, Luiz Roberto; BONACELLA, Paulo Henrique. **Poluição das Águas**. 2. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2003.

PROJETO MECÂNICO DE UM TÚNEL DE VENTO PARA TESTES AERODINÂMICOS EM LABORATÓRIO

*MECHANICAL DESIGN OF A WIND TUNNEL FOR AERODYNAMIC TESTS IN THE
LABORATORY*

Juliano Leite de Almeida¹
Eduardo Bueno²
Márcio Kawamura³

RESUMO

A utilização de aerogerador está em plena expansão e as pesquisas no campo aerodinâmico são fundamentais, uma vez que a aplicação de túneis de vento é uma prática bastante eficaz no projeto de pás. O túnel de vento é um equipamento utilizado em testes aerodinâmicos para verificar a eficiência, resistência ou capacidade de uma parte ou mesmo de um todo sem a necessidade de haver movimento dos objetos, apenas o vento percorre a seção de testes e atinge o modelo. Sabe-se que a aplicação de túneis de vento em laboratórios de projeto para ensaio de sistemas aerodinâmicos é um recurso muito eficaz nas pesquisas e testes dos protótipos de pás e aerogeradores, pois ensaiar protótipos nas condições de vento ao ar livre não é muito eficaz, pelo fato de depender das condições climáticas e da velocidade do vento local que não é constante, dificultando o monitoramento e coleta de informações para determinar a eficiência de um protótipo. Esta pesquisa apresenta o desenvolvimento do projeto mecânico de um túnel de vento, visando desenvolver tecnologia na área de aerogeradores, bem como para realizar testes aerodinâmicos.

Palavras-Chave: Aerogerador. Pás. Protótipo. Dimensionamento.

¹ Acadêmico de Engenharia Mecânica da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).

² Mestre em Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Professor da Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). Email: bueno@uniarp.edu.br.

³ Coordenador e Professor da Engenharia Mecânica da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). Email: marciokawamura@gmail.com.

ABSTRACT

The use of wind turbine is in full expansion and research in the aerodynamic field is fundamental, since the application of wind tunnels is a very effective practice in the design of blades. The wind tunnel is an equipment used in aerodynamic tests to check the efficiency, strength or capacity of a part or even a whole without the need for movement of the objects, only the wind travels through the test section and reaches the model. It is known that the application of wind tunnels in aerodynamic systems testing laboratories is a very effective resource in the research and testing of blade and wind turbine prototypes, because testing prototypes in open-air wind conditions is not very effective, because it depends on weather conditions and local wind velocity that is not constant, making it difficult to monitor and collect information to determine the efficiency of a prototype. This research presents the development of the mechanical design of a wind tunnel, aiming to develop technology in the field of aerogenerators, as well as to perform aerodynamic tests.

Keywords: Wind turbine. Blades. Prototype. Sizing.

1 INTRODUÇÃO

Túnel de vento é um equipamento utilizado em testes aerodinâmicos para verificar a eficiência, resistência ou capacidade de uma parte ou mesmo de um todo sem a necessidade de haver movimento dos objetos, apenas o vento percorre a seção de testes [1].

Sabe-se que a aplicação de túneis de vento em laboratórios de projeto para ensaio de sistemas aerodinâmicos é um recurso muito eficaz nas pesquisas e testes dos protótipos de pás e aerogeradores, pois segundo Okamoto et al. [1] ensaiar protótipos nas condições de vento ao ar livre não é muito eficaz, pelo fato de depender das condições climáticas e da velocidade do vento que não é constante, dificultando o monitoramento e coleta de informações para determinar a eficiência de um protótipo.

Entretanto a montagem de um túnel de vento requer diversos componentes, sendo que alguns podem ser dimensionados como, por exemplo os exaustores, porém outros precisam ser projetados pois não existem no mercado com as especificações necessárias à aplicação, como a parte estrutural que necessita atender rigorosamente as dimensões de projeto para fornecer um resultado de teste confiável.

Contudo a resposta tecnológica que um aerogeador precisa para ser mais eficiente do ponto de vista aerodinâmico depende de um túnel de vento completo e bem projetado, fornecendo assim uma oportunidade de desenvolvimento de tecnologia compatível com a demanda atual acelerando os resultados e obtendo o máximo desempenho, pois oportuniza o teste de laboratório que promove correções e ajustes essenciais, que seriam muito lentos no ambiente aberto e não controlado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Embora a tecnologia dos métodos computacionais tenha melhorado ao longo do tempo, milhares de horas de testes em túnel de vento ainda são essenciais para o desenvolvimento de uma nova aeronave, turbina eólica ou qualquer outro projeto que envolve interações complexas com o fluxo de ar. Consequentemente, devido ao crescente interesse de outros ramos da indústria e da ciência em aerodinâmica de baixa velocidade, e devido à incapacidade persistente de alcançar soluções precisas com códigos numéricos, túneis de vento de baixa velocidade são essenciais e insubstituíveis durante a pesquisa e design [2].

2.1. HISTÓRICO DO TÚNEL DE VENTO

Tudo começou em meados de 1900 quando os irmãos Wilbur Wright e Orville Wright em conjunto com uma série de outros estudiosos iniciaram a construção de protótipos de aeronaves, que inicialmente não eram motorizadas, mas passaram a contar com algum tipo de propulsão, podendo então alçar voo de forma autônoma. No entanto alguns anos antes diversos estudiosos incluindo os irmãos Wright já estavam matematicamente definidos os parâmetros e registrando em papéis tudo o que estavam produzindo e projetando [3].

Foi então que em 1901 os irmãos Wright construíram o primeiro túnel de vento para realizar teste em seus recém projetados perfis aerodinâmicos de asas, podendo assim assegurar com melhor eficácia os resultados de seus dimensionamentos [3].



Figura 1. Wright Wind Tunnel [3]

Mais tarde todo o esforço de pesquisa dos irmãos Wright iria se tornar uma agência do governo dos Estados Unidos denominada NACA, que padronizou todas as normas de aviação e serve de referência ainda hoje para o mundo todo, além disso, a NACA é a base sob a qual foi construída a NASA, uma das mais importantes agências de pesquisa aeroespacial do mundo [3].

2.2. CLASSIFICAÇÃO DOS TÚNEIS DE VENTO

Existem algumas configurações básicas para túneis de vento, estas são classificações quanto à velocidade do ar e forma construtiva do túnel, contudo os túneis de vento podem ter configurações bastante específicas de acordo com a finalidade do teste [4].

2.2.1. Circuito fechado

Esta é uma configuração que tem um custo operacional mais baixo, possui um porte geralmente média a grande, pois o ar circula dentro do túnel de forma cíclica permanecendo confinado economizando energia, permitindo que sejam aplicados testes com maiores variações de pressão [4].

2.2.2. Circuito aberto

A entrada recebe ar da atmosfera e também trabalha na com pressão relativa às dimensões e a velocidade do ar, são túneis de baixa velocidade com a

finalidade de ensaiar objetos de pequeno a médio porte, necessita também de sistemas de produção de fluxo de ar com boa potência geralmente com variação de velocidade [4].

2.2.3. Circuitos especiais

Entretanto existem ainda muitas possibilidades de formato de túneis de vento que são desenvolvidos para atender a propósitos mais específicos, então sendo nestes casos com configurações projetadas mais particularmente ao objeto ensaiado [4].

2. 3 CLASSIFICAÇÃO QUANTO A VELOCIDADE

Segundo Santos et al. [5], os túneis de vento podem ser caracterizados também quanto à velocidade do fluxo de ar na seção de testes, que é influenciada pelo tipo de circuito do túnel e também pelo tamanho do objeto a ensaiar:

2.3.1. Túnel de vento de baixa velocidade

Túnel de vento de baixa velocidade ou subsônico é geralmente aplicado em laboratórios educacionais pelo baixo custo, em termos técnicos a velocidade não pode ultrapassar 135 m/s nesta classificação, com um número de Mach até 0,4 [5].

2.3.2. Túnel de vento transônico

Pode alcançar uma velocidade do ar de até 340 m/s com número de Mach até 1, sendo utilizados principalmente nas pesquisas aeronáuticas porque a velocidade é compatível com a do voo das aeronaves [5].

2.3.3. Túnel de vento supersônico

Apresenta número de Mach de 1 até 5 e velocidade do vento de 340 m/s até 1700 m/s devido a forma construtiva que utiliza bocais convergentes, o consumo de energia é bastante considerável devida a velocidade que pode ser atingidas [5].

2.3.4. Túnel de vento hipersônico

Túnel de vento hipersônico possui em sua forma construtiva bocais divergentes e pode atingir velocidades altíssimas entre Mach 5 até 15, ou seja, velocidades acima de 1700 m/s [5].

2. 4 COMPONENTES DO TÚNEL DE VENTO

O túnel de vento é dividido em diversas partes, cada uma delas tem um propósito específico no fluxo do ar e exerce um efeito sobre a qualidade do vento, sempre buscando melhorar as condições de teste [1].

2.4.1. Seção de teste

A seção de teste é o componente do túnel de vento onde os objetos são posicionados a fim de testá-los, sua geometria pode variar bastante dependendo da finalidade dos experimentos, podendo ser quadrada, retangular ou circular, contudo, geralmente a forma mais utilizada é retangular por apresentar a melhor forma de acomodação dos objetos [2].

2.4.2. Difusor

O difusor tem a finalidade de reduzir a velocidade do ar com o mínimo de perdas possíveis, levando em consideração que a perda de velocidade está associada ao ganho de pressão, a redução da velocidade deve ocorrer no menor espaço possível tendo levado em consideração que a variação da pressão e alteração da velocidade pode causar vibrações e perdas consideráveis de carga [6].

2.4.3. Telas

O difusor tem a finalidade de reduzir a velocidade do ar com o mínimo de perdas possíveis, levando em consideração que a perda de velocidade está associada ao ganho de pressão, a redução da velocidade deve ocorrer no menor espaço possível tendo levado em consideração que a variação da pressão e alteração da velocidade pode causar vibrações e perdas consideráveis de carga [6].

2.4.4. Colmeias

A colmeia tem a função de corrigir o fluxo na entrada do ar, tornando o mais laminar possível, ou seja, quando o ar passa pela colmeia ela corrige o fluxo que passa através dela para que os filamentos de ar se tornem paralelos, ficando então um escoamento com menos turbulência até que o ar chegue até a câmara de estabilização [4].

2.4.5. Bocal de contração

Cone ou bocal de contração faz a ligação entre a câmara de estabilização e a seção de testes aumentando a velocidade média do ar por um fator de escala que pode ultrapassar a 20, contudo, geralmente o fator fica na faixa entre 6 até 10 [4].

2.4.6. Câmara de estabilização

A câmara de estabilização tem a finalidade de melhorar a qualidade do fluxo de ar logo após passar pelo difusor, é composta por diversas colmeias que alinhadas produzem a estabilização do fluxo necessário, também podem ser utilizadas telas que ajudam no controle da turbulência do escoamento [6].

2.4.7. Sistema propulsor

O sistema propulsor é o responsável por gerar fluxo de ar no túnel de vento, ele deve atender a vazão necessária e vencer as perdas de carga no sistema [6]. Podem ser utilizados um ou mais exaustores conforme sua capacidade, e também a necessidade da vazão do túnel de vento, contudo a turbulência se mostra um pouco diferente quanto ao número de exaustores utilizados, porém, seus efeitos não alteram o fluxo de ar na seção de testes quando empregada uma câmara de estabilização bem dimensionada [1].

2.5. PERDA DE CARGA

A perda de carga total no sistema é determinada pelo somatório de perdas de cada componente que compõe o túnel de vento, com exceção do exaustor que fornece energia, sendo assim, as perdas são determinadas pelas variações de

pressão em função do coeficiente de atrito e da equação do número de Reynolds que leva o diâmetro hidráulico em consideração [4].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa inicial um estudo de como funcionam e quais os parâmetros de projeto do circuito do túnel de vento foi realizado, sendo que entre as possíveis configurações foi selecionado o tipo de túnel em circuito aberto, pois economicamente é mais viável por ser muito menor que o de circuito fechado.

Durante a pesquisa de campo foi verificado que a demanda é testar pequenas turbinas tanto montadas quanto apenas uma de suas pás, ficando definido que o tamanho da seção de testes deveria ser de 1,5 x 1,5 x 3 metros, podendo atingir até 15 m/s que foi o parâmetro utilizado nos cálculos, caracterizando assim o projeto como túnel do tipo subsônico.

Sendo assim, de posse de todos os requisitos de projeto, o dimensionamento foi efetuado calculando as dimensões de cada componente, no entanto, durante esta etapa muitos componentes tiveram alguma de suas características dimensionais definida pelo projetista, pois são levados em consideração fatores empíricos, tais como espaço disponível e a demanda de fluxo do ar, porém com base na bibliografia pesquisada optou-se pelas melhores configurações de projeto.

Inicialmente foram calculadas as dimensões de cada componente, obtendo na seção de testes as dimensões de 1,5 x 1,5 x 3 m, na entrada do bocal de contração 2 x 2 x 1,5 m e na saída o bocal se conecta a seção de testes, a colmeia com 2 x 2 x 0,099 m e a cada tela com 0,3 m de comprimento ficando as 4 telas juntas com 2 x 2 x 1,2 m, a junção das telas com a colmeias formam a câmara de estabilização com 2 x 2 x 1,299 m, o difusor com a entrada do mesmo tamanho que a seção de testes e a saída com 2,024 x 2,024 x 3 m.

Com base nas medidas de cada parte foram determinadas as perdas de carga por componente obtendo na seção de testes 4,804 N/m², no bocal de contração 0,824 N/m², na câmara de estabilização 0,548 N/m², na colmeia 24,292 N/m², nas telas 1652,162 N/m², no difusor 0,727 N/m², resultando em uma perda de carga total de 1683,357 N/m².

Portanto como resultado do dimensionamento foi verificado que instalar apenas um exaustor seria insuficiente devido a sua dimensão, então a carga foi dividida em quatro partes, sendo que cada exaustor deve ter uma potência no eixo igual ou superior a 15,4 kW fornecendo a vazão volumétrica de 8,438 m³/s nas condições máximas de operação, que somado as vazões devem produzir deslocamento de ar com velocidade de 15 m/s na seção de teste.

Uma vez definidos todos os parâmetros e também finalizado o dimensionamento, foi elaborado um desenho em software 3D SolidWorks®, atendendo as especificações das dimensões calculadas de cada componente que foram obtidas através dos cálculos.

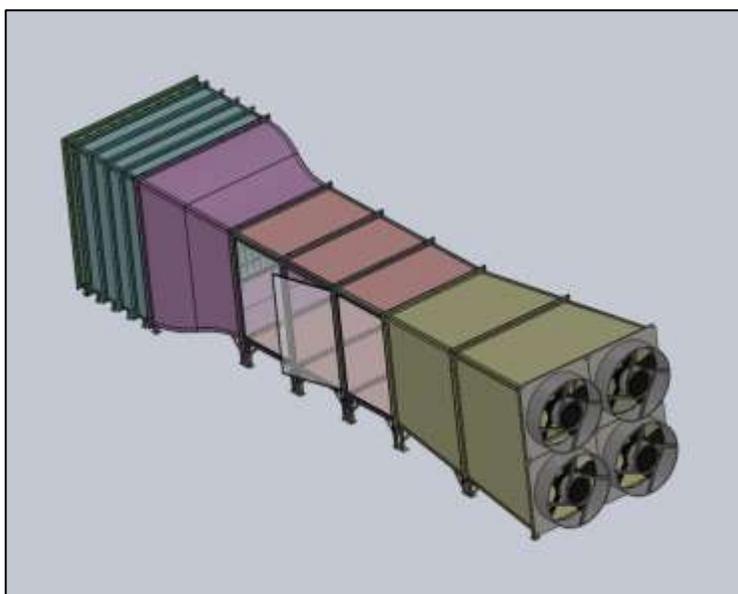


Figura 2. Túnel de vento projetado

Para facilitar uma possível construção, foi adotado como método de projeto a subdivisão de cada componente em uma forma construtiva individual, sendo fixada por meio de parafusos uma parte a outra através dos flanges, cada componente tem sua própria base e pode ser facilmente montado ou desmontado.

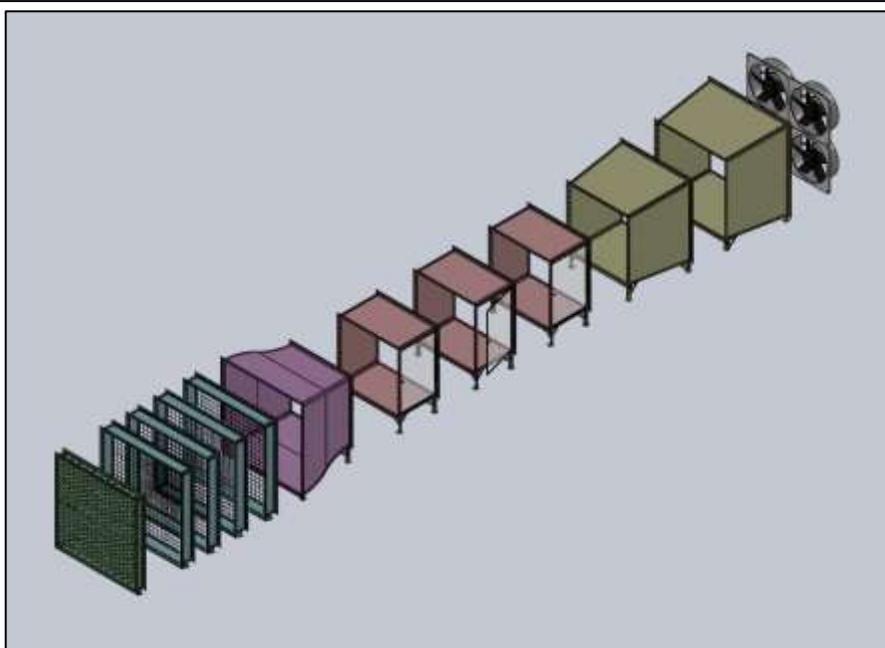


Figura 3. Túnel de vento vista explodida

4 CONCLUSÕES

Foram definidos os parâmetros de projeto para testar os modelos de pequeno a médio porte, com a seção de testes de 3 m de comprimento e difusor com 3 m e de comprimento velocidade do ar de 15 m/s, utilizando como parâmetros dos cálculos do ar a pressão e temperaturas padrão.

A seção de testes teve as suas dimensões definidas de acordo com a pesquisa de campo, cujo resultado foi a definição da seção de testes de 1,5 x 1,5 m, cujos valores atendem a demanda necessária.

O túnel de vento tem um princípio de funcionamento relativamente simples, contudo são necessários diversos cálculos para determinar as perdas de carga, pois todos os fatores influenciam na velocidade de escoamento e pressão dinâmica. O dimensionamento foi realizado calculando as áreas e os diâmetros hidráulicos de cada componente separadamente, bem como o comprimento e cálculos específicos de cada parte, a pressão e a perda de carga também foram determinadas com base nas dimensões e nas propriedades físicas do ar. Uma vez

que todas as partes foram dimensionadas, a perda de carga total foi determinada e a potência necessária para colocar o túnel em funcionamento foi determinada, devendo esta ser de no mínimo 15,4 kW no regime máximo de trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] OKAMOTO, Satoru; MERRISON, Jonathan; PORTMAN, V.; SANDLER, B.; CHAPSKY, V.; LIU, Xin; QIU, Yuanying; DUAN, Xuechao; BENEDETTO, Sara Di; RUFOLO, Giuseppe C.; MARINI, Marco; TRIFONI, Eduardo; ANDRIANNE, Thomas; RAZAK, Norizham Abdul; DIMITRIADIS, Grigorios; KOTHERA, Curt S.; WERELEY, Norman M. Wind Tunnels. Croatia: InTech, c2011.
- [2] HERNÁNDEZ, Miguel A. González; LÓPEZ, Ana I. Moreno; JARZABEK, Artur A.; PERALES, José M. Perales; WU, Yuliang; XIAOXIAO, Sun. Design Methodology for a Quick and Low-Cost Wind Tunnel. Polytechnic University of Madrid, Spain & Beijing Institute of Technology, China, 2013. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/wind-tunnel-designs-and-their-diverse-engineering-applications/design-methodology-for-a-quick-and-low-cost-wind-tunnel>> Acessado em: 08/09/2016.
- [3] NASA. Learning to Fly: The Wright Brothers' Adventure.2002. Disponível em: <https://www.nasa.gov/pdf/58225main_Wright.Brothers_508.pdf> Acessado em 12/09/2016.
- [4] BARLOW, Jewel B.; RAE, William H. Jr.; POPE, Alan. Low-Speed Wind Tunnel Testing. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- [5] SANTOS, Adalberto Rodrigo dos; SILVA, Bruno Washington Xavier da; NETO, Francisco Santiago; LOPES, Laura Dias; DIONÍSIO, Thais Honório. Elaboração de túnel de vento para aplicações de ensaios aerodinâmicos. Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. Campus São José Dos Campos, 2014. Disponível em: <<http://sjc.ifsp.edu.br/biblioteca/index.php/component/phocadownload/category/6-mecanica?download=4:elaboracao-de-tunel-de-vento-para-aplicacoes-de-ensaios-aerodinamicos>> Acessado em: 13/09/2016.
- [6] COUTINHO, Felipe Rodrigues. Projeto de um Túnel de Vento Subsônico do Tipo Soprador. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli100_12170.pdf> Acessado em: 08/09/2016.

ESTUDO DA SITUAÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO EM TIMBÓ GRANDE

Kelvin José Nunes de Souza¹
Luciane Dusi²

RESUMO

Este trabalho apresenta a importância do saneamento básico para a saúde pública. Suas esferas são – tratamento de água, tratamento de esgoto, coleta e destinação do resíduos sólidos e drenagem urbana. Estas fazem com que se viva bem e com qualidade de vida. Todas as cidades necessitam destes serviços, com base nisso o presente trabalho nos trará a situação do saneamento básico no município de Timbó Grande –SC, apresentando o Plano Municipal de Saneamento Básico e algumas de suas metas para o bom andamento das quatro esferas.

Palavras-Chave: Saneamento Básico. Tratamento de Água. Tratamento de Esgoto, Resíduos Sólidos. Drenagem Urbana.

ABSTRACT

This paper presents the importance of basic sanitation for public health. Its spheres are - water treatment, sewage treatment, collection and disposal of solid waste and urban drainage. These make you live well and quality of life. All cities need these services, based on this the present work will bring us the basic sanitation situation in the municipality of Timbó Grande-SC, presenting the Municipal Sanitation Basic Plan and some of its goals for the progress of the four spheres.

Keywords: Basic Sanitation. Water Treatment. Sewage Treatment. Solid Waste. Urban Drainage.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).

² Mestre em Engenharia Sanitária Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP).
Email:dusiluciane@gmail.com.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata sobre a importância do saneamento básico e qual a situação no município de Timbó Grande- SC.

O Saneamento básico é imprescindível nos lugares habitados para a sobrevivência e bem estar social. Composto pelas quatro esferas, sendo: águas de abastecimento público, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana, são elas o mínimo que uma cidade precisa para que a vida não pereça (PORTAL SANEAMENTO BÁSICO, 2017).

De forma geral, pode-se dizer que o saneamento caracteriza o conjunto de ações socioeconômicas que tem objetivo de alcançar salubridade ambiental.

Entende-se por salubridade ambiental, o estado de higidez (estado normal de saúde) em que a população urbana e rural vivem, tanto no que refere-se a sua capacidade de prevenir, inibir ou impedir a ocorrência de epidemias ou endemias veiculadas pelo meio ambiente, quanto no tocante ao seu potencial de promover o aperfeiçoamento de condições mesológicas (que diz respeito ao clima ou ambiente) favoráveis ao pleno gozo de saúde e bem estar (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2017).

O objetivo geral deste trabalho é relatar as condições atuais das quatro esferas de saneamento no município de Timbó Grande, tendo como objetivos específicos: elaborar uma pesquisa bibliográfica sobre saneamento básico (TCC I), Apresentar o Plano Municipal de saneamento básico de Timbó Grande, elaborar relatório final do levantamento, obtendo uma visão geral da situação em Timbó Grande em relação ao saneamento básico.

2 DESENVOLVIMENTO

Nessa parte do trabalho serão apresentados os conceitos mais importantes a respeito do saneamento básico, bem como material a serem empregados para se alcançar os objetivos, e por fim os resultados.

2.1 SANEAMENTO BÁSICO

Sanear vem do latim *sanu*: tornar saudável, tornar habitável, higienizar

(ORIGEM DA PALAVRA, 2017; GLOSBE, 2017).

Desde as mais antigas civilizações, o ser humano não vive distante da água que bebe e dos seus resíduos gerados.

Por mais que o ser humano com o passar dos anos, tenha aprimorado várias técnicas de coletar a água e de afastar-se dos detritos, este problema persiste ao os nossos dias atuais (DACACH, 1990).

Pode-se considerar Saneamento, um conjunto de medidas, principalmente relacionadas ao solo, à água, ao ar, à habitação e aos alimentos nas quais se destacam a ação do Engenheiro, visando quebrar elos das cadeias de transmissão das doenças (DACACH, 1990).

Para a Organização Mundial de Saúde (OMS) é de modo geral, o controle de todos os fatores do meio físico do homem que geram um efeito deletério sobre seu bem estar físico, mental ou social (DACACH, 1990).

Ainda segundo Dacach (1990), Saneamento básico busca preservar a saúde das pessoas, melhorando-lhes as condições sanitário do meio ambiente.

Para Costa (1999), Saneamento básico resume-se no aglomerado de ações interpostas pelo setor de saúde, direcionadas à sua defesa e proteção, com a ideia de construir ou reconstruir a vida na sociedade, priorizando a qualidade de vida. As atividade de Saneamento básico definem-se ao provisãoamento de água potável, à coleta e destinação final dos resíduos sólidos e ao tratamento de efluentes.

De acordo com a Lei Federal 11.445 (BRASIL, 2007), definem-se como serviços públicos de Saneamento básico: Abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, drenagem e manejo de água pluviais.

O Saneamento básico torna-se fundamental para o desenvolvimento sustentável. Seu papel é garantir o equilíbrio do bem estar da sociedade com as questões de preservação ambiental (FUNASA, 2006).

2.1.1 Problemas Causados Pela Falta de Saneamento Básico

O principal problema pela falta de saneamento é a grande ameaça à saúde pública. Uma parcela gigantesca da população que não recebe este serviço básico, está perigosamente suscetível a várias doenças causadas pelas péssimas condições

oriundas da falta de tratamento de água e esgoto. A exposição a bactérias, vírus e condições insalubres aumenta a incidência de doenças (PORTAL SANEAMENTO BÁSICO, 2017).

Por afetarem diretamente a população e o meio em que vivem, a falta de saneamento acarretam em vários problemas e devem ser tratados com urgência. Para Luz (2005), algumas soluções podem ser tomadas para solucionar os problemas na poluição das águas: rigorosas leis que obriguem as indústrias a tratar seus resíduos para depois lança-los no meio ambiente; indústrias em descumprimento da lei, severas penalizações ou até o fechamento se as mesmas forem reincidentes; aumentar as áreas de fiscalização destas indústrias; ampliar as instalações de rede de esgoto; Saneamento básico como responsabilidade do estado; melhoramento e investimento no sistema de coleta e separação do lixo; entre outras. Segundo Segreti e Bito (2006), o governo deve criar legislações rigorosas e projetos voltados a obrigação dos países para reduzir a produção e lançamento de gases e como na falta de saneamento os gases também são gerados de forma sem controle, como consequência haverá uma melhoria na condição de saneamento.

2.1.2 Lei 11.445

A Lei 11.445/07 Lei Federal do Saneamento Básico, aborda o conjunto completo de serviços de abastecimento público de água potável, coleta, tratamento e disposição final adequada dos esgotos sanitários; drenagem e manejo da águas pluviais urbanas, além da limpeza das cidades e do manejo dos resíduos sólidos (PORTAL RESÍDUOS SÓLIDOS, 2017).

Esta lei foi concebida de maneira a dar abrigo a todas as formas dentro da legalidade possíveis de organização institucional para os serviços de saneamento básico, havendo coerência com as realidades sociais múltiplas, econômicas e ambientais do Brasil (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2017).

2.1.3 As Quatro Esferas do Saneamento

São elas – tratamento de água, tratamento de esgoto, coleta e destinação dos resíduos sólidos e drenagem urbana.

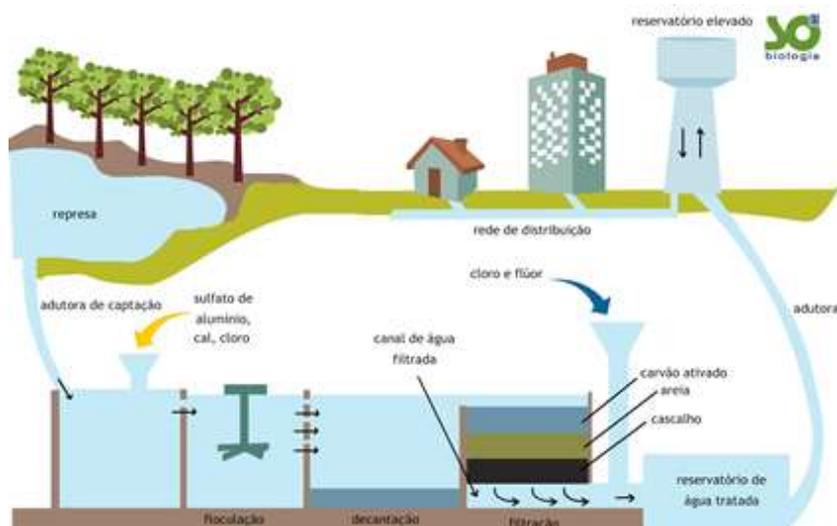
2.1.3.1 Tratamento de água

A água doce como é conhecida, é um recurso finito, e as quantidades suprimidas acessíveis estão se tornando menos abundantes. O aumento da população e da renda e as mudanças climáticas devem exacerbar a questão da escassez de água que já é uma realidade em várias partes do mundo. Encontrar soluções que sejam sustentáveis são dificultadas pelas demandas energéticas para se obter, armazenar, produzir uma água segura, fabricar o produto químico e o material usado em todo o processo de fornecimento e bombeá-la. A medida que a sociedade usa fontes menos desejáveis de água para atender à demanda crescente, a quantidade de energia incorporada em todo nosso abastecimento de água deve aumentar. Conseqüentemente, existe a necessidade de se desenvolverem inovadoras estratégias de gerenciamento da água para que se atenda a demanda global por uma água potável segura (MIHELICIC; ZIMMERMAN; 2015).

Segundo Barros (1995), o tratamento e sistema de abastecimento de água representa um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

A água é um recurso natural com inúmeros usos. “Além disso, ela é essencial à vida humano e ao funcionamento dos ecossistemas” (BRAGA, 2008, p.17).

Tendo como objetivo, o tratamento da água é fornecer água potável que seja palatável. A água potável é a água saudável para o consumo humano, livre de compostos orgânicos e inorgânicos e de microrganismo danosos que causam efeitos fisiológicos adversos ou tenham sabor ruim. O termo palatável, descreve a água que é esteticamente aceita para beber ou que é livre de turpidez, de cor, de odor, e de gosto desagradável. Assim, a água palatável pode não ser segura (MIHELICIC; ZIMMERMAN; 2015).



Fonte: SO BIOLOGIA, 2017

2.1.3.2 Tratamento de esgoto

Define-se como tal, um conjunto de elementos os quais tem por objetivo a coleta, o transporte, o tratamento e a disposição final do esgoto (Crespo, 1997).

Como resultado da evolução humana, surgem os sistemas de tratamento de esgoto, essencial para sobrevivência. Para Jordão; e Pessoa; (1995) a água tem fator primordial na formação de novas comunidades e na fixação do homem. O ser humano sempre buscou se fixar nas regiões em que possa saciar suas necessidades básicas: água, alimento e calor. Por conta desta incansável busca de nossos ancestrais, se chegou a situação atual: elevadas densidades populacionais, próximos a rios e nascentes.

De acordo com a NBR 9.648 (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 1986, p. 1): “[...] esgoto sanitário é o despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

Ainda com base nesta mesma norma, esgoto doméstico é o despejo líquido resultante pelo uso da água para a higiene pessoal e necessidades fisiológicas humanas; esgoto industrial fica definido como o despejo líquido resultante dos processos industriais, tendo este que respeitar os padrões de lançamento estabelecidos; água de infiltração é considerada toda água proveniente do subsolo, não desejável para o sistema separador e que adentra nas canalizações; contribuição

pluvial parasitária é uma parcela do escoamento superficial inevitavelmente absorvida pela rede coletora de esgoto sanitário.



Fonte: UNIAGUÁS, 2017

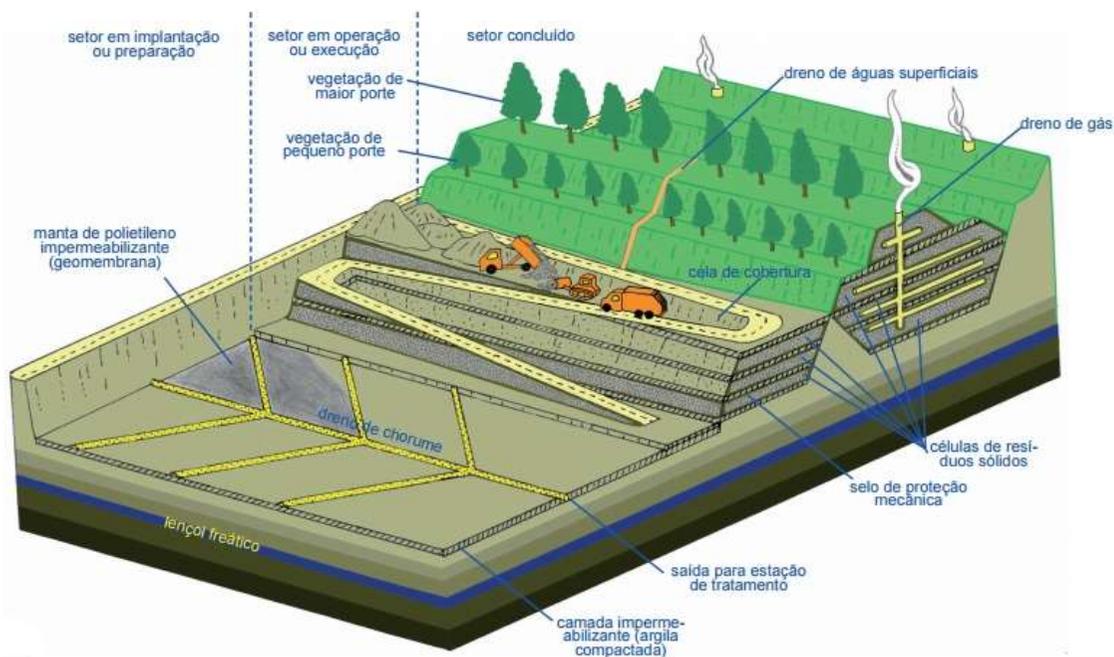
2.1.3.3 Coleta e destinação dos resíduos sólidos

Os resíduos sólidos apresentam grande complexidade e diversidade. Suas características físicas, químicas e biológicas podem variar de acordo com sua fonte ou atividade geradora. Fatores, sociais, econômicos, geográficos, culturais, educacionais, tecnológicos e legais afetam o processo de geração dos resíduos sólidos, tanto a sua composição qualitativa quanto em relação à quantidade gerada. Uma vez que o resíduo sólido é gerado, a forma como é manejado, tratado e destinado pode alterar suas características de forma, que em certos casos, os riscos ao ambiente e a saúde são potencializados (CASTILHOS JUNIOR, 2006).

A NBR 10.004 (ABNT, 2004, p 01) define os Resíduos sólidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de

sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnicas e economicamente, inviáveis em face a melhor tecnologia disponível.



Fonte: SANTAELLA et al., 2014.

2.1.3.4 Drenagem urbana

A drenagem urbana, sendo uma esfera do saneamento, também contempla-se na Lei nº 11.445/2007, que visa a possibilidade de aplicação da drenagem em todas as áreas urbanas, como complementação a serviços adequados à saúde pública, segurança da vida e de patrimônios públicos e privados. Nesta mesma lei, a o manejo e a drenagem de águas pluviais urbanas são um conjunto de atividades, instalações operacionais e infraestrutura de drenagem urbana de águas pluviais, do transporte, retenção ou detenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas drenadas nas áreas urbanas. Outro conceito, pela perspectiva de segurança em inundações, diz que projetos de

drenagem devem escoar lentamente as águas, para evitar um aumento da vazão máxima, a frequência e o nível de inundações de jusante (TUCCI; BERTONI, 2003).

O termo drenagem urbana é compreendido como o conjunto de medidas que tenham como objetivo, minimizar os riscos relacionados a enchentes, e também diminuir os prejuízos causados por elas. Possibilitar o desenvolvimento nas áreas urbanas de forma articulada, harmônica e sustentável (TUCCI et al. 2007).

Ramos; Barros e Palos (1999), afirmam que os sistemas de drenagem urbana são classificados segundo a sua dimensão em macro e micro drenagem, que podem ser definidos da seguinte maneira:

- **Macro drenagem:** são obras de maior porte, projetadas com períodos de retorno de 25 a 100 anos, são canais abertos com contorno fechado, grande galerias pluviais, dispositivos de armazenamento;



Fonte: INBRA CONSTRUTORA, 2017.

- **Micro drenagem:** são condutos pluviais de uma rede primária, são projetados como período de retorno de 2 a 10 anos, este normalmente é composto por:
 - a) Pequenas galerias, são canalizações públicas com dimensões menores que as normalmente usadas em na macro, são destinadas a conduzir o escoamento das bocas de lobo;
 - b) Poços de visita são localizados ao longo dos trechos das galerias destinados a manutenção e inspeção, mudanças de direção, diâmetro e declividade.
 - c) Bocas de lobo: são dispositivos com a finalidade de captar as águas

pluviais, localizados em pontos convenientes onde os greides ou as sarjetas não são suficientes para a captação do escoamento;

- d) Tubos de ligação: são as tubulações destinadas a conduzir o escoamento das águas das bocas de lobo até os poços de visita ou galerias;
- e) Sarjetas: são os elementos em forma de calha que tem como função, captar a água pluvial. São localizadas nas vias públicas, sendo paralelas ao meio fio.
- f) Conduto forçado: é toda tubulação que opera sob pressão;

Estação de bombeamento: é o conjunto de equipamentos, sendo destinado a conduzir o escoamento, quando este for impossibilitado pela gravidade.



Fonte: PREFEITURA DE UBERABA, 2017

2.1.4 Saneamento Básico no Município de Timbó Grande

Sobre as quatro esferas no município.

2.1.4.1 Abastecimento de água

O Município de Timbó Grande conta com dois sistemas de abastecimento (Sistema Timbó Grande e Sistema Nossa Senhora Aparecida) operados pela CASAN

para suprir as demandas de água para consumo humano (TIMBÓ GRANDE, 2011).

Em ambos os sistemas a água é captada em poços profundos e segue para uma estação de tratamento de água (ETA). Após passar pelo tratamento, a água segue para os reservatórios, que totalizam um volume de reservação de 175 m³ no Sistema Timbó Grande e 20 m³ no Sistema Nossa Senhora Aparecida, chegando por fim à rede de distribuição por gravidade (TIMBÓ GRANDE, 2011).

Segundo informações da CASAN, o índice médio de perdas físicas de água na distribuição (IPD) nos últimos 12 meses, foi de 25% (TIMBÓ GRANDE, 2011).

Além destes sistemas operados pela CASAN, existem ainda mais dois sistemas de abastecimento de água: um particular, operado pela empresa Bonet Madeira e Papéis, e o outro operado pela prefeitura municipal (TIMBÓ GRANDE, 2011).

O sistema particular atende 80 ligações, sem nenhuma cobrança, na localidade de Buriti. Este sistema possui 2 reservatórios, sendo um de concreto com volume de 100m³ e o outro de fibra de vidro com capacidade de 20 m³. O tratamento é realizado com decantação, filtração e cloração. O outro sistema existente, operado pela prefeitura, é o Sistema Cachoeira, que atende 26 famílias desta localidade (26 ligações) e possui um reservatório de fibra de 20 m³. O sistema não possui ETA e não é feita cobrança pela água, sendo que apenas os custos de manutenção são rateados entre os usuários (TIMBÓ GRANDE, 2011).

Os sistemas atendem 100% da população da área urbana e 5,7% da população da área rural do município, resultando num índice de cobertura de água de 62,85% da população total (TIMBÓ GRANDE, 2011).

2.1.4.2 Esgotamento sanitário

O Município de Timbó Grande não possui sistema de coleta e tratamento de esgotos, sendo que os esgotos domésticos do município são, via de regra, lançados atualmente em sistemas individuais constituídos por fossa séptica e sumidouros, e na ausência destes, encaminhados sem qualquer tratamento às galerias de águas pluviais ou diretamente aos corpos de água da região (TIMBÓ GRANDE, 2011).

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN é a responsável

pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em Timbó Grande. Entretanto, a Companhia não realizou, até o ano de 2010, qualquer investimento no que se refere à implantação de rede coletora e tratamento coletivo de esgoto no município (TIMBÓ GRANDE, 2011).

2.1.4.3 Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos

Atualmente a prefeitura responsabiliza-se diretamente pela execução dos serviços de coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos (RSU) até uma central de triagem de materiais recicláveis e, posteriormente, pelo transporte dos rejeitos e dos resíduos orgânicos até a disposição final, que é feita em aterro sanitário, sob responsabilidade da Empresa ESA (Engenharia Sanitária e Ambiental), localizado no Município de Lages, a aproximadamente 160 km da sede municipal de Timbó Grande. A coleta convencional dos resíduos sólidos urbanos abrange 100% da população urbana e 50% da população rural do município (TIMBÓ GRANDE, 2011).

O município possui algumas deficiências no manejo de resíduos sólidos, principalmente no que se refere à ausência da coleta seletiva de recicláveis e de orgânicos em toda a sua extensão territorial (TIMBÓ GRANDE, 2011).

2.1.4.4 Drenagem urbana e manejo das águas pluviais

O sistema de drenagem urbana do município é composto por drenagem subterrânea do tipo separadora numa extensão aproximada de 3,5 km, captados através de bocas de lobo e caixas com grelhas na sarjeta, que encaminham as águas para cursos d'água naturais permanentes (Rio Timbó) (TIMBÓ GRANDE, 2011).

No tocante à pavimentação e drenagem subterrânea, o município apresenta cerca de 20% de suas ruas pavimentadas, sendo que 100% destas apresentam drenagem subterrânea (TIMBÓ GRANDE, 2011).

O sistema de macro-drenagem não conta com nenhum dispositivo de retenção ou amortecimento de vazão das águas pluviais, contando somente com pontes e galerias (TIMBÓ GRANDE, 2011).

Os serviços de manutenção e conservação do sistema de drenagem são realizados pela Secretaria de Obras do município, incluindo: limpeza e desobstrução de dispositivos de captação; limpeza e desobstrução de galerias; dragagem e limpeza

de canais; e varrição e limpeza de ruas (TIMBÓ GRANDE, 2011).

2.1.4.5 Plano municipal de saneamento básico no município de Timbó Grande

O Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) tem como objetivo orientar o desenvolvimento das ações de governo, sendo à base de informações para os processos de tomadas de decisão e adoção de políticas públicas neste setor.

O mesmo está dividido em etapas, sendo elas:

Volume I - Consolidação do Plano Municipal de Saneamento Básico;

Volume II – Processo de participação da sociedade na elaboração do plano;

Volume III – Diagnóstico da situação do saneamento e de seus impactos nas condições de vida da população;

Volume IV - Prognóstico, objetivos, metas de curto, médio e longo prazo para a universalização dos serviços de saneamento; Programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas; e Ações para emergências e contingências;

Volume V - Mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas e participação social;

Volume VI – Elaboração do Sistema de Informações do Plano de Saneamento (TIMBÓ GRANDE, 2011).

Cada etapa, tem suas destinações e aplicações.

2.2 METODOLOGIA E MATERIAIS

Buscando cumprir os objetivos propostos, este presente trabalho foi dividido em duas etapas. A primeira relata a parte da revisão bibliográfica sobre o tema e a segunda trata da apresentação da situação do saneamento básico na cidade de Timbó Grande, estado de Santa Catarina, através de um estudo do plano municipal de saneamento básico, levantamentos e pesquisas nos órgãos envolvidos, verificação de campo, compilação dos resultados por meio de planilhas e gráficos e por fim um relatório apresentando a análise dos resultados.

2.2.1 Estudo do Plano Municipal de Saneamento Básico

Foi feito um estudo detalhado do plano municipal de saneamento básico.

Este plano está dividido em 6 volumes, após a leitura destes, foi possível identificar no “Volume IV” as informações nas quais foram construídas o trabalho.

Este Volume IV trata dos prognósticos, objetivos e metas imediatas, de curto, médio e longo prazo para a universalização dos serviços de saneamento, além de ações para emergências e contingências.

Em todas as esferas do saneamento básico no município, foram verificados os órgãos responsáveis, levantamento de metas, qual a situação atual (executado e não executado) e a elaboração de gráficos para mensuração de resultado.

Porém, para este trabalho, foram utilizadas somente as metas imediatas e de curto prazo. Estas estipulam o que deveria e deve ser feito em cada uma das 4 esferas do saneamento básico.

2.3 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

2.3.1 Estudo do Plano Municipal de Saneamento Básico

O presente trabalho nos traz informações sobre o Saneamento Básico no município de Timbó Grande.

Fundado em 26 de Abril de 1989, o município de Timbó Grande está localizado na microrregião de Canoinhas, na mesorregião do Norte Catarinense. Dentro da vertente do interior do Estado de Santa Catarina, a uma latitude de 26°36'54" Sul e longitude de 50°40'27" Oeste (TIMBÓ GRANDE, 2011).

Com área de aproximadamente 597 Km², o município encontra-se a uma altitude média de 925 metros acima do nível do mar. O principal acesso se dá pela rodovia SC-340. Os municípios limítrofes são: Bela Vista do Toldo, Calmon, Canoinhas, Irineópolis, Lebon Régis, Major Vieira, Porto União e Santa Cecília (TIMBÓ GRANDE, 2011).

Com uma população estimada em 2016 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE de aproximadamente 7.699 habitantes. Localizada a aproximadamente 409 km da capital Florianópolis, tem como atividade principal a

extração de madeira (IBGE, CIDADES, 2017).



Fonte: TIMBÓ GRANDE, 2011.

2.3.2 Situação geral

As metas de imediato, tiveram um resultado mais conclusivo. Já as metas de curto prazo em virtude de expirarem apenas em 2019, tiveram uma interpretação menos contundente.

O que ficou notável é que o tratamento e distribuição de água, por ser responsabilidade da Casan, tem suas metas na sua maioria em andamento ou executadas. Ou seja, por se tratar de um órgão que independe da prefeitura, da documentação burocrática, e de política tem muito mais eficiência.

Para o tratamento de esgoto, a situação encontrada é precária, pois nem se quer uma fiscalização de sistemas individuais é feita, com isso, o esgoto sanitário é lançado sobre o solo e corpo receptor sem qualquer tipo de tratamento, os danos ambientais e as doenças à saúde pública são gravíssimas.

A coleta e destinação dos resíduos sólidos é feita, mas não para todos os municípios, esta é executada com serviços terceirizados e a disposição final vai para outra cidade. Local para triagem de materiais recicláveis está desativado juntamente com o local onde era o antigo lixão, isto de certa forma não ajuda em nada, pois os resíduos vão sem qualquer tipo de separação.

Na drenagem urbana, algumas ruas existem a rede, outras não. A fiscalização para que não existam esgotamento despejados na rede de forma irregular não é feita, assim, a água das chuvas juntamente com o esgoto sanitário são despejados no Rio Timbó que é o corpo receptor, com isso a contaminação do rio está acontecendo.

O tratamento de esgoto, coleta e destinação dos resíduos sólidos e drenagem urbana, são de responsabilidade da prefeitura municipal, mesmos dependem de documentação burocrática, licitações e são envolvido em políticas, a situação é grave e só terá uma melhora se as metas propostas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico forem colocadas em práticas e executadas, pois este plano foi elaborado levando em consideração as reais necessidades para que haja um saneamento básico no município e que exista qualidade de vida.

3 CONCLUSÃO

Com base no estudo sobre a situação do saneamento básico no Brasil, foi analisado que tratar sobre as quatro esferas se faz necessário para evitar possíveis problemas ambientais e doenças a população. A falta destes componentes afeta e pode comprometer a saúde pública.

A prefeitura não fazer a sua parte aliada com o nível de escolaridade da população, acarreta em agravantes. Se a prefeitura mudar e executar o que precisa para o bom andamento do saneamento básico, acredita-se que a tendência seria de uma evolução no nível de melhoramento em todas as esferas comandadas por ela.

Nos documentos é tudo correto, tudo dentro do que se tem de melhor, mas a execução que fará a diferença.

Tendo em vista que esta pesquisa foi realizada com apoio do atual prefeito e atual gerente da Casan, os resultados aqui levantados servirão poderão servir de efetiva orientação para os trabalhos afetos, ao saneamento em timbó grande.

Pois os mesmos contarão com uma visão clara e objetiva do que foi feito, do que está em andamento e do que ainda não foi iniciado em relação a este tema na cidade.

REFERÊNCIAS

BARROS, Rafael Tobias de Vasconcelos. et al. **Saneamento**. Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios – vol. 2. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BRAGA, Benedito. P. F. **Pacto federativo e gestão das águas**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2008.

BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 07 mai. 2017.

CALIJURI, Maria do Carmo; CUNHA, Davi Gasparini Fernandes. **Engenharia Ambiental: Conceitos, Tecnologia e Gestão**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

CASAN. **História do saneamento em Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/historia-da-casan-e-do-saneamento-em-santa-catarina#0>>. Acesso em 15 de maio de 2017.

CORREA, J. **Publicações oficiais do Ministério Público de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.mp.sc.gov.br/portal/WebForms/Default.aspx>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

COSTA, Ediná Alves. **Proteção e defesa da saúde**. Hucitec/Sobravima, São Paulo, 1999.

CRESPO, Patrício Gallegos. **Sistema de Esgotos**. 1. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Escola de Engenharia da UFMG, 1997.

DACACH, Nelson Gandur. **Saneamento Básico**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1984.

DACACH, Nelson Gandur. **Saneamento Básico**, 3. ed. rev. Rio de Janeiro: Didática e Científica, 1990.

DI BERNARDO, Luiz; SABOGAL PAZ, Lyda Patricia. **Seleção de tecnologias de tratamento de água**. São Carlos: Editora LDIBE LTDA, 2008.

FAGUNDES. M. V. **Moeda Forte**. BIO – Revista brasileira de saneamento e meio ambiente. ABES, ano XIII, n. 26, Rio de Janeiro, 2003.

FUNASA. **Manual de Saneamento**. 3ª Ed. Brasília: Fundação Nacional da Saúde, 2006.

FUNASA. **Manual de Saneamento/Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde**. 4ª Ed. Brasília: Funasa, 2015.

GLOSBE. **Significado da palavra Sanu**. Disponível em: < <https://pt.glosbe.com>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. **Saneamento básico**. S. l., 2007,. Apostila do Instituto de Tecnologia/Departamento de Engenharia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%201.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2017.

ANÁLISE DE DESEMPENHO DO CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO DE UMA PORCENTAGEM DO AGREGADO MIÚDO POR RESÍDUOS DE USINAGEM DA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA

Thaís Aparecida Zenere¹
Gabriela Cassol²

RESUMO

Atualmente o mundo vem demonstrando um incentivo grandioso a ações para a sustentabilidade, e o aproveitamento de resíduos industriais na construção civil é uma alternativa para destinar esses materiais, usufruindo dos benefícios que podem oferecer. Buscou-se com este trabalho a substituição de uma porcentagem do agregado miúdo por cavacos de aço na confecção do concreto. Com isso seria possível diminuir a exploração de recursos naturais como a areia, utilizando resíduos industriais, que se forem descartados de maneira incorreta podem causar impactos ambientais. Foi iniciado este trabalho elaborando o levantamento bibliográfico, para que possa auxiliar no decorrer do mesmo. Este projeto teve como objetivo geral, comparar a resistência mecânica do concreto convencional e do concreto com resíduo de usinagem (cavaco de aço), substituindo uma porcentagem do agregado miúdo pelo resíduo. Os materiais essenciais para realização deste trabalho foram o agregado miúdo, agregado graúdo, água, cimento Portland e o resíduo (cavacos de aço). Sendo assim, para obter os resultados desejados foram realizados os ensaios no Laboratório de Materiais e Solos da UNIARP, como a caracterização dos materiais, granulometria, massa específica dos agregados, massa unitária, absorção de água, trabalhabilidade do concreto e ensaio de resistência a compressão. Todos esses ensaios estão descritos na metodologia deste trabalho, demonstrando as etapas e normas da ABNT que foram seguidas de acordo com cada procedimento, para obter os resultados e alcançar os objetivos propostos.

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). email: thais.zenere@hotmail.com.

² Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) e docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). email: gabriela.cassol@uniarp.edu.br.

Palavras-Chave: Concreto. Resíduo. Cavacos de aço.

ABSTRACT

Nowadays the world has been demonstrating a great incentive to actions for sustainability, and the use of industrial waste in construction is an alternative to allocate these materials, taking advantage of the benefits they can offer. The aim of this work is to substitute a percentage of the small aggregate for steel chips in the confection of the concrete. This would reduce the exploitation of natural resources such as sand, using industrial waste, which if discarded incorrectly can cause environmental impacts. This work was started by preparing the bibliographical survey, so that it can help in the course of it. This project aims to compare the mechanical strength of conventional concrete and concrete with machining residue (steel chip), replacing a percentage of the small aggregate with the residue. The essential materials for this work were the small aggregate, aggregate, water, Portland cement and the residue (steel chips). In order to obtain the desired results, the tests were carried out in the Materials and Soils Laboratory of UNIARP, such as the characterization of the materials, granulometry, specific mass of the aggregates, unit mass, water absorption, concrete workability and compressive strength test . All these tests are described in the methodology of this work, demonstrating the steps and norms of the ABNT that were followed according to each procedure.

Keywords: Concrete. Residue. Steel shavings.

1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento das empresas na última década, as preocupações com novas alternativas para a sustentabilidade e o reaproveitamento de materiais em benefício ao meio ambiente, se tornou necessário. Como a indústria é responsável pela geração acelerada de resíduos, e o concreto está presente na maioria das obras do Brasil, buscou-se com este trabalho a utilização de resíduos de cavacos de aço na confecção do concreto, para obter possíveis vantagens com a substituição de uma porcentagem do agregado miúdo (areia) pelo resíduo.

Cavaco é uma porção de material, retirada pelas ferramentas empregadas na usinagem para obter geometria, dimensões e acabamento final da peça (MACHADO et al., 2015). Sendo assim, se tornou o principal resíduo dos processos de fabricação da indústria metal mecânica, podendo ser obtido facilmente em grandes volumes em todas as empresas deste ramo.

Os processos de usinagem envolvem operações de corte que permitem remover excessos de um material bruto com auxílio de uma ferramenta ou máquina resultando em uma peça pronta (SOUZA, 2011). Após este processo, os resíduos são designados para reciclagem, pois não possuem mais utilidade nas empresas. Porém se forem descartados de uma forma inadequada, podem ser prejudiciais ao meio ambiente.

Dessa maneira, a aplicação de cavacos de aço na produção do concreto pode se tornar uma opção para destinar corretamente este tipo de resíduo industrial com menor custos e obter a redução da utilização de recursos naturais na construção civil. A exploração da areia, pode acarretar muitas vezes impactos ambientais, porque este material é retirado da natureza, geralmente encontrado no fundo de rios. E a diminuição desta extração, se torna uma alternativa sustentável.

Este trabalho aborda o desenvolvimento de um concreto com a substituição parcial da areia por cavacos de aço, sendo que este resíduo possui vários materiais que o compõe, porém o mais amplamente empregado é o aço SAE (Sociedade dos Engenheiros Automotivos dos EUA) 1020. Com isso, será possível manter ou aumentar a resistência do concreto através da substituição de uma porcentagem do agregado miúdo por cavacos de aço?

Portanto, o que justifica este trabalho é oferecer os conhecimentos adquiridos para as empresas de construção civil, obtidos no decorrer das pesquisas e ensaios em laboratório. E demonstrar que é possível utilizar o cavaco de aço da indústria metal mecânica, contribuindo no aproveitamento de resíduos industriais, tornando-se uma alternativa mais econômica para sua destinação e ajudando a preservar recursos naturais.

O objetivo geral deste trabalho é comparar a resistência mecânica do concreto convencional e do concreto com resíduo (cavaco de aço), substituindo uma porcentagem do agregado miúdo pelo resíduo. Logo, os objetivos específicos são:

- a) Desenvolver o referencial bibliográfico;
- b) Caracterizar os materiais (agregado miúdo e resíduo de cavaco de aço);
- c) Determinar a dosagem do concreto com e sem o resíduo;
- d) Realizar ensaios no estado fresco;
- e) Efetuar ensaios no estado endurecido.

Neste contexto, a metodologia empregada foi o estudo envolvendo a fundamentação teórica com a análise experimental no Laboratório de Materiais e Solos da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, UNIARP. Tentando comprovar a importância do aproveitamento de materiais provenientes dos resquícios da indústria. Desta forma, pode ser demonstrado que é possível poupar os recursos naturais empregados na construção civil conseguindo manter a resistência mecânica do concreto.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 USINAGEM

A usinagem é a transformação da matéria-prima em produto através da remoção de material em forma de cavacos (SANTOS; SALES, 2007). Para obter a forma, dimensões e acabamento final da peça, é realizado ações para remover o material necessário, gerando cavaco como seu resíduo.

2.1.1 Cavaco de Aço

No decorrer do processo de usinagem, uma nova forma e acabamento são gerados na peça, através da retirada de material no formato de cavaco. Desta forma os cavacos são classificados de diversas maneiras, podem ser denominados contínuos, descontínuos e segmentados (MACHADO et al., 2015).

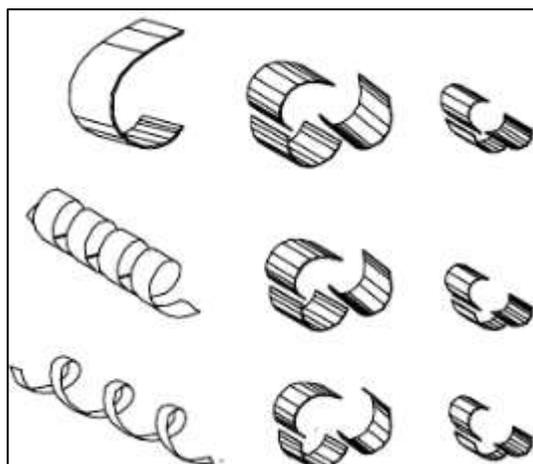


Figura 1 - Formatos de cavaco

Fonte: Santos e Sales (2007)

- a) Cavacos contínuos: É o resultado da usinagem de materiais dúcteis como aços de baixa liga, cobre, alumínio. Por isso usinando um material dúctil forma cavacos mais longos e contínuos (SOUZA, 2011);
- b) Cavacos descontínuos: Resulta da usinagem de materiais frágeis, como bronze e ferros fundidos (SANTOS; SALES, 2007);
- c) Cavacos segmentados: Caracterizam-se por ter grandes deformações continuadas (MACHADO et al., 2015).

2.2 RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Os resíduos industriais são gerados por ramos variados de indústrias. Esse material descartável para as empresas, deve obter um destino apropriado, pois pode acarretar riscos para o meio ambiente (KRAEMER, 2017).

2.3 CONCRETO

O processo de escolha dos materiais é feito para que obtenha um concreto o mais econômico possível e que atenda as propriedades mínimas, especialmente a consistência, durabilidade e a resistência. A qualidade do concreto fresco e endurecido depende dos aspectos dos materiais que serão utilizados, por isso devem ser componentes adequados (NEVILLE, 2016).

2.3.1 Trabalhabilidade

O teste de abatimento do concreto é realizado para notar a trabalhabilidade da massa e observar se atende a consistência desejada. E os procedimentos para este ensaio deve ser seguida conforme a NBR NM 67 (ABNT, 1998).

2.4 METODOLOGIA E MATERIAL

2.4.1 Material

Para preparar o concreto, é necessária uma mistura de todos os seus

componentes com a adição ou não de outros materiais. Logo abaixo demonstra os materiais empregados:

- a) Cimento Portland;
- b) Agregados miúdo natural;
- c) Agregado miúdo artificial (Cavaco de aço);
- d) Agregado graúdo natural;
- e) Água de amassamento.

2.4.1.1 Cimento Portland

Atualmente pode ser encontrado diversos tipos de cimentos com diferentes características, mas o que foi utilizado neste trabalho referiu-se ao cimento Portland CP II Z – 32, que pode ser encontrado com facilidade, sendo empregado em obras diversificadas.

Segundo a NBR 11578 (ABNT, 1997), este tipo de cimento CP II-Z, é composto por limites fixos, com adição de material pozolânico de 6% á 14%, clínquer mais sulfatos de cálcio de 94% á 76% e material carbonático de 0% á 10%. Podendo ter uma resistência de 25MPa, 32MPa ou 40MPa. E não deve ser aceito em sacos rasgados ou molhados.

2.4.1.2 Agregado miúdo

Uma massa consistente deve conter um agregado miúdo livre de impurezas e com aspecto apropriado para sua utilização em uma massa. O agregado miúdo utilizado foi a areia média. É necessário realizar a caracterização dos agregados para obter um concreto corretamente dosado e ter conhecimento dos aspectos do mesmo. Por isso, foi efetuado esses procedimentos, de acordo com as normas a seguir:

- a) NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003);
- b) NBR NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios (ABNT, 2006);
- c) NBR NM 30: Agregado miúdo – Determinação da absorção de água

(ABNT, 2001);

- d) NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente (ABNT, 2009).

2.4.1.3 Agregado graúdo

O agregado graúdo utilizado neste trabalho foi a brita 1, esse material tem interferência no resultado final do concreto, dependendo da resistência mecânica que deseja alcançar, sua granulometria é determinada de acordo com a necessidade da massa.

Por tanto, foi efetuado os ensaios em laboratório determinando sua composição granulométrica, sua massa e volume, seguindo de acordo com as normas abaixo:

- a) NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica (ABNT, 2003);
- b) NBR NM 45: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios (ABNT, 2006);
- c) NBR NM 46: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem (ABNT, 2003);
- d) NBR NM 53: Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água (ABNT, 2009).

2.4.1.4 Resíduo de cavaco

O processo de fabricação da indústria Metal Mecânica, envolve máquinas para fazer o corte e modelar as peças de acordo com a necessidade. A usinagem envolve diversos procedimentos, e um deles é o Serramento.

O resíduo de cavaco de aço que foi utilizado no decorrer deste trabalho, é proveniente do processo convencional de Serramento. Na Figura 2 a seguir, pode ser notado como é o formato e dimensão do resíduo que foi inserido no concreto.



Figura 2 - Resíduo (Cavaco de aço)

Fonte: O próprio autor

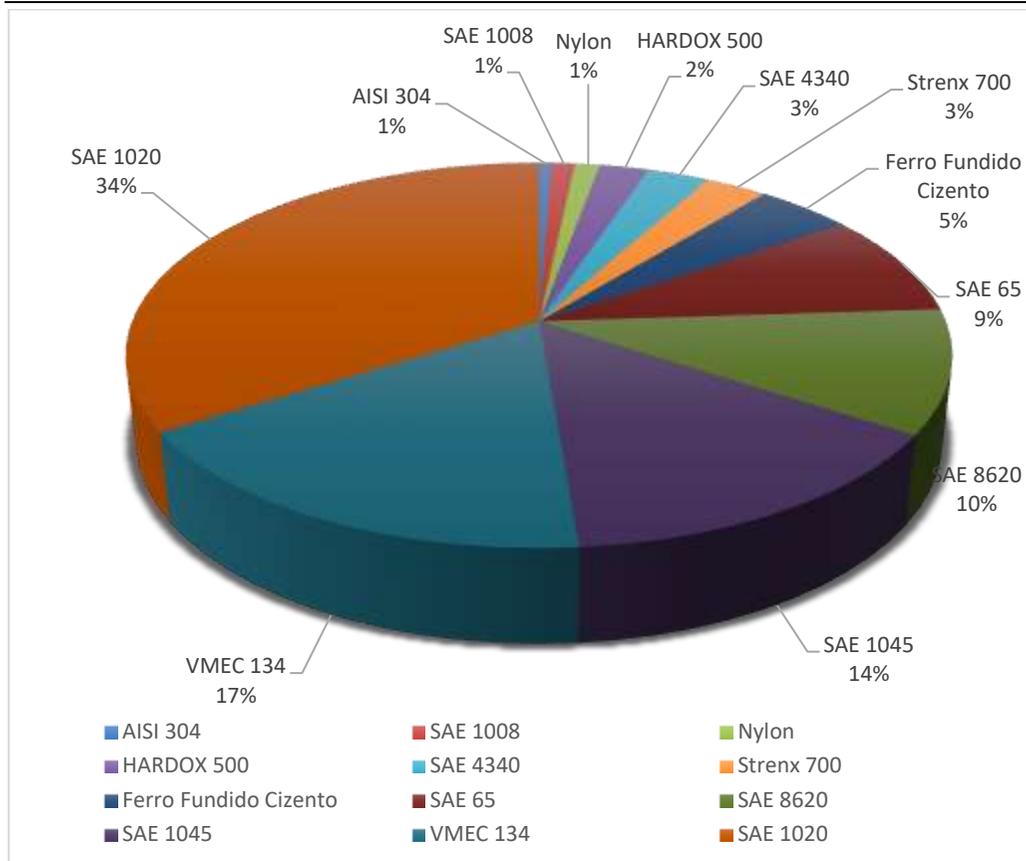


Gráfico 1 - Porcentagem de aços presentes no resíduo de usinagem

Fonte: O próprio autor

2.4.1.5 Água de amassamento

Como os outros componentes do concreto, a água tem enorme importância na confecção do concreto e sua quantidade tem fator essencial na determinação final da resistência do concreto. Por isso, foi adicionado a quantidade de água necessária, visivelmente analisado, e definido referente ao Slump Test apresentado.

Neste trabalho, foi usada a água proveniente do poço artesiano que abastece as instalações da UNIARP.

2.5 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Com os ensaios realizados de granulometria, massa específica, massa unitária e absorção de água, foi possível classificar o agregado miúdo, agregado graúdo e os cavacos de aço utilizados posteriormente para confeccionar o concreto.

Abaixo na Tabela 1, pode ser analisado as características apresentadas pelos materiais.

Tabela 2. Características do agregado miúdo, agregado graúdo e cavacos de aço

	Agregado miúdo	Cavacos de aço	Agregado graúdo
Granulometria	Média	Grossa	Brita 1
Módulo de finura	3,03	4,68	1,27
Diâmetro máximo (mm)	2,00	4,75	9,5
Massa específica (g/cm ³)	2,64	14,13	2,12
Absorção de água (%)	0,33	15,4	7,31
Massa unitária (kg/m ³)	1598,75	1015,5	1541,62

Fonte: O próprio autor

2.5.1 Definição do Traço do Concreto

Posteriormente aos ensaios de caracterização do agregado miúdo, graúdo e resíduo de cavaco de aço, realizou-se o estudo de dosagem. Primeiramente foi calculado a quantidade específica de cada material necessário para confeccionar o concreto.

Inicialmente foram confeccionados três traços de concreto para obtenção do traço padrão, sendo escolhido o traço que a apresentou a maior resistência a compressão:

- a) Traço 1:3,5 (cimento: massa total de agregados);
- b) Traço 1:5 (cimento: massa total de agregados);
- c) Traço 1:6,5 (cimento: massa total de agregados).

No dia 01 de setembro de 2017, foram confeccionados os três traços de concreto convencional, sendo três corpos-de-prova por traço como é possível ver na Figura 3 a seguir.



Figura 3 - Corpos-de-prova dos três traços de concreto

Fonte: O próprio autor

O Slump Test utilizado foi 6 ± 1 cm. Abaixo na Tabela 2, pode ser observado o Slump que cada traço apresentou, a quantidade de água adicionada e a quantidade de material utilizado.

Tabela 3. Traços 1:3,5, 1:5 e 1:6,5 e as quantidades de materiais inseridos

Traço	Slump Test (cm)	Cimento Portland (Kg)	Agregado miúdo (Kg)	Agregado graúdo (Kg)	Água (Kg)
1:3,5	6	4,44	5,75	9,8	2,57 kg
1:5	5	3,33	6,87	9,8	2,08 kg
1:6,5	5	2,67	7,53	9,8	1,9 kg

Após o período de 7 dias, foi realizado o ensaio de resistência à compressão dos três traços, onde é possível notar a resistência dos melhores corpos-de-prova rompidos e a resistência média deles, podendo ser observada na Tabela 3.

Tabela 4. Resistência à compressão dos três traços

Traço	Resistência a compressão fck (MPa)	Resistência à compressão média fck (MPa)
1:3,5	24,51 21,03	22,77
1:5	14,22 12,02	13,12

1:6,5	$\frac{10,72}{9,58}$	10,15
-------	----------------------	-------

A partir dos resultados do ensaio de resistência à compressão, definiu-se que o traço 1:3,5 será utilizado como padrão para a realização da substituição da areia pelo resíduo de cavaco de aço, pois apresentou resistência a compressão média de 22,77 Mpa aos 7 dias.

E a seguir na Figura 4, pode ser notado o ensaio de resistência a compressão do corpo-de-prova com traço 1:3,5.



Figura 4 - Ensaio de compressão

Fonte: O próprio autor

2.5.2 Confeção do Concreto Convencional

Para ser possível comparar o concreto convencional com o concreto com resíduos de usinagem e conseguir realizar o objetivo geral proposto deste trabalho, foi necessário começar a preparação pelo concreto convencional.

Primeiramente foram definidos a quantia necessária de cada material, utilizando traço já definido de 1:3,5. Na Tabela 4 a seguir, pode ser notado os materiais e suas quantidades inseridas na dosagem do concreto, para preparar nove

corpos-de-prova, sendo que foram rompidos aos 7, 14 e 28 dias.

Tabela 5. Quantidade de materiais utilizados no concreto convencional e o Slump Test apresentado

Traço	Slump Test (cm)	Cimento Portland (Kg)	Agregado miúdo (Kg)	Agregado graúdo (Kg)	Água (Kg)
1:3,5	6,2	11,11	14,39	24,5	4,93 kg



Figura 5 - Corpos-de-prova do concreto convencional

Fonte: O próprio autor

Após os períodos de dias conforme prescrito em norma, foi realizado o rompimento dos corpos-de-prova para obter os valores de resistência à compressão. A Tabela 5 demonstra os resultados apresentados.

Tabela 6. Resistência à compressão do concreto convencional aos 7,14 e 28 dias

Resistência à compressão aos 7 dias (MPa)	Média	Resistência à compressão aos 14 dias (MPa)	Média	Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	Média
29,46		34,58		42,33	
27,69	22,79	33,26	31,15	39,97	40,40
11,24		25,60		38,90	

2.5.2.1 Confeção do concreto com substituição do agregado miúdo pelo cavaco de aço

Com o traço já determinado de 1:3,5, foi possível iniciar a confeção do concreto inserindo o resíduo de cavaco de aço. Foram definidas as percentagens de substituição do agregado miúdo pelo resíduo de usinagem em 10 %, 15%, 20%.

2.5.2.2 Concreto com substituição de 20% do agregado miúdo

Iniciando pela substituição de uma percentagem de 20% do agregado miúdo pelo cavaco de aço, foi estipulado e calculado a quantidade necessária de cada material para confeccionar 50kg de concreto. Abaixo na Tabela 6 pode ser possível ver esses dados.

Tabela 7. Quantidade de materiais utilizados no concreto com substituição de 20% e o Slump apresentado

Slump Test (cm)	Cimento Portland (Kg)	Agregado miúdo (Kg)	Agregado graúdo (Kg)	Água (Kg)	Cavaco de aço (Kg)
3,0	11,11	11,50	24,5	5,43	2,88

No Slump Test o concreto chegou a um valor não esperado, já havia sido adicionado água ao suficiente e o concreto não cedeu o desejado, portanto o Slump alcançado com 20% de substituição do agregado miúdo pelo resíduo foi de apenas 3 centímetros.

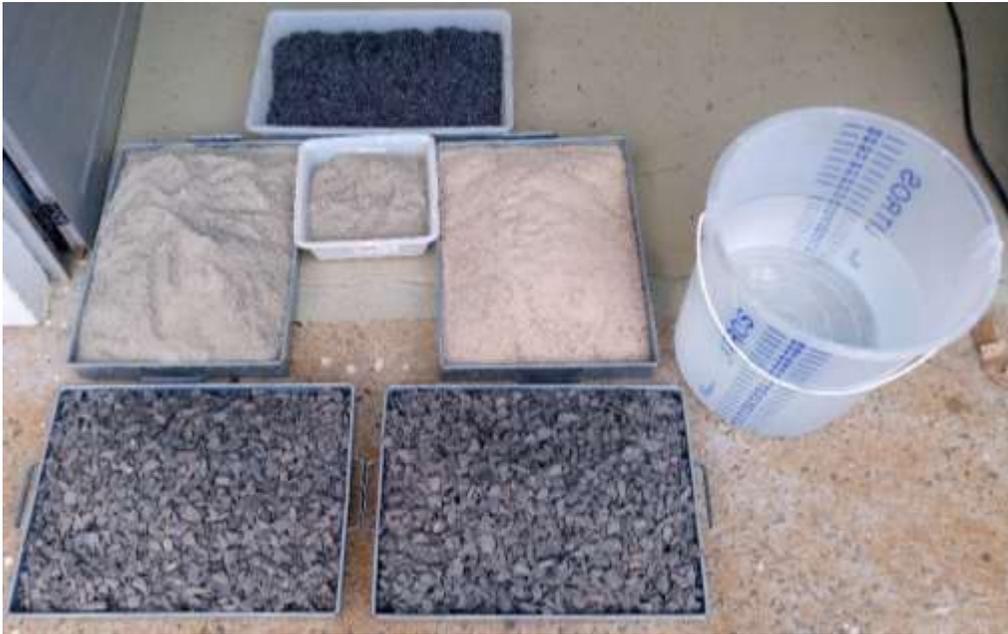


Figura 6 - Materiais utilizados no concreto com cavacos de aço

Fonte: O próprio autor

A seguir na Tabela 7 pode ser notado a resistência a compressão que o concreto com substituição de 20% do agregado miúdo pelo cavaco de aço demonstrou no período de 7,14 e 28 dias.

Tabela 8. Resistência à compressão do concreto com 20% de substituição aos 7,14 e 28 dias

Resistência à compressão aos 7 dias (MPa)	Média	Resistência à compressão aos 14 dias (MPa)	Média	Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	Média
10,22		12,73		16,70	
10,26	10,17	14,44	13,45	18,79	18,03
10,05		13,17		18,60	

2.5.2.3 Concreto com substituição de 15 % do agregado miúdo

Com a substituição de uma porcentagem de 15% do agregado miúdo pelo cavaco de aço, foi calculado a quantidade necessária de cada material para confeccionar 45kg de concreto. Abaixo na Tabela 8 pode ser observado esses dados.

Tabela 9. Quantidade de materiais utilizados no concreto com substituição de 15% e o Slump apresentado

Slump Test (cm)	Cimento Portland (Kg)	Agregado miúdo (Kg)	Agregado graúdo (Kg)	Água (Kg)	Cavaco de aço (Kg)
5,3	10	11	22,05	4,76	1,94

Abaixo na Tabela 9 é possível notar a resistência a compressão que o concreto com substituição de 15% do agregado miúdo pelo cavaco de aço apresentou no período de 7,14 e 28 dias.

Tabela 10. Resistência à compressão do concreto com 15% de substituição aos 7,14 e 28 dias

Resistência à compressão aos 7 dias (MPa)	Média	Resistência à compressão aos 14 dias (MPa)	Média	Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	Média
32,60		31,13		39,28	
31,79	32,09	36,37	34,73	39,96	40,01
31,89		36,70		40,78	

2.5.2.4 Concreto com substituição de 10 % do agregado miúdo

Com a substituição de uma porcentagem de 10% do agregado miúdo pelo cavaco de aço, foi estimado a quantidade necessária de cada material para confeccionar 45kg de concreto. Abaixo na Tabela 10 pode ser possível ver esses dados.

Tabela 11. Quantidade de materiais utilizados no concreto com substituição de 10% e o Slump apresentado

Slump Test (cm)	Cimento Portland (Kg)	Agregado miúdo (Kg)	Agregado graúdo (Kg)	Água (Kg)	Cavaco de aço (Kg)
4,9	10	11,65	22,05	4,95	1,29

Abaixo na Tabela 11 pode ser visto a resistência à compressão que o concreto com substituição de 10% do agregado miúdo pelo cavaco de aço apresentou no período de 7,14 e 28 dias.

Tabela 12. Resistência à compressão do concreto com 10% de substituição aos 7,14 e 28 dias

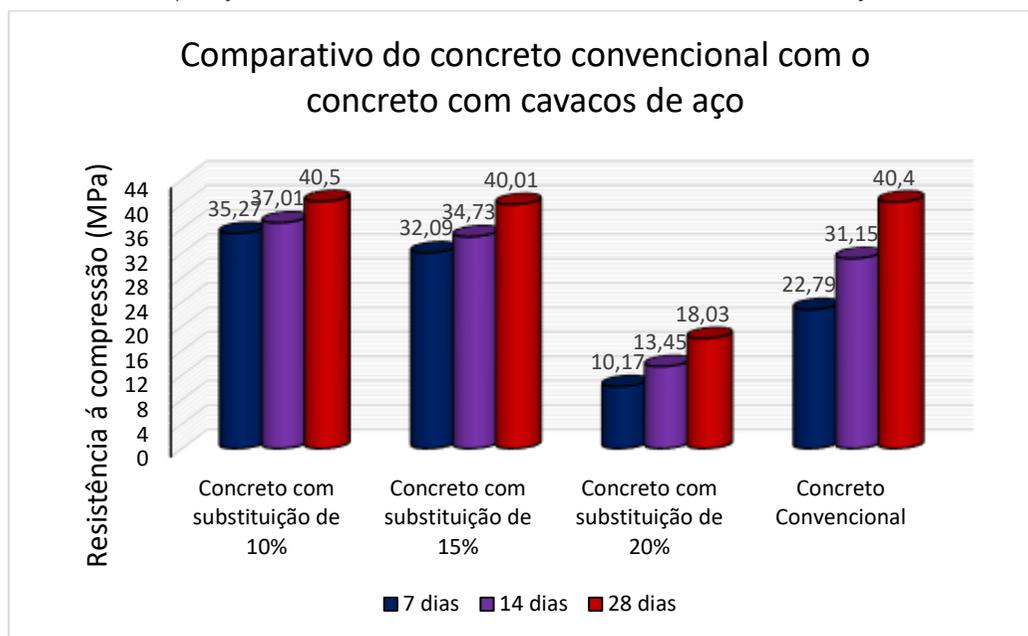
Resistência à compressão aos 7 dias (MPa)	Média	Resistência à compressão aos 14 dias (MPa)	Média	Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	Média
34,03		37,51		44,37	
35,80	35,27	36,66	37,01	42,67	40,50
35,99		36,86		34,47	

2.5.3 Comparativo do Concreto Tradicional com o Concreto com Cavacos de Aço

Tabela 13. Comparação do concreto convencional e concreto com cavacos de aço aos 28 dias

	Resistência à compressão aos 7 dias (MPa)	Resistência à compressão aos 14 dias (MPa)	Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)
Concreto tradicional	22,79	31,15	40,40
Concreto com 10% de substituição	35,27	37,01	40,50
Concreto com 15% de substituição	32,09	34,73	40,01
Concreto com 20% de substituição	10,17	13,45	18,03

Gráfico 2 - Comparação do concreto convencional e concreto com cavacos de aço



Por tanto, através dos resultados apresentados, pode ser concluído que até 15% o agregado miúdo pode ser substituído pelos cavacos de aço, sem defasar a resistência à compressão do concreto.



Figura 7 – Corpo-de-prova rompido aos 28 dias com 15 % de substituição

Fonte: O próprio autor

E a substituição de 20 %, demonstrou resistência a compressão abaixo do que o concreto convencional, não sendo indicado a utilização desta porcentagem.

3 CONCLUSÃO

Atualmente o consumo de produtos industriais está cada vez mais acelerado, gerando inúmeros resíduos que precisam ser destinados e aproveitados da melhor maneira possível. Como o concreto é um material pertinente e está sendo utilizado na maioria das obras no Brasil, acrescentar um resíduo industrial na sua confecção e alcançar bons resultados com a aplicação deste material, se tornou um tema interessante a ser estudado, buscando a melhoria do concreto com resíduos industriais.

Nos dias atuais, o mundo está cada vez mais preocupado com a sustentabilidade, sempre investigando e examinando novas alternativas. Com a

substituição de uma porcentagem do agregado miúdo por cavacos de aço, proveniente do processo de serramento, uma forma de usinagem, pode ser obtido o aproveitamento de resquícios industriais de forma simples e com menor custos. Outro benefício ao usar este material é a capacidade de poupar recursos naturais, pois a sua exploração pode causar impactos ambientais, porque o material geralmente é retirado da natureza.

Desta maneira, com os valores e dados apresentados durante os ensaios no decorrer deste trabalho de pesquisa, foi demonstrado que é possível reaproveitar este tipo de resíduo industrial podendo incluí-lo na confecção do concreto com uma porcentagem adequada.

Os objetivos específicos foram efetuados, com todos os ensaios que foram realizados no decorrer desta pesquisa, caracterizando os agregados e os cavacos de aço, definindo seus dados como a sua granulometria, massa específica, massa unitária e absorção de água, dosando os materiais conforme a porcentagem de substituição do agregado miúdo pelo resíduo de cavaco de aço e confeccionando o concreto.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi alcançado, pois foi concluído que até 15% o agregado miúdo pode ser substituído pelos cavacos de aço, sendo capaz de manter a resistência a compressão do concreto.

E foi demonstrado que é possível incluir este tipo de resíduo, proveniente da indústria Metal Mecânica e obter benefícios, diminuindo a utilização do agregado miúdo (recurso natural) por um agregado artificial (resíduo de cavacos de aço).

Deste modo, tem como proposta para trabalhos futuros, substituir uma porcentagem maior do que 20 % do agregado miúdo pelos cavacos de aço, descobrindo os valores que podem ser obtidos com os ensaios. E outra sugestão é substituir o agregado miúdo e o agregado graúdo pelos cavacos de aço, desvendando se é possível alcançar bons resultados com este tipo substituição.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52**: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 45**: Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46**: Agregados - Determinação do material fino que passa através da peneira 75 um, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 30**: Agregado miúdo – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 53**: Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

KRAEMER, Maria Elisabeth Pereira. **A questão ambiental e os resíduos industriais**. Itajaí, 2005? Disponível em: <http://www.amda.org.br/imgs/up/Artigo_25.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2017.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5°. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

MACHADO, Álisson Rocha; ABRÃO, Alexandre Mendes; COELHO, Reginaldo Teixeira; DA SILVA, Márcio Bacci. **Teoria da usinagem dos materiais**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

SANTOS, Sandro Cardoso; SALES, Wisley Falco. **Aspectos tribológicos da usinagem dos materiais**. São Paulo: Artliber Editora, 2007.

SOUZA, André João de. **Processo de fabricação por usinagem**: Parte 1. UFRGS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Apostila.

ESTUDO DE VIABILIDADE MECÂNICA DA ADIÇÃO DE CINZA PROVENIENTE DA QUEIMA DE PINUS NO CONCRETO ASFÁLTICO FLEXÍVEL

Engrid Tarniowicz Barros¹
Miguel Angelo da Silva Mello²

RESUMO

Visando o conceito que o desenvolvimento sustentável precisa ser capaz de suprir as necessidades tanto da geração atual como das próximas gerações sem esgotar os recursos naturais (WWF BRASIL, 2017), este trabalho objetivou-se em reaproveitar o resíduo sólido gerado pela queima da madeira Pinus nas caldeiras industriais e aplicá-lo parcialmente como matéria prima, analisando sua viabilidade de utilização como filler no concreto asfáltico flexível e assim diminuir significativamente a extração dos recursos naturais e o descarte no meio ambiente. Com o intuito que sua contribuição seja na diminuição da poluição gerada pelas indústrias, considerando os despejos deste resíduo. Também contribuindo na melhora significativa da qualidade das rodovias observando-o tecnicamente e viabilizando sua utilização na pavimentação. Para isso, neste artigo será apresentado os métodos de ensaios utilizados segundo normas técnicas, observando as alterações das características dos corpos de prova através de cálculos e gráficos elaborados pelo software Excel.

Palavras-Chave: Resíduo sólido. Concreto asfáltico flexível. Meio ambiente.

ABSTRACT

Aiming at the concept that sustainable development needs to be able to meet the needs of both current and future generations without depleting natural resources

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). Email: engridbarros077@gmail.com.

² Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Veiga de Almeida, Pós-Graduado em Programa de Pavimentação Comunitária, pela Universidade da Região de Joinville, Mestre em Engenharia Civil, pela Universidade Federal de Santa Catarina e docente do curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe. Email: miguelasmello@gmail.com.

(WWF BRASIL, 2017), this work aimed to reuse the solid residue generated by the burning of Pinus wood in the industrial boilers and partially apply it as raw material, analyzing its feasibility of use as a filler in the flexible asphalt concrete and thus significantly reduce the extraction of natural resources and disposal in the environment. With the intention that its contribution is in the reduction of the pollution generated by the industries, considering the waste disposal of this residue. Also contributing to the significant improvement of the quality of the highways by observing it technically and making feasible its use in the paving, for this in this article were used methods of tests by the technical norms, observing the changes in the characteristics of the test bodies through calculations and graphs elaborated by the software Excel.

Keywords: Solid residue. Flexible asphaltic concrete. Environment.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o planeta terra vem sofrendo grandes impactos ambientais, e a geração de resíduos nos processos industriais tem se tornado cada vez mais uma problemática, pois o consumo de energia industrial vem aumentando na medida que as indústrias se tornam maiores e a demanda de produtos cresce, assim intervindo no meio ambiente com a extração de matéria prima e com descarte final desse resíduo gerado. Com o grande aumento das indústrias que utilizam caldeiras como fonte principal de energia, aumenta-se a extração da madeira Pinus que é utilizada como combustível para essas caldeiras, e como consequência deste processo há um aumento significativo de cinzas, que são dispostos em aterros para adubo ou ainda são depositados no meio ambiente de forma inadequada, causando alteração ou efeito ambiental. Sendo assim, a partir de um novo projeto buscando melhorias, percebeu-se a necessidade de pesquisar alternativas para a destinação final deste resíduo.

Tendo esse projeto como objetivo geral caracterizar e avaliar a adição parcial de cinza proveniente da queima da madeira Pinus das caldeiras industriais, na utilização como filler no concreto asfáltico flexível através de ensaios laboratoriais necessários.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1.1 Camadas do Pavimento

O pavimento é uma estrutura não penere, composta por camadas de materiais compactados. A estrutura do pavimento é produzida para receber e transmitir esforços nas camadas inferiores minimizando as pressões de modo que impeça deformações e ruptura na fundação. Todas as camadas do pavimento possuem uma função. Sendo assim, respeitando uma terminologia coerente, o pavimento possui as seguintes camadas: subleito, reforço do subleito, sub-base, base e revestimento (BALDO, 2011).

O pavimento de um modo geral é construído sobre uma terraplanagem com um sistema de várias camadas e espessuras diversas, e é classificado como flexível ou rígido, dependendo do material de sua estrutura e do material utilizado no sistema de revestimento, última camada aplicada (DNER, 1996; SENÇO, 2007).

Para o artigo em questão estudaremos a última camada do pavimento onde será adicionado o residuo-cinza em sua composição granulométrica.

2.1.1.1 Revestimento

Para este trabalho a cinza será adicionada no revestimento qual é a camada mais nobre do pavimento destinada melhorar a superfície de rolamento construída com material de maior eficiência por receber diretamente a ação do tráfego. Pode ser chamada também de capa ou capa de rolamento (SENÇO, 2007).

A camada de revestimento deverá receber as cargas, estáticas ou dinâmicas, sem sofrer grandes deformações elásticas ou plásticas, degradação de componentes ou, ainda, perda de compactação; precisa, ser composto por materiais aglutinados evitando sua movimentação horizontal. (BALDO, 2011).

Baldo (2011), também cita que os revestimentos asfálticos podem ser divididos em mais de duas camadas por razões técnicas, construtivas e de custo.

Camada final, atua como impermeabilizante superior, deve proteger

mecanicamente e precisa ser de fácil rolamento. Camada lisa, porém, não pode ser escorregadia (BAUER, 2013).

Os pavimentos são flexíveis ou rígidos, dir-se-ia que o revestimento é rígido se for constituído por concreto de cimento Portland e o revestimento flexível sempre comportaria mistura asfáltica, da mesma forma a base é rígida se composta por cimento e flexível se composta por material granular (BALDO, 2011).

No caso em estudo o resíduo será aplicado nos revestimentos flexíveis que comporta as misturas asfálticas.

2.1.1.2 Revestimento flexível

O revestimento escolhido foi Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) é o mais nobre dos revestimentos flexíveis e como o nome indica seu aglutinante é o betume, e sua mistura é feita em usinas seguindo rigorosamente as exigências de dosagem e controle (SENÇO, 2007).

Nestes pavimentos o asfalto material betuminoso serve para aglutinar a areia e a brita que tem como função resistir mecanicamente (BAUER, 2013).

É um material para construções de revestimento, capa de rolamento e camada de ligação, no qual a absorção dos esforços é concentrada próximo da região da carga aplicada e se divide entre as camadas inferiores. É obtido a partir da mistura dos agregados graúdos, material fino, material betuminoso e filer, fabricado a quente em usinas asfálticas e considerado o mais comum e tradicional do nosso país (BALDO, 2011).

2.1.1.3 Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP)

Composto por hidrocarbonetos alifáticos, hidrocarbonetos aromáticos, enxofre, nitrogênio e oxigênio, é um material com quantidade significativa de betume, e por isso muitas vezes é designado como betume, utilizado como ligante ou aglutinante com viscosidade elevada e boa aderência (BALDO, 2011).

A Especificação Brasileira EB-78 do Instituto Brasileiro de Petróleo e da Associação Brasileira de Normas Técnicas, IBP/ABNT-EB-78, que tem o título Cimentos Asfálticos Preparados de Petróleo, assim define o cimento asfáltico de petróleo: Cimento asfáltico de petróleo é o asfalto obtido especialmente para apresentar as qualidades e consistências próprias para o uso direto na construção de pavimentos, tendo uma

penetração a 25°C entre 5 e 300 sob uma carga de 100g, aplicada durante 5 segundos (SENÇO, 2007, p. 324).

O CAP é considerado um semissólido quando está em temperatura ambiente e para que se torne material de envolvimento dos agregados precisa ser aquecido. O CAP tem características de flexibilidade, relativa durabilidade, aglutinação, impermeabilização e boa resistência a ações químicas, é um material termoplástico, porém depende muito da temperatura para que não se torne viscoso e frágil (PINTO; PINTO, 2015; BALDO, 2011).

O Cimento asfáltico de petróleo (CAP) não deve conter água nem espumar quando aquecido a 175°C sendo uma mistura homogênea. DNIT 095/2006, classifica o CAP em 30/45, 50/70, 85/100, 150/200. No estudo em questão o CAP utilizado será o CAP denominado convencional 50/70 fornecido pela GRECA ASFALTOS na usina Ouro Preto de Pomerode/SC. Na tabela a seguir segue informações de sua caracterização de fundamental importância para o correto uso na aplicação da mistura.

Tabela 14 – Caracterização do CAP

CARACTERIZAÇÃO	
VISCOSIDADE SAYBOLT FUROL A 135°C	153
VISCOSIDADE SAYBOLT FUROL A 150°C	87,5
VISCOSIDADE SAYBOLT FUROL A 177°C	32,6
PONTO DE AMOLECIMENTO, °C	50,3
DENSIDADE RELATIVA, 20°C	1,002
PENETRAÇÃO, mm	67,0
AQUECIMENTO A 177 °C,	NÃO ESPUMOU
PONTO DE FULGOR, °C	306,0

Fonte: GRECA ASFALTOS - Araucária - PR (2017)

2.1.2 Resíduo

De acordo com a NBR 10004 (ABNT 2004), são considerados resíduo sólido ou semissólido aqueles gerados pela comunidade, seja atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, entre outras. E esses resíduos podem ser convertidos em insumos para outra atividade.

Um dos resíduos sólidos que é gerado em grande quantidade num dos

processos da madeira é a cinza, que é obtido pela queima da biomassa nas caldeiras utilizadas como fonte de energia e calor nas indústrias.

Quando a madeira, a casca e o cavaco são queimados nas caldeiras para geração de energia seu carbono é oxidado. O que sobra de resíduo e contaminantes minerais são denominados cinza. Parte dessa cinza, por ser muito fina, é levada pelos gases de exaustão, parte das cinzas leves são capturadas pelos filtros e precipitadores e a parte das cinzas pesadas que contém algum material que não foi queimado, saem pela parte de baixo da caldeira. Em geral as cinzas das caldeiras constituem-se em uma mistura de elementos minerais oxidados, areia e carbono orgânico, e é considerada um material residual e muito variável em qualidade e sua consistência se dá através da eficiência das caldeiras (FOELKEL, 2011).

2.2 METODOLOGIA E MATERIAL

2.2.1 Ensaios Laboratoriais

2.2.1.1 Agregados

A brita utilizada nos estudos foram fornecidas em frações comerciais (brita 3/4, brita 0 e pó de pedra) pela usina Ouro Preto, do município de Pomerode/SC da mesma forma que o CAP convencional 50/70 o qual foi fornecido pela GRECA ASFASSTO, porém coleta na usina Ouro Preto. Já o resíduo-cinza, foi fornecido pela empresa ADAMI S/A do município de Caçador/SC. A seguir segue imagens dos componentes utilizados para fazer a mistura asfáltica apresentando o resultado da caracterização dos agregados.

Para composição granulométrica, todos os agregados coletados foram separados e peneirados no vibrador, as peneiras utilizadas foram 1"; 3/4"; 1/2"; 3/8"; n°4; n°10; n°40; n°80 e peneira de n°200. Em seguida lavados e secos em estufa em uma temperatura de aproximadamente 165°C.



Figura 4 - Frações da Mistura

Fonte: O próprio autor (2017)

Primeiramente foram utilizadas planilhas no software Excel para determinar a melhor distribuição granulométrica para a mistura, e após, começar a desenvolver os ensaios laboratoriais. Assim constatou-se que o resíduo utilizado e denominado como filer no estudo em questão ficou retido nas peneiras de malha 80 com 0,18 mm de abertura e na peneira de malha 200 com 0,075 mm de abertura. As planilhas de composição e o gráfico de curva granulométrica desenvolvidas no software citado estão ilustradas nas figuras abaixo.

Tabela 2 – Composição Granulométrica

ESTUDO DE COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA											
Peneiras	BRITA 3/4	7 %	BRITA 0	40 %	PÓ DE PEDRA	51 %	FILER	2 %	MISTURA 100%	FAIXA "C" DNIT	Faixa Trabalho
1"	100,0	7,0	100	0	0	0	0	0		De à	De à
3/4 "	100,0	7,0	100,0	40,0	100,0	51,0	100,0	2,0	100,0	100	100
1/2 "	41,3	2,9	97,7	39,1	100,0	51,0	100,0	2,0	95,0	80	88
3/8 "	10,0	0,7	56,5	22,6	100,0	51,0	100,0	2,0	76,3	70	70
										90	83,3

4	1,6	0,1	3,1	1,2	98,8	50,4	100,0	2,0	53,7	44	48,7
10	1,2	0,1	1,2	0,5	71,5	36,5	100,0	2,0	39,1	22	34,1
40	1,1	0,1	1,2	0,5	33,5	17,1	98,1	2,0	19,6	8	14,6
80	1,1	0,1	1,1	0,5	21,8	11,1	95,7	1,9	13,6	4	10,6
200	0,8	0,1	1,0	0,4	12,1	6,2	93,2	1,9	8,5	2	6,5
										10	10

Fonte: O próprio autor (2017)

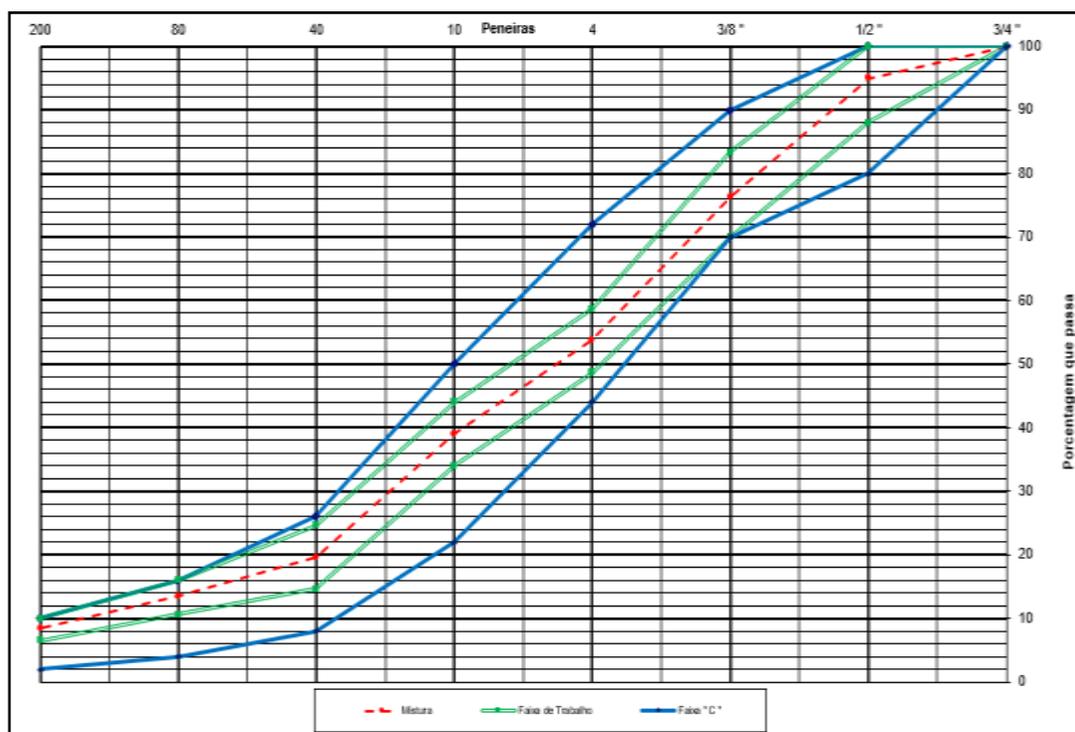


Figura 5 - Curva Granulométrica - Distribuição da Mistura

Fonte: O próprio autor (2017)

2.2.1.2 Determinação do teor ótimo

Foram moldados três corpos de prova para cinco teores diferentes, são eles: 5,0; 5,5; 6,0; 6,5 e 7,0. Após, foram realizados em conformidade com as normas, NBR 15619 (ABNT, 2016) e NBR 12891 (ABNT, 1993) o método de Marshall para determinação do teor ótimo do ligante, verificando todos os parâmetros volumétricos e mecânicos para obtenção dos resultados.

Segundo SoloCap (1994), o teor ótimo de asfalto deve ser determinado como sendo a média algébrica dos teores que apresentarem valores de:

- Mínimo % V.A.M.;
- Máxima densidade aparente;
- Máxima estabilidade;
- Para este valor médio de teor, a % de Vazios reais (%Vv) e % de R.B.V., devem estar dentro dos limites especificados para a mistura estudada.

Tabela 3 – Teor do ligante

PORCENTAGEM EM MASSA DOS AGREGADOS EM FUNÇÃO DO TEOR					
TEOR DE ASFALTO	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	7,0%
BRITA 3/4"	6,65%	6,62%	6,58%	6,55%	6,51%
BRITA 0	38,0%	37,80%	37,60%	37,40%	37,20%
PÓ	48,45%	48,20%	47,94%	47,69%	47,43%
FILER	1,90%	1,89%	1,88%	1,87%	1,86%
SOMATÓRIO	100%	100%	100%	100%	100%

Fonte: O próprio autor (2017)

Com base nas informações obtidas através dos resultados gerados nos gráficos pelo software Excel e também pela visualização durante a realização dos ensaios, pode-se constatar que o teor ótimo encontrado foi de 6,0%, onde abaixo de 5,7% a massa ficará com aspecto seco e acima de 6,3% a massa ficará com excesso de CAP, ambos causariam problemas se executados.

2.3 EQUAÇÕES E GRÁFICOS

2.3.1 Densidade máxima teórica

De acordo com a NBR 15619 (ABNT 2016), a densidade máxima teórica é a razão entre a massa da mistura asfáltica não compactada (solta) e a massa de água por ela ocupada. Para calcular teremos as seguintes equações:

$$D_{rm} = ((100 - P_b) \times P_a / 100) / D_b \quad (1)$$

Onde:

D_{rm} – Densidade de massa média dos grãos ou fragmentos

P_b – Porcentagem material betuminoso

P_a – Porcentagem de agregado contido na mistura

D_b – Densidade relativa do agregado

$$D_t = 100 / \sum D_{rm} \quad (2)$$

Onde:

D_{rm} – Densidade de massa média dos grãos ou fragmentos

Determinando assim a densidade teórica conforme explanados em tabela.

Tabela 4 – Densidade Teórica

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE TEÓRICA		
46,3 %Agregado graúdo / Densidade relativa agregado	43,518 / 2,782	15,640
45,2 %Agregado miúdo / Densidade relativa agregado	42,516 / 2,713	15,672
8,5 % Agregado fino / Densidade relativa agregado	7,966 / 2,327	3,424
6,0 %Betume / Densidade relativa do betume	6,0 / 1,002	5,988
Somatório		40,724
Densidade teórica = 100 / Somatório (g/cm ³)	100 / 40,724	2,456

Fonte: O próprio autor (2017)

2.3.2 Densidade aparente da mistura

Segundo SoloCap (1994), a densidade aparente deve ser realizada o mais

rápido possível a partir do momento em que o corpo de prova tenha sido extraído do cilindro. Já que os procedimentos para esta determinação levam em consideração características de porosidade e textura.

$$DA = \frac{Par}{(Par - Pimerso)} \quad (3)$$

Onde:

Par - Peso ao ar

Pimerso - Peso imerso

Tabela 5 - Densidade Aparente

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE APARENTE				
CP N°		01	02	03
Peso do CP ao ar	a	1195,8	1194,6	1192,7
Peso do CP imerso	b	690,1	689,8	688,2
Volume do CP	a-b	505,7	504,8	504,5
Densidade aparente	a/a-b	2,365	2,366	2,364
Média (g/cm ³)		d = 2,365		

Fonte: O próprio autor (2017)

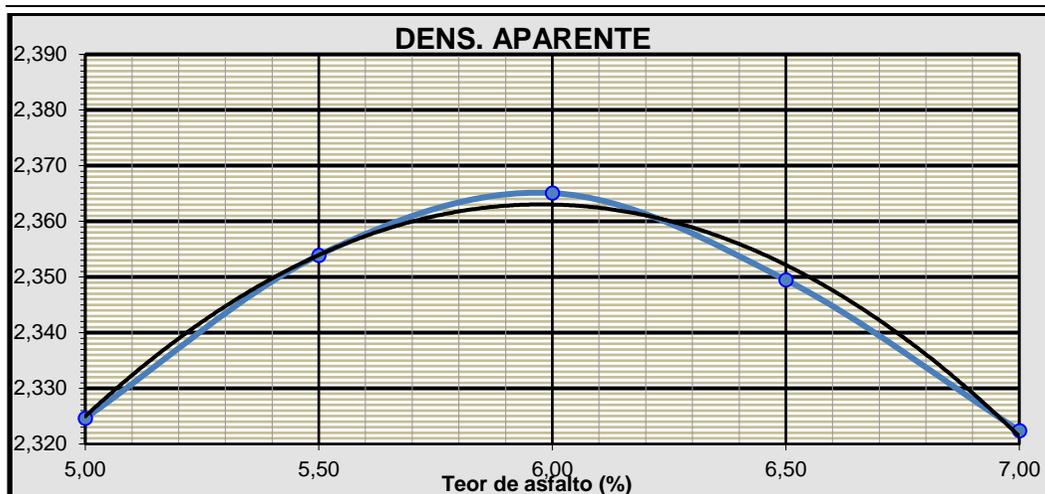


Figura 3 – Densidade Aparente

Fonte: O próprio autor (2017)

2.3.3 Estabilidade

Segundo NBR 12891 (ABNT, 1993), a estabilidade é a resistência máxima à compressão, apresentada pelo corpo de prova, quando executado e ensaiado de acordo com a metodologia estabelecida. Os resultados de estabilidade se dão através da leitura do rompimento do corpo de prova na prensa Marshall, conforme tabela e gráfico a seguir.

Tabela 6 - Estabilidade

DETERMINAÇÃO MÉDIA DA ESTABILIDADE			
CP N°	01	02	03
Leitura 1,99	710	700	700
Estabilidade encontrada	1412,90	1393,00	1393,00
Fator de correção	1,00	1,00	1,00
Estabilidade corrigida	1412,90	1393,00	1393,00
Estabilidade média (kgf)	1400,0		

Fonte: O próprio autor (2017)

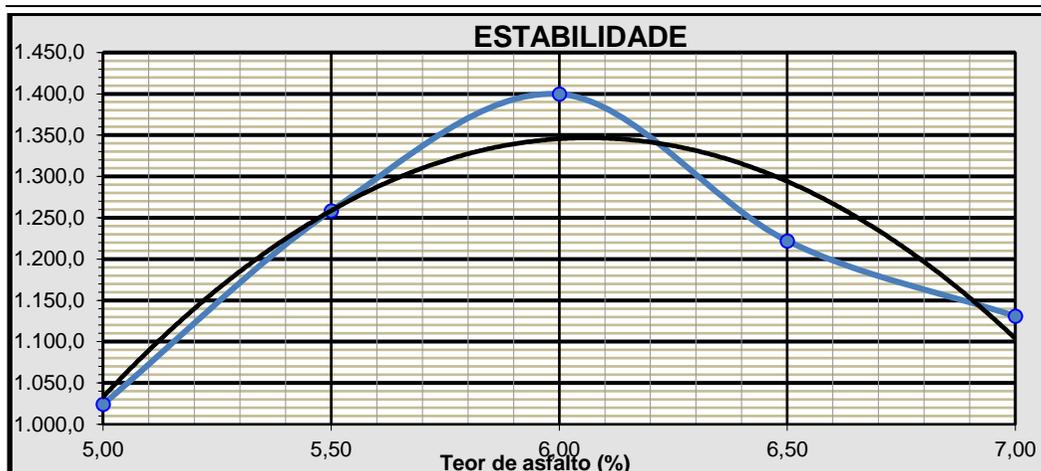


Figura 4 – Estabilidade

Fonte: O próprio autor (2017)

2.3.4 Fluência Marshall

Pela NBR 12891 (ABNT 1993), a fluência é a deformação total apresentada pelo corpo de prova, desde a aplicação da carga nula até a aplicação da carga máxima, expressa em décimos de milímetro.

Ou ainda segundo Bernunci et al. (2008) a fluência pode ser conceituada como o deslocamento na vertical apresentado pelo corpo de prova, com a aplicação de carga máxima. Da mesma maneira que a estabilidade a fluência também tem seu resultado através de leituras feitas na prensa Marshall no momento do rompimento do corpo de prova.

Tabela 7 – Fluência

DETERMINAÇÃO MÉDIA DA FLUÊNCIA			
CP N°	01	02	03
Leitura inicial	0,0	0,0	0,0
Leitura final	3,8	3,1	3,0
Fluência	3,8	3,1	3,0
Fluência média (mm)	Fm= 3,3		

Fonte: O próprio autor (2017)

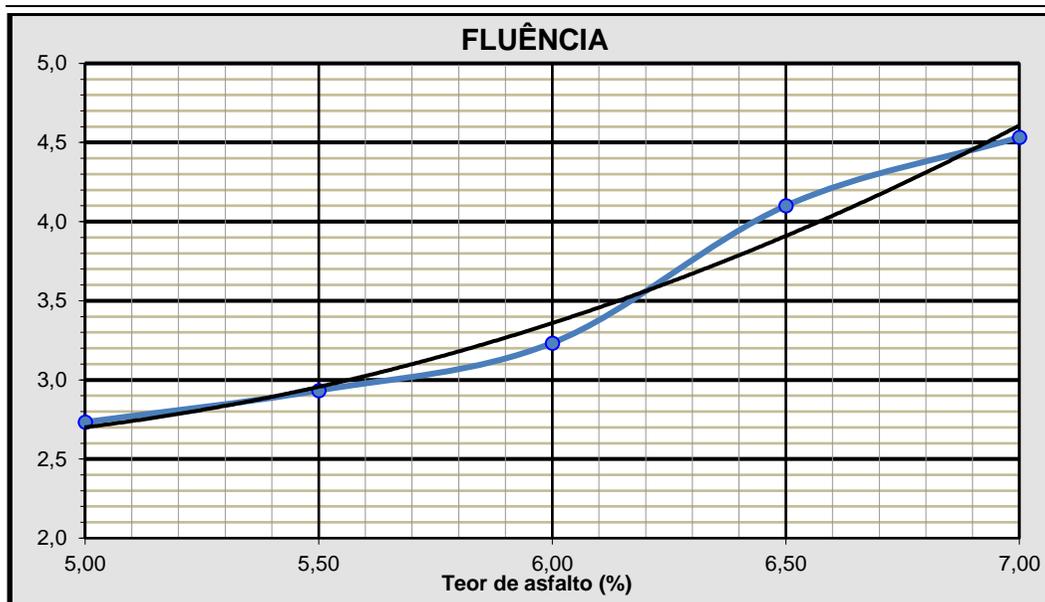


Figura 5 – Fluência

Fonte: O próprio autor (2017)

2.3.5 Volume vazios

Segundo NBR 12891 (ABNT 1993), o volume dos espaços vazios do corpo de prova é expresso percentualmente em relação ao volume aparente do corpo de prova, e calculado pela equação abaixo. Explanado em tabela e gráfico.

$$Vv=(Dt-Da)X100/Dt \quad (4)$$

Onde:

Dt – Densidade teórica

Da – Densidade aparente

Tabela 8 – Volume Vazios

DETERMINAÇÃO VOLUME VAZIOS	
CP teor	6%
Densidade teórica	2,456
Densidade aparente	2,365
Volume Vazios (%)	3,70

Fonte: O próprio autor (2017)

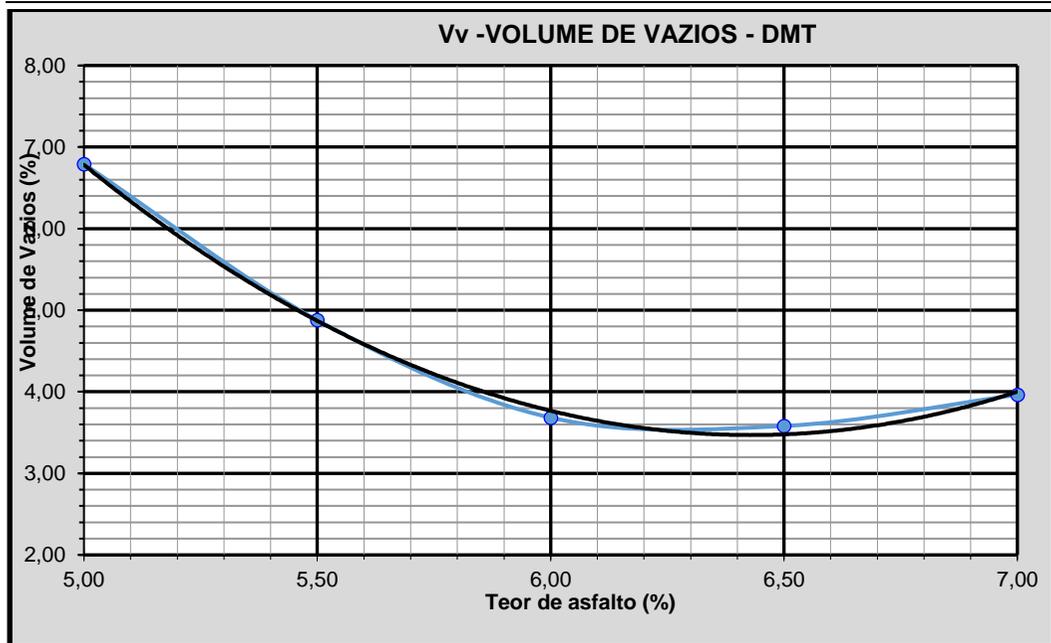


Figura 6 - Volume Vazios

Fonte: O próprio autor (2017)

2.3.6 Vazios cheios de betume

Os vazios cheios de betume são verificados através da equação a seguir conforme normativa. Exemplificado em tabela e gráficos a seguir.

$$VCB = \frac{D_a \times P_b}{D_b} \quad (5)$$

Onde:

D_a – Densidade aparente

P_b – Porcentagem de material betuminoso empregado

D_b – Densidade relativa material betuminoso (fornecida pela fabricante).

Tabela 9 - Vazios Cheios de Btume

DETERMINAÇÃO VAZIOS CHEIOS DE BETUME	
Porcentagem betume	6%
Densidade aparente	2,365
Densidade rel. material betuminoso	1,002
Vazios cheios de betume (%)	14,16

Fonte: O próprio autor (2017)

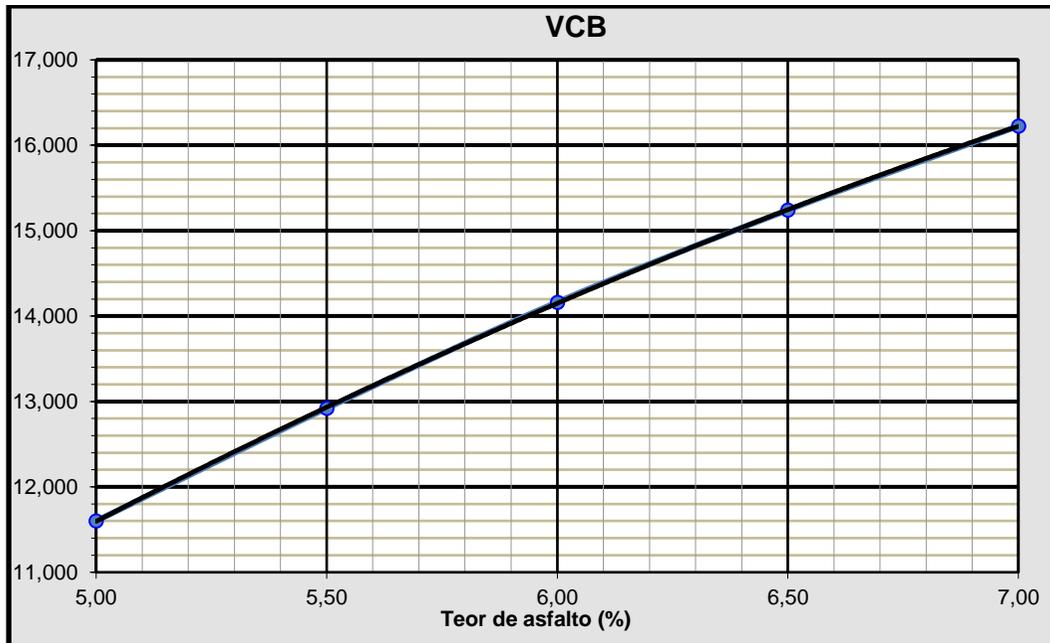


Figura 7 – Vazios Cheios de Betume

Fonte: O próprio autor (2017)

2.3.7 Vazios agregados mineral

Os vazios de agregado mineral são determinados pela equação abaixo. Os resultados estão destacados em tabela e gráfico.

$$VAM = Vv + Vcb \quad (6)$$

Onde:

Vv – Volume vazios

Vcb – Vazios cheios de betume

Tabela 10 - Vazios do nAgregado Mineral

DETERMINAÇÃO VAZIOS AGREGADO MINERAL	
CP teor	6%
Volume vazios	3,70
Vazios cheios betume	14,16
Vazios agregado mineral (%)	17,85

Fonte: O próprio autor (2017)

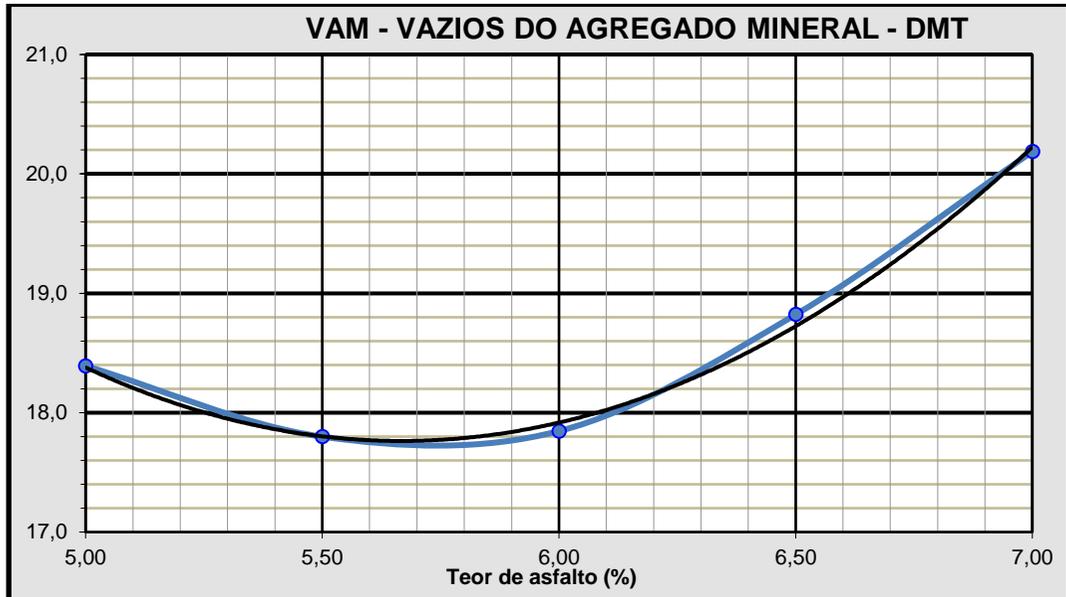


Figura 8 – Vazios do Agregado Mineral

Fonte: O próprio autor (2017)

2.3.8 Relação betume vazios

$$RBV = (VCB/VAM) \times 100 \quad (7)$$

Onde:

VCB – Vazios cheios de betume

VAM – Vazios do agregado mineral

Tabela 11 – Relação Betume Vazios

RELAÇÃO BETUME VAZIOS	
Vazios cheios betume	14,16
Vazios agregado mineral	17,85
Relação betume vazios (%)	79,36

Fonte: O próprio autor (2017)

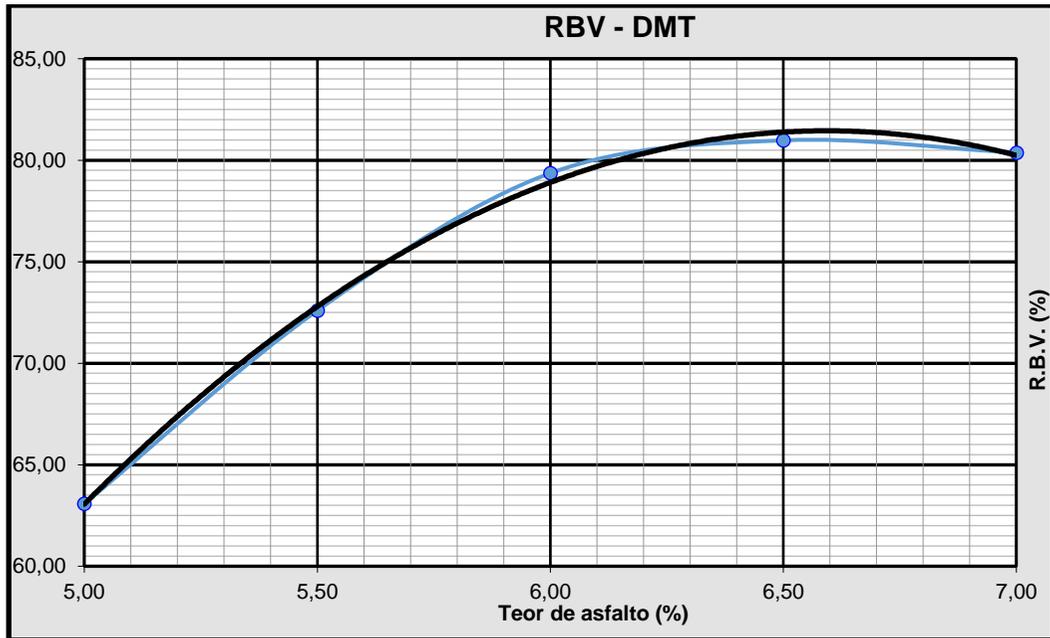


Figura 9 – Relação Betume Vazios

Fonte: O próprio autor (2017)

2.4 RESULTADOS FINAIS

De acordo com todos os ensaios executados e os cálculos realizados seguindo as normas estabelecidas, chegou-se por meio dos gráficos aos seguintes resultados, que serão explanados nas tabelas a seguir:

Tabela 12 – Características finais

CARACTERÍSTICAS MARSHALL			
Resultados Gráficos	Limites de Projeto		Especificação DNIT 031/2006 – ES
Densidade aparente	2,365 g/cm ³		
Volume Vazios	3,70%		3,0 a 5,0
Estabilidade	1400,0 kgf		Min 500
Fluência	3,30 mm	Recomendado 2 a 4	
RBV	79,36%		75 a 82
VAM	17,85%		
VCB	14,16%		
Teor Ótimo	6,00%	Mín 5,7 a Max 6,3	± 0,3 (Por dentro)

Fonte: O próprio autor (2017)

3 CONCLUSÃO

Conclui-se que o reuso do resíduo cinza se mostra tecnicamente possível na adição parcial como filler no concreto asfáltico flexível, pois todos seus resultados ficaram dentro dos parâmetros exigidos.

Entretanto, analisando os resultados finais nota-se que não ocorreu melhorias na mistura asfáltica, apesar de ser possível sua utilização, a cinza não proporcionou mudanças favoráveis. Também pode-se observar que a cinza não apresentou boa interação com o ligante, com deficiência na adesividade entre eles e homogeneidade em sua concentração na mistura. Devido a sua baixa massa específica reduziu a densidade da fração, aumentando excessivamente o consumo de CAP o que tornaria sua utilização economicamente inviável, pois quanto maior a quantidade de finos maior será o teor de CAP, assim tornando a produção do concreto asfáltico flexível com um custo muito mais elevado, isso se a preocupação for o custo de curto prazo propendendo para os preços, pois o CAP representa em torno de 60% a 70% o custo de uma obra. Porém se o objetivo for o valor que isso representa a longo prazo, há grandes chances de ser viável sua utilização, de modo que ele trará ganhos no meio ambiente, evitando a necessidade de tomar medidas futuras para conter a poluição que a cinza causará.

REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL. **Ambiente Resíduos**. 2017. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/residuos/classes_dos_residuos.html>. Acesso em: 15 jun. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**. Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12891**. Dosagem de Mistura Betuminosa pelo Método Marshall. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15619**. Misturas asfálticas – Determinação da densidade máxima teórica e da massa específica máxima teórica em amostras não compactadas. Rio de Janeiro, 2016.

BALDO, José Tadeu. **Pavimentação Asfáltica**. 1. Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção**. 5. Ed. Vol 1. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos Científicos Editora LTDA, 2013.

DNER. **Manual de Pavimentação**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/Manual%20de%20Implanta%E7%E3o%20B%E1sica.pdf>. Acesso em: 19 mai. 2017.

FOELKEL, Celso. **Resíduos Sólidos Industriais do Processo de Fabricação de Celulose Kraft de Eucalipto. Parte 05: Resíduos Minerais**. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/eucaliptos/PT25_ResiduosMinerais.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2017.

PINTO, Salomão; PINTO, Isaac Eduardo. **Pavimentação Asfáltica**. 1.ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos Científicos Editora LTDA, 2015.

SENÇO, Wlastermiler de. **Manual de Técnicas de Pavimentação**. 2. ed. São Paulo: Editora Pini LTDA, 2007.

SOLOCAP, Geotécnica Rodoviária. **Proposição de método de dosagem Marshall para mistura betuminosa tipo CBUQ**. 1994.

WWF BRASIL. **O que é Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimen>

to_sustentavel/>. Acesso em: 07 mai. 2017.

PROJETO DE UM EDIFÍCIO GARAGEM EM ESTRUTURA METÁLICA PARAFUSADO

NA CIDADE DE CAÇADOR

Weligton Lucas Baschera¹
Luiz Fernando Gardini²

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de necessidade de um edifício garagem em estrutura metálica aparafusado, assim como os cálculos de dimensionamento de viga e pilar da edificação implementada na cidade de Caçador, Santa Catarina, tendo em vista a necessidade de se obter estacionamento para os veículos em horário de pico nas redondezas da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP.

Palavras-Chave: Edifício Garagem. Estrutura de Aço. Estacionamento. Universidade.

ABSTRACT

This work presents a study of the need for a garage building in bolted metallic structure, as well as the calculation of beam and pillar design of the building implemented in the city of Caçador, Santa Catarina, considering the need to obtain parking for vehicles in peak hours in the vicinity of Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP.

Keywords: Building Garage. Steel Structure. Parking. University.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a população do Brasil está com estimativa de 207 milhões de habitantes e há uma propensão de crescimento devido ao avanço da tecnologia

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil pela Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). Email: weligton@uniarpedu.onmicrosoft.com.

² Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho e em Engenharia de Produção pela Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC) e docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). Email: luizgardini@yahoo.com.br.

medicinal, onde constatou-se que a população vem se tornando cada vez mais idosa. O número de nascimentos vem diminuindo, porém, a expectativa de vida vem aumentando (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2017). Outro estudo foi realizado pelo IBGE no ano de 2013, afirmando que população no ano de 2030 poderá chegar a 224 milhões de habitantes.

Com maior número de população, outro fator também aumenta: os automóveis. Esse número não para de crescer no país, destinando-se um veículo a cada 4,4 habitantes (REIS, 2014). Tornando a criar outra problemática, dando a finalidade essencial desse trabalho. A quantia de automóveis num futuro próximo irá aumentar exponencialmente, e as dificuldades para se conseguir estacionamento nos dias de hoje já são elevadas, portando é de valia realizar um estudo para solucionar tal problema que será maior posteriormente.

Nas grandes cidades, os veículos estacionados acabam se tornando um problema, atingindo até três horas numa mesma vaga (BEVILAQUA, 2010). Tal problema também reflete em locais onde a concentração de pessoas aumenta durante um intervalo de tempo, como escolas, lojas comerciais e faculdade. Assim é o caso da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe – UNIARP, localizada na cidade de Caçador – SC, onde os alunos em horário de aula acabam aumentando essa necessidade por estacionamento nas redondezas.

Compreendendo este conceito, podemos afirmar que a solução mais eficaz para esse problema é a elaboração de um edifício garagem. Ao se adotar o modelo construtivo de garagem verticalizada, constata-se que há também um melhor desempenho e custo relativo mais baixo, quando comparado com garagens subterrâneas. A garagem subterrânea pode ser até 30% mais cara, afinal inclui custos de escavação e obras de contenção. Sendo assim, diminui a produção de entulho e não há o risco de interferir nas barreiras de água do subsolo. Outra característica importante é que ao se utilizar estacionamentos verticalizados, os espaços são mais aproveitados com uma superfície de menor extensão (REZENDE; GOUVEIA, 2006).

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 FASES NA CONSTRUÇÃO DE UMA OBRA EM ESTRUTURA DE AÇO

Sendo o resultado de um sistema industrializado, a estrutura metálica se inicia pelo projeto arquitetônico, seguido pelo projeto estrutural definitivo, passando pelo detalhamento do projeto para que haja a fabricação dos perfis, chapas, etc. a serem utilizadas. São limpadas e recebem uma camada de pintura para a proteção. São transportadas até o seu destino para que seja realizada a montagem e caso for necessário a proteção contrafogo (BELLEI; PINHO; PINHO, 2014).

2.2 PLANEJAMENTO DO PROJETO

Para um projeto eficiente ele deve conter duas fases no seu procedimento.

A primeira se restringe ao uso, afinal para garantir os resultados pretendidos pela arquitetura, o projeto deve conter áreas e espaços adequados para o trabalho, uma ventilação ou sistema de ar condicionado, sistemas de transporte entre os andares como escadas e elevadores, iluminação e boa estética (BELLEI; PINHO; PINHO, 2014).

A segunda fase deve satisfazer o projeto estrutural, obtendo escolhas de arranjos e dimensões dos elementos estruturais correta, de forma que as cargas de serviço provenientes do seu uso, assim como as ações externas que a estrutura recebe, sejam resistidas com segurança e estejam dentro dos limites aceitáveis (BELLEI; PINHO; PINHO, 2014).

2.3 NORMAS PARA DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL

As principais normas que são aplicadas na elaboração de cálculo de um edifício garagem são, de acordo com Bellei, Pinho e Pinho:

- NBR 5884 – Perfil estrutural soldado por arco elétrico;
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edifícios;
- NBR 6123 – Forças devido aos ventos em edificações;

-
- NBR 6648 – Chapas grossas de aço carbono para uso estrutural;
 - NBR 7007 – Aços-carbono e microligados para uso estrutural geral;
 - NBR 8800 – Projetos de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
 - NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações;
 - NBR 15279 – Perfil estrutural de aço soldado por eletrofusão.

2.4 METODOLOGIA

A implantação do edifício garagem em questão será analisado nas dependências da UNIARP, localizado na esquina da Rua Atílio Faoro com a Rua General Antônio Sampaio, onde hoje possui um estacionamento destinado para os alunos da instituição, uma casa sede para mestrado e um estacionamento para a arena multiuso da universidade. O edifício garagem em questão será em estrutura metálica parafusado e com locomoção por elevadores entre os pavimentos.

Para a determinação dos cálculos a serem realizados no trabalho, as normas vigentes serão a NBR 8800 (ABNT, 2008) – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios e a NBR 6123 (ABNT, 1988) – Forças devido aos Ventos.

As fórmulas serão obtidas através do Manual de Estruturas Metálicas, desenvolvida pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas – PUC e escrita pelo autor Augusto Cantusio Neto (2008).

O projeto arquitetônico foi todo desenvolvido utilizando alguns conceitos e dados que a obra Arte de Projetar em Arquitetura do autor Ernst Neufert, poderia oferecer.

2.4.1 O Terreno

O terreno onde será implantado possui uma característica retangular com uma metragem frontal de 37,86 metros (Rua Atílio Faoro) e uma metragem lateral de 40,3 metros (Rua General Antônio Sampaio). Onde atualmente existe um estacionamento de pequeno porte para os estudantes, uma casa para uso da



Figura 2 – 1ª Parte do Frontal do Terreno

Fonte: O próprio autor (2017)



Figura 3 – 2ª Parte do Frontal do Terreno

Fonte: Google Maps (2011)

E compo a parte lateral do terreno, localizada na Rua General Antônio Sampaio, segue a imagem:



Figura 4 – Parte Lateral do Terreno

Fonte: Google Maps (2011)

2.4.2 Lei Complementar Nº 168 do Município De Caçador – Sc

No capítulo I, o 1º Artigo da Lei Complementar Nº 168 (CAÇADOR, 2010) tem por objetivo:

Disciplinar o uso e a ocupação do solo urbano da Área Urbana da Cidade de Caçador e as atividades de urbanização realizados por agentes públicos e privados, observadas, no que couber, a legislação Federal, Estadual e Municipal pertinentes (LEI COMPLEMENTAR Nº 168, CAÇADOR, 2010 p. 1).

Enquanto o 2º Artigo da Lei Complementar Nº 168 (CAÇADOR, 2010) “dispõe sobre a compartimentação e subdivisão das macrozonas da Área Urbana da Cidade de Caçador e estabelece critérios e parâmetros de uso e ocupação do solo, com o objetivo de orientar e ordenar o crescimento da cidade”.

O 1º insumo do 2º Artigo da Lei complementa que as subdivisões das macrozonas da cidade são denominadas zoneamento, no qual visa determinar a melhor utilização da área levando em consideração a topografia, o sistema viário e a infraestrutura já existente, dividindo por setores, zonas e ocupação de solo,

Tabela 1 – Parâmetros Construtivos

Zona	Coeficiente de Aproveitamento			Taxa de Ocupação	Taxa de Permeabilidade Mínima	Altura Máxima	Recuo Frontal	Afastamento Lateral	Afastamento dos Fundos
ZC 2	CAB Básico	CAM ax	CAM in	%	%	Pavimento	m	m	m
	4	5	0,15	75	25	8	2	4	4

Fonte: Lei Complementar Nº 168 (2010)

O terreno possui uma área total de 1525,76 m² e a edificação possui área de 986,00 m², com recuo de 4 metros e 4,8 metros das laterais, com afastamento de 4,3 metros dos fundos e recuo frontal de 2 metros. O edifício garagem corresponde a 64,62% da taxa de ocupação, permitindo uma taxa de permeabilidade de 35,38%. Sendo assim a edificação atende os requisitos de implantação na Zona Central 2 – ZC2.

Para definir os andares, deve-se multiplicar a área do terreno pelo coeficiente de aproveitamento básico, totalizando uma área de aproveitamento de 6103,34m². Esta área deverá ser dividida pela área da edificação, portanto, obtém-se aproveitamento de aproximadamente 6 andares. O pavimento térreo comporta 29 vagas, sendo 19 vagas para veículos automotivos e 10 vagas para motocicletas. Os demais andares comportam 40 vagas, sendo 29 vagas para veículos automotivos e 11 vagas para motocicletas. O edifício garagem tem capacidade total de 208 vagas. Cada vaga automotiva possui largura de 2,5 metros e comprimento de 5,5 metros, enquanto a vaga de motocicletas possui 2 metros de comprimento por 1 metro de largura. As dimensões destas vagas estão conforme o código de obras do município de Caçador, locado no capítulo XIII – Locais para Estacionamento ou Guarda de Veículos, art. 93 (CAÇADOR, 2006).

Para a locomoção dos veículos entre os andares foram destinados dois elevadores, cada um possui largura de 3 metros e comprimento de 6 metros, ainda seguindo os critérios do artigo acima citado, que irão se locomover entre os 6 andares do edifício garagem. Para que haja uma operação eficiente dos elevadores, deverá se ter uma pessoa contratada que destinará os veículos para as respectivas vagas pelos andares. Este operador terá auxílio de câmeras pelo edifício e no

elevador, além de comunicação por voz no elevador com os usuários.

2.5.2 Cargas Estáticas Devido à Ação dos Ventos

Para elaboração dos cálculos da ação de ventos, será utilizado o programa Visual Ventos da empresa Etools, que seguem os parâmetros da NBR 6123 (ABNT, 1988).

2.5.2.1 Velocidade Básica do Vento (V_0)

A velocidade básica do vento para a cidade de Caçador – SC é de 45m/s, conforme a figura 26 deste trabalho.

2.5.2.2 Fator Topográfico (S_1)

Este edifício garagem está situado num terreno plano ou fracamente acidentado, definindo o fator $S_1=1,0$.

2.5.2.3 Fator de Rugosidade (S_2)

O fator de rugosidade se enquadra na categoria III, caracterizado por terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas. A cota média do topo dos obstáculos é considerada igual a 3 metros. São exemplos desta categoria granjas e casas de campo, com exceção das partes com matos, fazendas com sebes e/ou muros, subúrbios a considerável distância do centro, com casas baixas e esparsas. A classe da edificação se enquadra na categoria B (maior dimensão entre 20 e 50 metros). O fator de rugosidade varia de acordo com altura (H), em cada 5m e 5m.

2.5.2.4 Fator Estático (S_3)

O Fator Estático se enquadra no grupo 01, que caracteriza como edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva. Gerando o fator $S_3=1,10$.

2.5.2.5 Incidência de Vento nas Vigas e Pilares

Conclui-se então as cargas finais de vento que incidem na estrutura do edifício garagem:

Tabela 2 – Distribuição de cargas na estrutura

Vento 0º	1,75kN/m
Vento 90º	1,33kN/m

Fonte: O próprio autor (2017)

Por questões de segurança, o maior valor obtido entre as duas direções será considerado para toda a estrutura.

2.5.3 Estrutura do Edifício Garagem

Segue imagens abaixo, demonstrando a configuração estrutural do edifício garagem. As vigas e pilares serão definidas por cálculos posteriores, porém a espessura da laje será de 15cm.

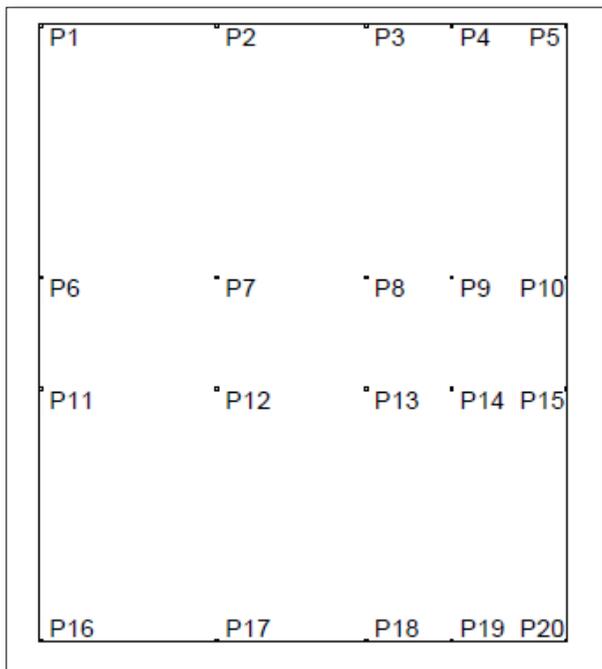


Figura 6 - Pilares

Fonte: O próprio autor (2017)

V5C	V1A	V1B	V1C	V1D
V5B	V2A	V2B	V2C	V2D
V5A	V3A	V3B	V3C	V3D
V4A	V4B	V4C	V4D	V9C
V6C			V7C	V8C
V6B			V7B	V8B
V6A			V7A	V8A
				V9B
				V9A

Figura 7 – Vigas

Fonte: O próprio autor (2017)

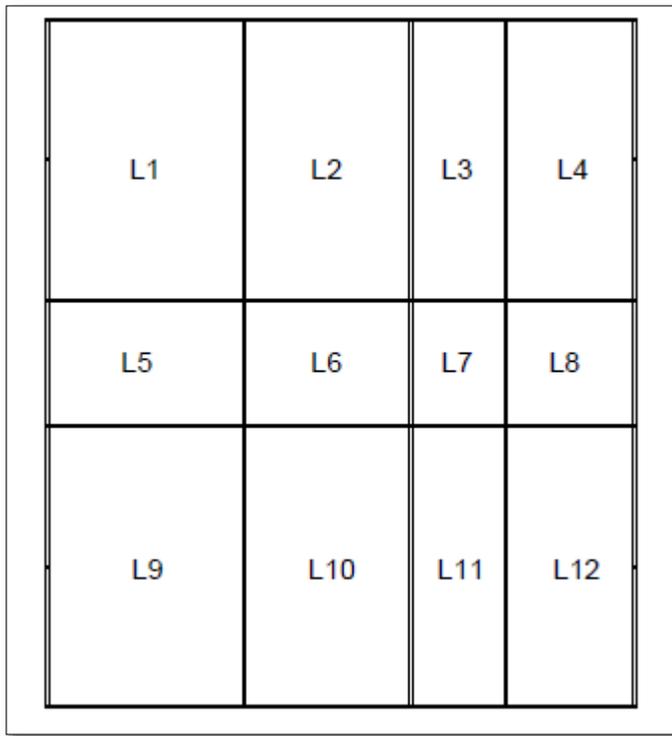


Figura 8 – Lajes

Fonte: O próprio autor (2017)

2.5.4 Cargas do Edifício Garagem

Será realizado um estudo de cargas para definir as vigas e pilares da estrutura, baseado pelas normas NBR 8800 (ABNT, 2008) e NBR 6120 (ABNT, 1978).

2.5.4.1 Definição de cargas do edifício garagem

O edifício garagem será calculado a partir da maior carga que toda estrutura recebe, por motivos de padronização e estética da obra. Tornando-a mais viável, pois as aplicações de vários modelos de perfis podem encarecer a obra.

Sendo assim, todas as lajes serão biapoiadas e todas as vigas deverão suportar um momento fletor de pelo menos 325kN.m e uma carga uniformemente distribuída de 65,55kN/m. Enquanto os pilares deverão suportar uma carga pontual de pelo menos 1239kN, com carga de vento de 1,75kN/m.

2.5.5 Dimensionamento de Vigas

Para a elaboração de cálculo, será utilizado o perfil tipo “I”, padrão Açominas W610 x 155,0. Com os seguintes dados:

Tabela 9 – Informações do Perfil

Informações do Perfil		Unidade
d	61,1	cm
bf	32,4	cm
h	57,3	cm
tw	1,27	cm
tf	1,90	cm
Wx	4241,7	cm ³
ly	10783	cm ³
Af	61,56	cm ²
Aw	72,77	cm ²
Lb	630	Cm

Fonte: Neto (2007)

Obtendo as informações do perfil, pode-se dar o início do cálculo:

Coeficiente da Alma (Qa):

$$\frac{57,3}{1,27} \leq \frac{540}{\sqrt{25}} = 45,12 < 108 \therefore Qa=1,0 \quad (01)$$

Determinação da flambagem local (Qs):

$$\frac{57,3}{1,27} \leq 70 = 45,12 < 70 \therefore Kc=1,0 \quad (02)$$

$$\frac{16,2}{1,90} \leq \frac{80}{5} = 8,53 < 16 \therefore Qs=1,0 \quad (03)$$

Verificação da Seção Compacta ou Não compacta:

$$\frac{16,2}{1,90} \leq 10,8 = 8,53 < 10,8 \therefore \text{Seção Compacta} \quad (04)$$

Apoios Laterais:

$$630 > \frac{63 \cdot 32,4}{25} = 630 > 81,65 \text{ Sem apoio lateral} \quad (05)$$

$$630 > \frac{14060}{\frac{61,1}{61,56} \times 25} = 630 > 566,63 \text{ Sem apoio lateral} \quad (06)$$

Raio de giração (Rt):

$$\sqrt{\frac{10783}{2 \times \left(61,56 + \frac{72,77}{6}\right)}} = 8,55 \text{cm} \quad (07)$$

Após a verificação desses fatores, pode-se calcular as tensões ' e “:

$$\frac{630}{8,55} \leq 120 = 73,68 < 120 \therefore T_{x'} = 0,67 - \left[\frac{T_{esc} \times \left(\frac{lb}{rt}\right)^2}{1075670} \right] \times T_{esc} \quad (08)$$

$$T_{x'} = 0,67 - \left[\frac{25 \times \left(\frac{630}{8,55}\right)^2}{1075670} \right] \times 25 = 13,60 \text{kn/cm}^2 \quad (09)$$

$$T_x'' = \left[\frac{8430}{\left(\frac{630 \times 61,1}{61,56} \right)} \right] = 13,48 \text{kn/cm}^2 \quad (10)$$

A tensão adotada foi a maior entre elas, e por isso, deve-se adotar 13,60kn/cm² para realizar o cálculo de momento fletor e verificação de carga da viga, sendo assim:

$$13,60 = \frac{M_x}{4241,7} = 57687,12 \text{kn.cm ou } 576,87 \text{kn.m} \quad (11)$$

$$576,87 = \frac{q \times 6,3^2}{8} \therefore q = 116,28 \text{kn/m} \quad (12)$$

O perfil W610 x 155,0 tem capacidade suficiente de aguentar a cargas atuantes da estrutura, sendo assim, conclui-se para o vigeamento este é um perfil aceito.

2.5.6 Dimensionamento de Pilares

Para a elaboração de cálculo, será utilizado o perfil tipo “I” soldado – CVS 300 x 85,0. Com os seguintes dados:

Tabela 10 – Informações do Perfil

Informações do Perfil		Unidade
Área do perfil	108,625	cm ²
d	30	cm
bf	20	cm
h	26,1	cm
tw	1,25	cm
tf	1,9	cm
Wx	1127	cm ³
Wy	254	cm ³

rx	12,5	cm
ry	4,83	cm
ly	2538	cm ⁴
Af	38	cm ²
Aw	32,625	cm ²

Fonte: Neto (2007)

Obtendo as informações do perfil, pode-se dar o início do cálculo:

Cálculo estático:

$$\frac{5,15 \times 3^2}{8} = 5,79 \quad (13)$$

Verificação de Compressão (Flambagem Global):

$$Klx = 300 \times 2 = 600 \quad (14)$$

$$Kly = 300 \quad (15)$$

$$\lambda_x = \frac{600}{12,5} = 48 < CC128 \quad (16)$$

$$\lambda_y = \frac{300}{4,83} = 62,11 < CC128 \quad (17)$$

$$F_s = 1,667 + \left(\frac{0,375 \times 62,11}{128} \right) - \left(\frac{0,125 \times 62,11^3}{128^3} \right) = 1,83 \quad (18)$$

$$F_a = \left[1 - \left(\frac{62,11^2}{2 \times 128^2} \right) \right] \times \left(\frac{25}{1,83} \right) = 12,02 < 0,6 \times 25 \therefore 12,02 < 15 \quad (19)$$

$$f_a = \left(\frac{1244,25}{108,625} \right) = 11,45 \quad (20)$$

Verificação de Compressão (Flambagem Local):

$$Q_a = \left(\frac{26,1}{1,25} \right) = 20,88 < 37 \therefore Q_a = 1,0 \quad (21)$$

$$K_c = \frac{26,1}{1,25} \leq 70 = 20,88 < 70 \therefore K_c = 1,0 \quad (22)$$

$$Q_s = \frac{10}{1,90} \leq 14 = 5,26 < 14 \therefore Q_s = 1,0 \quad (23)$$

Verificação da Seção Compacta ou Não compacta:

$$SC = \frac{10}{1,90} \leq 10,8 = 5,26 < 10,8 \therefore \text{Seção Compacta} \quad (24)$$

Apoios Laterais:

$$AP: 630 > \frac{63 \cdot 20}{25} = 300 > 252 \text{ Sem apoio lateral} \quad (25)$$

$$AP: 630 > \frac{14060}{\frac{30}{38} \cdot 25} = 300 > 712,38 \text{ Com apoio lateral} \quad (26)$$

A estrutura terá apoio lateral, pois a verificação que comanda é a segunda condição.

Raio de giração (R_t):

$$R_t = \sqrt{\frac{2538}{2 \times \left(38 + \frac{32,625}{6}\right)}} = 5,41 \text{ cm} \quad (27)$$

Após a verificação desses fatores, pode-se calcular as tensões ' e ":

$$\frac{300}{5,41} \leq 159 = 55,50 < 159 \therefore F_{bx}' \text{ e } F_{bx}'' = 0,66 \times T_{esc} \quad (28)$$

$$F_{bx}' \text{ e } F_{bx}'' = 0,66 \times 25 = 16,50 \text{ kN/cm}^2 \quad (29)$$

$$Q_e = \frac{26,1}{1,25} < \frac{632}{\sqrt{16,50}} \therefore 20,88 > 155,59 \quad (30)$$

Tensão Atuante:

$$f_{bx} = \frac{5,79}{1127} = 0,00514 \quad (31)$$

$$F_{by} = 0,75 \times 25 = 18,75 \quad (32)$$

$$F_{by} = \frac{1244,25}{254} = 489,86 \quad (33)$$

Verificação de Flexão Composta

$$f_a / F_a < 1 = 0,95 < 1 \quad (34)$$

$$F'_{ex} = \frac{105563}{48^2} = 45,82 \quad (35)$$

$$F'_{ey} = \frac{105563}{62,11^2} = 27,36 \quad (36)$$

$$F'_{ey} = \frac{489,86}{\left(1 - \frac{11,45}{27,36}\right) \times 18,75} = 44,94 \quad (37)$$

Verificação se o pilar irá aguentar os esforços:

$$VP = \frac{0,95}{\left(\frac{0,00514}{16,5}\right)} < 1 = 0,95 < 1 \quad (38)$$

Sendo assim, o pilar tem capacidade de suportar os esforços que atuam sobre ele.

3 CONCLUSÃO

Ao avanço da tecnologia pode-se notar que o domínio sobre o aço foi crescendo, não sendo mais somente utilizado para a confecção de armamentos militares da antiguidade, assim como trilhos para trens ou pontes treliçadas. A necessidade por uma tecnologia que oferecesse um melhor aproveitamento dos espaços internos gerou a busca por materiais que pudessem substituir o concreto, sendo empregado o uso do metal como vigas e pilares.

O aço trouxe muitas vantagens que fez com se destacasse dentro da construção civil. Proporcionou grandes vãos, menor peso estrutural, tempo reduzido na execução e menor custo final, pois apesar de necessitar de mão de obra especializada, que é considerado uma desvantagem, o tempo de execução é bem reduzido quando comparado a vigas e pilares moldadas em concreto armado. Outra vantagem é que os perfis são fabricados seguindo normas rigorosas, que devem atender e satisfazer o projeto estrutural, podendo ser substituída caso aquela não venha a promover a resistência adequada. Quanto as suas propriedades, podemos afirmar que o aço é um material com característica dúctil, resiliente e tenaz, ou seja, possui tanto a característica de voltar ao seu estado normal após sofrer algum tipo

de esforço como a capacidade de sofrer um impacto sem se deformar. O aço, assim como os demais materiais, não está livre da fadiga e nem da corrosão, porém há medidas que auxiliam a diminuição desses fatores, oferecendo longevidade a estrutura metálica.

As principais normas que são utilizadas para elaboração deste projeto são a NBR 8800 (ABNT, 2008) – Projetos de Estrutura de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de edifícios; NBR 6123 (ABNT, 1988) – Forças devido aos ventos em edificações e NBR 6120 (ABNT, 1980) – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Todas essas normas são de grande valia para o dimensionamento da estrutura, pois foram elas que auxiliaram a obter os resultados deste trabalho, para poder definir as vigas e pilares do edifício garagem.

Por fim, percebemos que a falta de espaços em centros urbanos para estacionamento de veículos já é uma realidade nos dias de hoje. E o emprego de um edifício verticalizado é um ato seguro que promove a precaução de um problema que já enfrentamos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123: Forças devido ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008.

BELLEI, Ildony H; PINHO, Fernando O; PINHO, Mauro O. Edifícios de múltiplos andares em aço. 2. ed. São Paulo: Pini, 2014.

BEVILAQUA, Rosane. Edifícios Garagem Estruturados em Aço. 2010. Disponível em: <<https://www.gerdau.com/br/pt/productservices/products/Document%20Gallery/artigo-edificios-garagem.pdf>> Acesso em: 19 fev. 2017.

CAÇADOR (SC). Lei complementar nº168, 16 de abril de 2010. Lex: lei de zoneamento, Caçador, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 20 fev. 2017.

NETO, Augusto Cantusio. Estruturas Metálicas I. 2008. Disponível em: <http://www.acn.eng.br/imagens/downloads_acad/EM%20I.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2017.

REIS, Thiago. Com aumento da frota, país tem 1 automóvel para cada 4 habitantes. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/brasil/noticia/2014/03/com-aumento-da-frota-pais-tem-1-automovel-para-cada-4-habitantes.html>> Acesso em: 20 fev. 2017.

REZENDE, Ezequiel Mendonça; GOUVEIA, Antônio Maria Claret de. Sistemas de estacionamento vertical modulado em estrutura metálica. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rem/v59n3/v59n3a05.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2017.

CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: O ASPECTO SOCIAL E O DESAFIO CULTURAL NA ENGENHARIA CIVIL

Claudia Anahi Aguilera Larrosa¹
Liane da Silva Bueno²

RESUMO

Este artigo apresenta uma reflexão a respeito das construções sustentáveis. Define, e de forma sucinta identifica a atual abrangência deste tema na realidade brasileira. Uma contextualização para apoiar estudos acadêmicos de um assunto inovador e, que pela sua relevância na formação de um profissional de Engenharia Civil, propõem uma leitura esclarecedora a respeito do tema, afim de conduzir novas posturas nas futuras decisões técnicas, pautadas pelo desenvolvimento sustentável da construção civil. Portanto, reflete a quebra de paradigmas, quanto as tecnologias dos materiais e métodos construtivos, o aspecto social e o desafio cultural das intervenções sustentáveis nos espaços urbanos.

Palavras-Chave: Construção sustentável. Aspecto Social. Aspecto Cultural. Espaços urbanos. Engenharia Civil.

ABSTRACT

This article presents a reflection about the sustainable constructions. Defines and succinctly identifies the current scope of this theme in the brazilian reality. A context to support academic studies of something innovative and that by your importance in the formation of a professional Civil Engineering, propose a reading enlightening on the subject, in order to drive new postures in future technical decisions, grounded by the sustainable development of civil construction. Therefore, it reflects the

¹ Professora do IFSUL no Campus Avançado Jaguarão/RS. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGCI) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). email: claudialarrosa@ifsul.edu.br.

² Coordenadora e Professora do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). Mestre em Engenharia Civil e Doutora em Engenharia de Produção com ênfase em Gestão Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Email: lianebueno@gmail.com.

breaking of paradigms, as the technologies of materials and construction methods, the social aspect and the cultural challenge of sustainable interventions in urban spaces.

Keywords: Sustainable construction. Social. Cultural. Urban spaces. Civil Engineering.

1 INTRODUÇÃO

Estudos relacionados do papel social das propriedades a muito tem sido estudado, pesquisado, buscando a sustentabilidade territorial dos usos dos solos, como é o caso dos estudos das áreas de ocupação com fatores de risco (Bueno, 2000), bem como o avanço das leis ambientais, dentre outros tem-se (Maricato, 2017), que reflete a respeito da melancolia a respeito das desigualdades urbanas.

Salientando-se que a realidade das cidades brasileiras até então vem desenvolvendo-se numa perspectiva territorial que retrata a impregnação dos quatrocentos anos de escravidão no país, onde os centros urbanos assemelham-se a casa grande, e as regiões periféricas as senzalas, conforme reflete (Maricato, 2017).

Frente esta realidade, busca-se pensar a cidade de forma democrática. Para tanto, induz-se reflexões sobre as moradias sustentáveis; as construções sustentáveis, atendendo ao cumprimento do caráter social, afirmando-se ser estas, um dos principais atores na composição deste cenário, ou seja, pensar as cidades de forma responsável, além do saber construir de forma integrada em harmonia com entorno, garantir as futuras gerações mobilidade urbana e o meio ambiente sustentável.

2 CONSTRUÇÃO

Segundo CARDÃO (1988), as técnicas da construção estão relacionadas ao que se refere ao conhecimento dos materiais, a resistência dos materiais, aos métodos construtivos e ao conhecimento da arte. Destaca o edifício como toda construção que se destina ao abrigo e proteção contra as intempéries e contra as ações provocadas pelo homem frente sua relação social, seus bens materiais e espirituais.

3 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Para SATTLER (2017), existe uma definição para sustentabilidade, onde para sermos sustentáveis deveremos aprender a “viver dentro da capacidade de suporte do planeta”. Esta definição, se aplicada a construções, sugere que construamos dentro desta “capacidade de suporte”.

Por outro lado, o Relatório Planeta Vivo 2016, do WWF, sugere que, com uma população superior a 7,2 bilhões de habitantes, e que com todos os impactos já causados ao planeta, já tenhamos ultrapassado a sua capacidade de suporte. Ou seja, estamos vivendo em um momento da história deste planeta de recursos finitos, em que estamos consumindo demais, poluindo demais, destruindo as cadeias de vida que nos possibilitam continuar vivendo. Então, construir sustentavelmente, requer que levemos tudo isso em consideração e repensemos, inclusive, a forma como estamos transformando o ambiente natural em ambiente construído, dentro dos limites da capacidade de suporte do planeta, ressalta o autor.

Tem-se que, o Conselho Internacional da Construção – CIB aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

Estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção. Tais aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, sintetizam as relações entre construção e meio ambiente. Portanto, o setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. Frente esta realidade, busca-se minimizar os impactos ambientais provocados pela construção civil, através do paradigma da construção sustentável.

No entendimento da Agenda 21, a construção sustentável em países em desenvolvimento, define-se como "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica". O conceito transcende a sustentabilidade ambiental, para agregar a sustentabilidade econômica e social, enfatizando o valor da qualidade de vida dos

indivíduos e das comunidades.

4 DESAFIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Assim sendo, os desafios para o setor da construção são diversos, porém, em síntese, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído.

Para tanto, o Ministério do Meio Ambiente (2017), aponta a necessidade de:

- Mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições;
- Busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis;
- gestão ecológica da água;
- Redução do uso de materiais com alto impacto ambiental;
- Redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e especificações que permitam a reutilização de materiais;
- Além disso, a construção e o gerenciamento do ambiente construído devem ser encarados dentro da perspectiva de ciclo de vida.

5 TENDÊNCIAS ATUAIS DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

As tendências atuais em relação ao tema da construção sustentável caminham em duas direções segundo o Ministério do Meio Ambiente (MMA) (2017). De um lado, centros de pesquisa em tecnologias alternativas pregam o resgate de materiais e tecnologias vernáculos com o uso da terra crua, da palha, da pedra, do bambu, entre outros materiais naturais e pouco processados a serem organizados em ecovilas e comunidades alternativas. De outro lado, empresários apostam em "empreendimentos verdes", com as certificações, tanto no âmbito da edificação quanto no âmbito do urbano. No entanto, muito edifícios rotulados como verdes refletem apenas esforços para reduzir a energia incorporada e são, em muitos outros aspectos, convencionais, tanto na aparência quanto no processo construtivo.

Para a implantação urbana, o referido ministério recomenda: adaptação à

topografia local, com redução da movimentação de terra; preservação de espécies nativas; previsão de ruas e caminhos que privilegiem o pedestre e o ciclista e contemplem a acessibilidade universal; previsão de espaços de uso comum para integração da comunidade; e, preferencialmente, de usos do solo diversificados, minimizando os deslocamentos.

Bem como, no âmbito da edificação, prevê como essenciais: a adequação do projeto ao clima do local, minimizando o consumo de energia e otimizando as condições de ventilação, iluminação e aquecimento naturais; previsão de requisitos de acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida ou, no mínimo, possibilidade de adaptação posterior; atenção para a orientação solar adequada, evitando-se a repetição do mesmo projeto em orientações diferentes; utilização de coberturas verdes; e a suspensão da construção do solo (a depender do clima).

Observa que, para a escolha dos materiais de construção: a utilização de materiais disponíveis no local, pouco processados, não tóxicos, potencialmente recicláveis, culturalmente aceitos, propícios para a autoconstrução e para a construção em regime de mutirões, com conteúdo reciclado. Além disso, deve-se evitar sempre o uso de materiais químicos prejudiciais à saúde humana ou ao meio ambiente, como amianto, CFC, HCFC, formaldeído, policloreto de vinila (PVC), tratamento de madeira com CCA, entre outros. Quanto aos resíduos da construção civil, deve-se atentar para a sua redução e disposição adequada, promovendo-se a reciclagem e reuso dos materiais (MMA, 2017).

Com relação à energia, recomenda o uso do coletor solar térmico para aquecimento de água, de energia eólica para bombeamento de água e de energia solar fotovoltaica, com possibilidade de se injetar o excedente na rede pública. Sobre águas e esgoto, é interessante prever: a coleta e utilização de águas pluviais, utilização de dispositivos economizadores de água, reuso de águas, tratamento adequado de esgoto no local e, quando possível, o uso de banheiro seco (MMA, 2017).

A respeito do tratamento das áreas externas, aponta a valorização dos elementos naturais no tratamento paisagístico e o uso de espécies nativas, a destinação de espaços para produção de alimentos e compostagem de resíduos orgânicos, o uso de reciclados da construção na pavimentação e de pavimentação permeável, a previsão de passeios sombreados no verão e ensolarados no inverno

(MMA, 2017)

6 CONSTRUÇÃO VERDE

Kruger e Seville (2016), definem a construção verde como um conjunto de técnicas e práticas de projetos, construção e manutenção que minimizam o impacto ambiental total de uma edificação. Os efeitos de planejamento destas etapas, tem efeitos a longo prazo diretos sobre muitos aspectos do meio ambiente.

Eficiência energética, eficiência de recursos, durabilidade, uso eficiente de água, qualidade de ambiente interno, impacto reduzido na comunidade, educação e manutenção para o proprietário, desenvolvimento local sustentável, identifica-se como sendo os princípios da construção verde. Estes deverão ser considerados em projetos, nas construções bem como nas manutenções.

7 CONCLUSÃO

Os governos municipais possuem grande potencial de atuação na temática das construções sustentáveis. As prefeituras podem induzir e fomentar boas práticas por meio da legislação urbanística e código de edificações, incentivos tributários e convênios com as concessionárias dos serviços públicos de água, esgotos e energia. Para contribuir com tais iniciativas, deverão seguir um conjunto de prescrições adequadas à realidade brasileira abrangendo aspectos urbanísticos e as construções. Tais como prescrições direcionadas a implantação dos ambientes urbanos, as edificações propriamente ditas, quanto a escolha dos materiais das construções, a escolha da energia, bem como quanto as áreas externas desde paisagismo aos matérias de pavimentação das rodovias. É preciso pensar também na fabricação dos materiais de construção. Um dos maiores responsáveis pelas emissões de CO₂ é a fabricação de cimento. Apresentam CRUZ, GONÇALVES, SILVA, *et al* (2004) em sua pesquisa, o desenvolvimento de uma ferramenta de análise da sustentabilidade energética e ambiental em edificações, com o objetivo de avaliar o consumo energético dos materiais de construção, tendo como parâmetro dois indicadores, tais como o energético – representado pelo conteúdo energético dos insumos (kWh/m²) e o indicador ambiental – emissões de CO₂ (tCO₂/m²).

Destacam os autores que os materiais que participam mais ativamente na produção de CO₂ baseou-se na seleção dos setores mais significativos: a Indústria do Cimento, Aço, Cerâmica e Agregados, analisadas segundo as fontes de energia utilizadas na produção e o seu respectivo consumo energético.

Cabe refletir que, para atender ao enquadramento de construção verde precisa-se buscar toda informação técnica científica que venha comprovar a qualidade desde a adoção de métodos construtivos quanto dos materiais a serem utilizados nas edificações. Concluindo-se que, para buscar-se uma construção que venha comungar com os dogmas da sustentabilidade ambiental, antes de mais nada requer uma internalização por parte dos profissionais ligados a construção civil, seja na etapa de planejamento, construção ou manutenção das obras. E para tanto, assumir uma postura diferenciada das tradicionais, ou seja, uma postura de forma integrada, e porque não dizer holística no fundamento das diretrizes que definirão o destino das futuras construções e dos espaços urbanos de nossos municípios. Destacando-se que esse é um tema que não se esgota aqui, mas que deverá persistir e aprofundar cada vez mais, para que as mudanças sejam consolidadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Construção Sustentável**. Brasília, 2017.

BUENO, Liane da Silva. **Estudo em Áreas de Ocupação Urbana com Fatores de Risco: O Caso do Bairro Córrego Grande – Florianópolis/SC**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

CARDÃO, Celso. **Técnica da Construção**. Vol1. 8 ed. Belo Horizonte: Ed. Engenharia e Arquitetura, 1988.

CRUZ, Andrea Borges de Souza; GONÇALVES, Jardel Pereira; SILVA, Neilton Fidelis da. et al. **Avaliação da Sustentabilidade Energética e Ambiental em Edificações**. Artigo apresentado na I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável x Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Disponível em:

ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0725d.pdf. Acesso em: dez. 2017.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira. **A Questão Ambiental:**

Diferentes Abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand brasil, 2003.

KRUGER, Abe; SEVILLE, Carl. **Construção Verde - Princípios e Práticas na Construção Residencial.** São Paulo: Editora [Cengage Learning](#), 2016.

MARICATO, Ermínia. **Melancolia na desigualdade urbana.** Disponível em: <https://erminiamaricato.net/2017/05/16/melancolia-na-desigualdade-urbana/>. Acesso: dez. 2017.

SATTLER, Miguel A. **Habitações de baixo custo mais sustentáveis: A Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis.** Porto Alegre: ANTAC, 2007 (Coleção Habitare, 8). 448 p.

SATTLER, Miguel A. **Mix Sustentável** - Edição 05/V3.N.1 | 2017. Disponível em: <http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/files/2017/05/Mix-Sustenta%CC%81vel-5-Entrevista-3.pdf>. Acesso em: Dez 2017.

SPERB, M. R. **Avaliação de tipologias habitacionais a partir da caracterização de impactos ambientais relacionados a materiais de construção.** 2000. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

ANÁLISE DA ACESSIBILIDADE NAS CALÇADAS NO ENTORNO DO HOSPITAL

MAICÉ, NA CIDADE DE CAÇADOR - SC

Carolina da Silva¹
Gabriela Cassol²

RESUMO

A cidade de Caçador-SC possui uma considerável parcela de sua população que apresenta algum tipo de deficiência, seja ela, de natureza moderada ou severa. Principalmente, para esta parte da população, o deslocamento diário pelos passeios públicos da cidade é repleto de obstáculos e dificuldades. Em virtude desta circunstância, o presente trabalho trata de um levantamento da análise da acessibilidade nas calçadas no entorno do hospital Maicé, na cidade de Caçador-SC. O trabalho apresenta conceitos básicos relativos a acessibilidade, requisitos impostos pela NBR 9050 (ABNT, 2015) e materiais mais adequados utilizados na construção de calçadas. A partir deste levantamento torna-se possível conhecer as condições atuais apresentadas nos passeios públicos na cidade, observando parâmetros básicos para sua correta utilização. O levantamento foi realizado nas imediações do hospital Maicé, localizado no Bairro Reunidas, considerando a Rua Bolívia, Rua Colômbia, Rua Equador, Rua Herculano Coelho de Souza.

Palavras-Chave: Acessibilidade. Calçadas. Vias públicas. Pessoas com deficiência.

ABSTRACT

The city of Caçador-SC has a considerable portion of its population that presents some type of disability, be it of a moderate or severe nature. Mainly, for this part of the population, the daily commute through the city's public walks is fraught with obstacles and difficulties. Due to this circumstance, the present work deals with a

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (UNIARP). email: carolina.silva@hotmail.com.

² Mestre em Engenharia Civil, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho e docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe(UNIARP). email: gabriela.cassol@uniarp.edu.br.

survey of the

accessibility analysis on the sidewalks around Maicé hospital, in the city of Caçador–SC. The work presents basic concepts related to accessibility, requirements imposed by NBR 9050 (ABNT, 2015) and more suitable materials used in the construction of sidewalks. From this survey it becomes possible to know the current conditions presented in public walks in the city, observing basic parameters for its correct use. The survey was carried out in the vicinity of the Maicé hospital, located in the Reunidas neighborhood, considering Rua Bolivia, Rua Colombia, Rua Ecuador, Rua Herculano Coelho de Souza.

Keywords: Accessibility. Sidewalks. Public roads. People with disabilities.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência - SNPD (2012), a deficiência é um tema dos direitos humanos e como tal obedece ao princípio de que todo o ser humano tem o direito de desfrutar de todas as condições necessárias para o desenvolvimento de seus talentos e aspirações, sem ser submetido a qualquer tipo de discriminação.

Para garantir os direitos das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida foram criadas algumas legislações no país. A primeira seria a Constituição Federal (BRASIL, 1988) que garante a toda pessoa o direito de ir e vir, ainda dispõe sobre a adaptação de logradouros, dos edifícios de uso público e dos veículos de transporte coletivo afim de garantir acesso adequado às pessoas com deficiência.

Em seguida, as Leis Federais nº 10.048 (BRASIL, 2000) e a nº 10.098 (BRASIL, 2000) estabeleceram normas gerais e critérios básicos para promoção de acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, temporária ou definitivamente.

O Artigo 3 da Lei nº 10.098 (BRASIL, 2000) estabelece que o planejamento e a urbanização das vias públicas, dos parques e dos demais espaços de uso público deverão ser concebidos e executados de forma a torná-los acessíveis para todas as pessoas, inclusive para aquelas com deficiência ou com mobilidade reduzida.

A partir dessas informações surge a ideia de realizar o levantamento das calçadas na cidade de Caçador-SC, com a intenção de que através da apresentação da situação atual das calçadas, consiga-se em um futuro breve, garantir o direito de acesso à mobilidade com autonomia e segurança de todas as pessoas,

independentemente de sua condição física e social.

A situação precária das calçadas e a falta de informação da sociedade, mostra a importância da elaboração de projetos e estudos voltados a acessibilidade para a população de Caçador, promovendo a cidadania e a inclusão social. O levantamento pretende apresentar a relevância da inclusão das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida. Logo, os passeios públicos de Caçador atendem as orientações da Norma Brasileira NBR 9050 (ABNT, 2015)?

O Artigo 5 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) estabelece o direito de ir e vir de todos os cidadãos brasileiros, isto é, qualquer cidadão incluindo pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida têm esse direito.

Logo, o levantamento surge primeiramente da necessidade de conscientizar a população de Caçador sobre a importância de tornar acessível os espaços públicos, contribuindo para a melhoria de vida das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, além de contribuir para o desenvolvimento inclusivo.

O trabalho tem como objetivo geral a realização de um levantamento da situação atual da acessibilidade nas calçadas da região próxima ao Hospital Maicé na cidade de Caçador/SC.

O levantamento foi realizado nas imediações do hospital Maicé, localizado no bairro Reunidas, considerando a Rua Bolívia, Rua Colômbia, Rua Equador e Rua Herculano Coelho de Souza.

Em seguida, foi realizado o levantamento da situação atual das calçadas sendo realizado através da análise in loco, para tal, foi elaborado uma lista de verificação in loco dos parâmetros indispensáveis ao projeto.

Por fim, intenciona-se com este trabalho, conscientizar a população sobre a necessidade da inclusão social das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, lembrando que é direito de todos o ir e vir com segurança, independentemente de suas limitações.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 DEFICIÊNCIA NO BRASIL

O Artigo 2 da Lei nº 10.098 (BRASIL, 2000) define como pessoa com deficiência aquela que possui impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em contato com uma ou mais barreiras, pode ser obstruída sua participação plena na sociedade em igual condição com as demais pessoas.

Ainda de acordo com o Artigo 2 da Lei nº 10.098 (BRASIL, 2000), pessoa com mobilidade reduzida é toda aquela que possua, por qualquer motivo, dificuldade de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em contato com uma ou mais barreiras, pode ser impedida sua participação plena na sociedade em igual condição com os demais indivíduos.

Segundo dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no censo demográfico de 2010, 45.606.048 dos brasileiros, cerca de 23,90% da população total, possui algum tipo de deficiência – visual, auditiva, motora e mental ou intelectual. Destes brasileiros, 25.800.681 (26,5%) são mulheres e 19.805.367 (21,2%) são homens, e 38.473.702 (84,36%) pessoas vivem em áreas urbanas e 7.132.347 (15,64%) em áreas rurais (SECRETARIA NACIONAL DE PROMOÇÃO DOS DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA, 2012).

Dos 23,9% brasileiros com deficiência, 18,60% possuem deficiência visual, 5,10% são auditivas, 7% motoras e as deficiências mentais ou intelectuais ocorrem em 1,40% da população (SECRETARIA NACIONAL DE PROMOÇÃO DOS DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA, 2012).

Todos os brasileiros com deficiência têm seus direitos humanos garantidos por lei, para eles são desenvolvidos programas e ações do Governo Federal e da SNP. Porém as políticas públicas têm seu foco principal em deficiências severas (SECRETARIA NACIONAL DE PROMOÇÃO DOS DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA, 2012).

De acordo com o IBGE, em 2010 pelo menos 8,30% da população brasileira apresentava alguma deficiência severa. Destes 3,46% apresentavam deficiência visual severa, 1,12% auditiva, 2,33% deficiência motora severa e em 1,40% foram

identificadas deficiências mentais ou intelectuais (SECRETARIA NACIONAL DE PROMOÇÃO DOS DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA, 2012).

2.2 ACESSIBILIDADE

De acordo com a Declaração de Madri (2002) as pessoas com deficiência têm os mesmos direitos humanos que todos os demais cidadãos. Logo, todas as comunidades devem procurar garantir que as pessoas com deficiência possam usufruir de todos os direitos humanos: civis, políticos, econômicos e culturais.

De acordo com a Lei nº 10.098 (BRASIL, 2000) o conceito de acessibilidade é descrito como a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida.

Sasaki (2009) divide o conceito de acessibilidade em seis dimensões: arquitetônica, comunicacional, metodológica, instrumental, programática e atitudinal. A seguir é possível observar a definição de cada dimensão.

A acessibilidade arquitetônica: sem barreiras ambientais físicas, nas residências, nos edifícios, nos espaços urbanos, nos equipamentos urbanos, nos meios de transporte individual ou coletivo.

A acessibilidade comunicacional: sem barreiras na comunicação interpessoal (face-a-face, língua de sinais), escrita (jornal, revista, livro, carta, apostila etc., incluindo textos em braile, uso do computador portátil), virtual (acessibilidade digital).

A acessibilidade metodológica: sem barreiras nos métodos e técnicas de estudo (escolar), de trabalho (profissional), de ação comunitária (social, cultural, artística etc.), de educação dos filhos (familiar).

A acessibilidade instrumental: sem barreiras nos instrumentos, utensílios e ferramentas de estudo (escolar), de trabalho (profissional), de lazer e recreação (comunitária, turística, esportiva etc.).

A acessibilidade programática: sem barreiras invisíveis embutidas em

políticas públicas (leis, decretos, portarias etc.), normas e regulamentos (institucionais, empresariais etc.).

Acessibilidade atitudinal: sem preconceitos, estigmas, estereótipos e discriminações, nas pessoas em geral.

2.3 VIAS PÚBLICAS

De acordo com a Lei nº 9.503 (BRASIL, 1997) são vias terrestres urbanas e rurais as ruas, as avenidas, os logradouros, os caminhos, as passagens, as estradas e as rodovias, que terão seu uso regulamentado pelo órgão ou entidade com circunscrição sobre elas, de acordo com as peculiaridades locais e as circunstâncias especiais.

A Comissão Permanente de Acessibilidade - CPA (2005) descreve a via pública como o espaço que compreende passeio, pista, acostamento, ilha e canteiro, sendo destinados à circulação de pessoas e veículos, sejam eles de transporte individual (autos, motos e bicicletas) ou coletivo (ônibus e vans), de carga (caminhões e utilitários) ou passeio.

Indiferente do conceito, as vias públicas devem oferecer boas condições de acessibilidade e mobilidade, a todos os usuários que utilizem o sistema. E de acordo com a Lei nº 10.098 (BRASIL, 2000) a construção de vias e espaços públicos acessíveis é obrigatório.

A NBR 9050 (ABNT, 2015) descreve as partes que constituem a via de pedestre, como:

Calçada: Parte da via, normalmente segregada e em nível diferente, não destinada à circulação de veículos, reservada ao trânsito de pedestres e, quando possível, à implantação de mobiliário, sinalização, vegetação e outros fins.

Calçada rebaixada: Rampa construída ou implantada na calçada ou passeio destinada a promover a concordância de nível entre estes e o leito carroçável.

Passeio: Parte da calçada ou da pista de rolamento, neste último caso separada por pintura ou elemento físico, livre de interferências, destinada à circulação exclusiva de pedestres e, excepcionalmente, de ciclistas – CTB.

2.4 RECOMENDAÇÕES PROJETUAIS DA NBR 9050 (ABNT, 2015) PARA

DIMENSIONAMENTO DE CALÇADAS

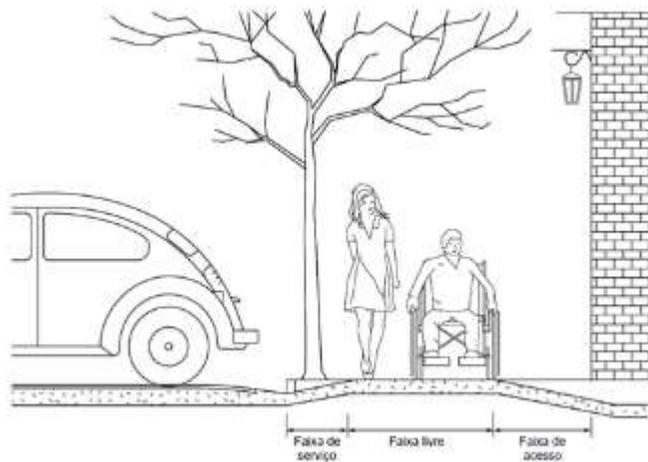
A NBR 9050 estabelece obrigatoriedade de uma faixa livre e sem degraus, em calçadas e vias de uso exclusivo de pedestres. Esta faixa livre em passeios não deve apresentar inclinação transversal excedente a 3 %, já a inclinação longitudinal deve em todos os casos acompanhar a inclinação das vias lindeiras (ABNT, 2015).

A NBR 9050 (ABNT, 2015), define a largura mínima permitida nas calçadas, e dispõe sobre a possibilidade dessa medida ser dividida em três faixas de uso, conforme definido:

- Faixa de serviço: utilizada para abrigar o mobiliário, os canteiros, as árvores e os postes de iluminação ou sinalização. Em calçadas a serem construídas, é recomendável destinar uma faixa de serviço com largura mínima de 0,70 m;
- Faixa livre ou passeio: destina-se unicamente à circulação de pedestres, não podendo haver qualquer obstáculo, possuir inclinação transversal até 3 %, ser contínua entre lotes e ter no mínimo 1,20 m de largura e 2,10 m de altura livre;
- Faixa de acesso: definida como o espaço de passagem da área pública para o lote. Esta faixa é encontrada exclusivamente em calçadas com largura superior a 2,00 m. utilizada para a rampa de acesso aos lotes lindeiros sob autorização do município para edificações já construídas.

Ao serem realizados, espaços para circulação, estacionamento e acesso de veículos a lotes, devem ser projetados de forma a não interferir na faixa livre de circulação de pedestres, não podendo haver degraus ou desníveis, já em faixas de serviço e acesso é autorizada a presença de rampas, conforme Figura 13 (NBR 9050, ABNT, 2015)

Figura 01 – Acesso de veículo ao lote



Fonte: NBR 9050 (ABNT, 2015)

2.5 PISO TÁTIL

Piso caracterizado por textura e cor contrastantes em relação ao piso adjacente, destinado a constituir alerta ou linha-guia, servindo de orientação, principalmente, às pessoas com deficiência visual ou baixa visão (NBR 9050, ABNT, 2015, p.05).

Através da utilização do piso tátil é possível identificar com o toque dos pés ou auxílio de bengala, a existência de desníveis, mobiliário urbano, rampas, degraus e o percurso recomendado (CPA, 2005).

Segundo a NBR 16537 (ABNT, 2016) a sinalização tátil no piso engloba a sinalização de alerta e a sinalização direcional, respectivamente, para a realização de quatro funções essenciais:

- Função identificação de perigos (sinalização tátil alerta): informar sobre a existência de desníveis ou outras situações de risco permanente;
- Função condução (sinalização tátil direcional): orientar o sentido do deslocamento seguro;
- Função mudança de direção (sinalização tátil alerta): informar as mudanças de direção ou opções de percursos;
- Função marcação de atividade (sinalização tátil direcional ou alerta): orientar posicionamento adequado para o uso de equipamentos ou serviços.

2.6 MATERIAIS

No processo de construção de um passeio, a escolha do material a ser empregado é de suma importância. Os materiais utilizados deverão apresentar características de durabilidade por um prazo de pelo menos cinco anos, e resistência adequada para resistir as cargas provenientes do fluxo de pessoas e veículos nos acessos a garagens e estacionamentos (CPA, 2005).

Durante o processo de escolha do material a ser utilizado, deve-se levar em consideração a tipologia das calçadas adjacentes, procurando seguir as características do entorno (CPA, 2005).

Segundo Lei Ordinária 3.249 (CAÇADOR, 2015) na cidade de Caçador são considerados aprovados para pavimentos de passeios os seguintes materiais:

- Concreto pré-moldado ou moldado "in loco", com juntas ou em placas, acabamento desempenado, que apresente textura ou estampa;
- Bloco de concreto intertravado

2.7 MOBILIÁRIO E EQUIPAMENTOS URBANOS

A NBR 9050 descreve mobiliário urbano como conjunto de objetos instalados em vias e espaços públicos, sobrepostos ou anexados aos elementos componentes de urbanização ou de edificação (ABNT, 2015).

Ao serem inseridos em um meio, estes objetos, quando modificados ou transportados não devem causar mudanças relevantes ao ambiente (NBR 9050, ABNT, 2015).

Equipamentos como semáforos, postes de sinalização e semelhantes, terminais e pontos de acesso coletivo às telecomunicações, fontes de água, lixeiras, toldos, marquises, bancos, quiosques e quaisquer outros de natureza análoga são exemplos de mobiliários urbanos (NBR 9050, ABNT, 2015).

Para que as rotas sejam consideradas acessíveis, em esquinas ou próximo a elas, não devem ser instalados equipamento ou mobiliário urbano, pois dificultam a visibilidade entre pedestres e veículos, comprometendo assim o deslocamento de pedestres, principalmente aqueles que apresentam deficiência ou mobilidade reduzida. Desta forma, esquinas devem apresentar-se sem interferências visuais ou

físicas até a distância de 5,0 m ao bordo do alinhamento da via transversal (COMISSÃO DE ACESSIBILIDADE DO CREA-SC, 2017).

Nenhum equipamento poderá estar instalado fora da faixa de serviço da calçada, respeitando seus limites e sem provocar qualquer interferência na faixa de circulação (COMISSÃO DE ACESSIBILIDADE DO CREA-SC, 2017).

Objetos que se encontrem suspensos possuindo altura entre 0,60 m a 2,10 m ou que apresente volume superior maior do que sua base, não detectáveis com auxílio de bengala, devem apresentar em seu entorno piso tátil de alerta distantes em 0,60 m do seu limite de projeção, conforme Figura 40 (COMISSÃO DE ACESSIBILIDADE DO CREA-SC, 2017).

2.8 VEGETAÇÃO

De acordo Cartilha de Orientação de Acessibilidade (2017), durante a realização do plantio de vegetação em passeios, os seguintes critérios devem ser atendidos:

- Elementos da vegetação como plantas entouceiradas, ramos pendentes, galhos de árvores e arbustos não devem avançar na faixa de circulação livre;
- Orlas, grades, muretas ou desníveis entre o piso e o solo não devem avançar na faixa de circulação livre;
- Plantas não podem avançar na faixa de circulação livre, respeitando a altura mínima de 2,10 m;
- Junto a faixas livres de circulação não são recomendadas plantas com as seguintes características: dotadas de espinhos, produtoras de substâncias tóxicas, plantas que desprendam muitas folhas, frutos ou flores – podendo tornar o piso escorregadio, invasivas, que exijam manutenção constante e plantas cujas raízes possam danificar o pavimento;
- No caso de grelhas das orlas para proteção de vegetação, estas devem possuir vãos não superiores a 15 mm de largura, posicionadas no sentido transversal ao caminhamento.

2.9 METODOLOGIA E MATERIAL

2.9.1 Escolha e Justificativa de Recorte

O levantamento será realizado através de análise in loco e será efetivado nas imediações do hospital Maicé na cidade de Caçador-SC, localizado no Bairro Reunidas considerando a Rua Bolívia, Rua Colômbia, Rua Equador e Rua Herculano Coelho de Souza, como pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 – Identificação das áreas de levantamento



Fonte: Google Maps (2017)

2.9.2 Elaboração de Lista de Verificações Com os Parâmetros a Serem Analisados

A elaboração da lista de verificações foi realizada a partir do referencial teórico, com base na NBR 9050 (ABNT, 2015) e legislação municipal, para que in loco fossem verificados condições atuais e premissas básicas inerentes a utilização adequada do passeio público por parte dos pedestres independente da condição física apresentada.

2.9.3 Apresentação dos Problemas Encontrados

Por fim, através deste levantamento foi possível expor os problemas encontrados nas calçadas e as dificuldades de deslocamento enfrentadas pela

população, além de trazer informações das normas existentes, com a intenção de que através do conhecimento acerca das mesmas, suas diretrizes sejam seguidas.

Após o processo de verificação e análise das condições atuais dos passeios foi realizada a apresentação dos problemas encontrados por meio de auxílio fotográfico e soluções de projetos que deveriam ser adotadas.

2.10 APRESENTÇÃO, ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Após o desenvolvimento da pesquisa, e análise da lista de verificações que foi desenvolvida para que sejam observados os parâmetros em questão, é possível observar facilmente se os trajetos determinados atendem os requisitos que a norma determina.

a) Trajeto

As ruas no entorno do hospital Maicé, possuem uma extensão de aproximadamente 645,38m no total.

b) Situação Atual

As imagens abaixo retratam o atual estado do passeio público, nas ruas no entorno do hospital Maicé, no Bairro Reunidas.

Figura 3 – Rua Bolívia



Fonte: O próprio autor

Figura 4 – Rua Herculano Coelho de Souza



Fonte: O próprio autor

Figura 5 – Rua Equador



Fonte: O próprio autor

Figura 6 – Rua Colombia



Fonte: O próprio autor

a) Lista de verificações

O quadro abaixo corresponde à lista de verificações das condições atuais das calçadas da do terceiro trecho da Rua Bolívia.

Quadro 1 – Lista de verificações de trajeto

Lista de verificação de acessibilidade das calçadas		SIM	NÃO	NÃO SE APLICA	OBSERVAÇÃO
1	A faixa de livre circulação de pedestres possui largura mínima de 1,20m (Medida referente a circulação de uma pessoa de pé e outra em cadeira de rodas)?	X			
2	A inclinação transversal da faixa livre corresponde a percentagem máxima de 3%?		X		
3	A calçada possui uma faixa de serviço com largura mínima de 0,70m?		X		
4	O passeio possui uma altura livre de 2,10m?	X			
5	A calçada está livre da presença de degraus, desníveis ou rampas na faixa de livre circulação?		X		
6	O piso possui revestimento antiderrapante, regular, contínuo, sem provocar trepidações aos usuários?		X		
7	Obstáculos como lixeiras, telefones públicos, placas entre outros, encontram-se fora da faixa de passagem de pedestres?	X			
9	Acessos de estacionamentos estão localizados na faixa de serviço ou na de acesso, junto aos imóveis, não bloqueando a faixa livre ou causando interferências na inclinação transversal?			X	
10	Há sinalização tátil de alerta, com cor contrastante em relação ao piso adjacente e largura mínima entre 25 a 40 cm?		X		
11	Existe faixa de sinalização tátil de alerta no piso da rampa com largura entre 40 a 60 cm?		X		
12	Há sinalização tátil direcional, com cor contrastante ao piso adjacente e largura mínima entre 25 a 40 cm?		X		
13	Em caso de piso de entorno não liso, existe piso tátil com largura mínima entre 25 a 40 cm, acrescida de 2 faixas lisas de no mínimo 60 cm de largura?		X		
14	Na área de livre circulação de pedestres não ocorre a presença de vegetação com ramos, galhos de árvores ou arbustos pendentes?		X		

Lista de verificação de acessibilidade das calçadas		SIM	NÃO	NÃO SE APLICA	OBSERVAÇÃO
15	Na faixa de passeio não são observadas plantas não recomendadas (com espinhos; dotadas de substâncias tóxicas; que desprendam muitas folhas, flores ou frutos; invasivas; com raízes que danifiquem o pavimento)?				
16	As esquinas ou a menos de 5 metros ao bordo do alinhamento da via transversal, estão livres da presença de interferências visuais ou físicas?		X		
17	Objetos suspensos, (com altura entre 0,60 a 2,10 m ou que possuam volume superior maior que o da base, que não possam ser detectados com o auxílio de bengala) possuem em seu entorno piso tátil de alerta a 0,60 m do limite de projeção?		X		
18	Abrigos de ponto de ônibus encontram-se fora da faixa de livre circulação, sem provocar interferências ao deslocamento de pedestres?		X		
19	Grelhas, juntas de dilatação, tampas de inspeção ou visita, se instaladas na faixa de passeio, possuem vãos de no máximo 15 mm (implantados transversalmente ao fluxo de pedestres) e encontram-se niveladas ao piso nas quais estão embutidas?	X			

Fonte: O próprio autor

d) Solução de projeto

- Adequação da inclinação transversal da calçada com porcentagem máxima correspondente de 3%;
- Colocação da placa de trânsito (mobiliário urbano) na altura correta de no mínimo 2,10m de altura livre, sem causar interferência no passeio;
- A adequação do acesso ao estacionamento, sendo que este deve estar localizado na faixa de serviço ou na de acesso, junto aos imóveis, não bloqueando a faixa livre ou causando interferências na inclinação transversal

-
- A construção de um passeio com materiais indicados pela Lei Ordinária de Caçador 3.249. Este passeio deve possuir uma superfície regular, sem desníveis que possam prejudicar o deslocamento do pedestre;
 - Implantação de piso tátil (direcional e de alerta);
 - Implantação de piso tátil de alerta no entorno da placa de trânsito (mobiliário urbano).

3 CONCLUSÃO

Por meio das informações alcançadas durante a elaboração deste trabalho torna-se possível identificar de maneira aproximada o percentual de pessoas com qualquer espécie de deficiência, seja ela moderada ou severa, residentes no Brasil e Caçador- SC. A partir do conhecimento destes números entendemos de forma mais clara a importância da inclusão de deficientes nos diversos âmbitos da sociedade.

A inclusão da pessoa com deficiência, deve ser assegurada por intermédio de políticas públicas e legislações em vigência em todo o território nacional. Dentro de cada município também devem existir legislações que deverão ser respeitadas e seguidas por seus moradores, garantindo que todos possuam o direito de ir e vir.

A acessibilidade fica garantida, quando na fase de concepção de projeto ocorre a preocupação de que sejam atendidos critérios de desenho universal, desta maneira são atendidos um maior número de usuários, com a segurança de que todas as diferenças existentes serão respeitadas e que o ambiente atenderá as necessidades de todos.

A norma técnica NBR 9050 (ABNT, 2015), é um dos principais instrumentos em benefício da acessibilidade. Através dela são estabelecidos parâmetros e especificações técnicas para a realização de projetos acessíveis. Por meio dela são determinados também parâmetros para execução de dimensionamentos que tornem todos os ambientes e equipamentos utilizáveis por usuários que apresentem as mais diversas condições físicas.

Sendo a calçada, parte da via destinada à circulação de pedestres, esta deve possuir condições adequadas para que o fluxo de pessoas ocorra com total segurança. O material utilizado no piso deve possuir características que evitem acidentes, atentando-se ao uso de piso tátil direcional instalado de forma correta

segundo normatizações. Obstáculos devem ser evitados, equipamentos e mobiliários urbanos devem ser acomodados em faixa reservada a este fim.

Por meio deste também é possível verificar que os passeios públicos nas proximidades do hospital Máice na cidade de Caçador – SC não apresentam condições de acessibilidade a todos os seus usuários. As calçadas encontram-se fora das normas e legislações não ofertando aos transeuntes condições adequadas de uso.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16537**: Acessibilidade — Sinalização tátil no piso — Diretrizes para elaboração de projetos e instalação. Rio de Janeiro, 2016.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. Brasília, DF, 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 03 mar. 2017.

BRASIL. Decreto nº 6.949, de 25 de agosto de 2009. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm>. Acesso em: 03 mar. 2017.

BRASIL. Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 03 mar. 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 10.048, de 08 de novembro de 2000. Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10048.htm>. Acesso em: 03 mar. 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10048.htm>. Acesso em: 03 mar. 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L10098.htm>. Acesso em: 03 mar. 2017.

CAÇADOR. Lei Ordinária nº 3.249, de 23 de setembro de 2015. Dispõe sobre a execução, manutenção e conservação dos passeios públicos, nas vias e logradouros urbanos do município de Caçador, e dá outras providências. Caçador, SC, 2015. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/c/cacador/lei-ordinaria/2015/325/3249/lei-ordinaria-n-3249-2015-dispoe-sobre-a-execucao-manutencao-e-conservacao-dos-passeios-publicos-nas-vias-e-logradouros-urbanos-do-municipio-de-cacador-e-da-outras-providencias?q=3249>>. Acesso em: 17 mar. 2017.

CORSINI, RODNEI. **Calçadas acessíveis**. 2012. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/21/solucoes-tecnicas-cuidados-com-o-piso-detalhes-construtivos-e-273283-1.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

COMISSÃO DE ACESSIBILIDADE DO CREA-SC. **Comissão de acessibilidade do CREA-SC, 2017 Implementação do Decreto 5.296/04**. 4. ed. Santa Catarina: CREA, 2017.

COMISSÃO PERMANENTE DE ACESSIBILIDADE - CPA. **Mobilidade acessível na cidade de São Paulo**. 2005. Disponível em: <http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/cao_civel/aa_ppdeficiencia/aa_ppd_diversos/acessibilidade_sp.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2017.

DECLARAÇÃO DE MADRI. 2002. Disponível em: <<http://www.pgt.mpt.gov.br/publicacoes/pub65.html>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

GUIA PRÁTICO PARA A CONSTRUÇÃO DE CALÇADAS. Disponível em: <http://www.creaba.org.br>. Acesso em: 15 nov. 2017.

PROJETO TÉCNICO: CALÇADAS ACESSÍVEIS. Disponível em: <http://www.creaba.org.br>. Acesso em: 15 mai. 2017.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: Acessibilidade no lazer, trabalho e educação. Revista Nacional de Reabilitação, São Paulo, Ano XII, p. 10-16, mar. /abr., 2009.

SECRETARIA NACIONAL DE PROMOÇÃO DOS DIREITOS DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA. **Cartilha do Censo 2010**. Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012.

VILA NOVA, Flávio. **Cartilha de acessibilidade urbana: um caminho para todos**. 2014. Disponível em: <<http://www.tce.pe.gov.br>>. Acesso em: 15 mai. 2017.