

**CRISTINA MICHELS GODINHO DAL MOLIN
JOSÉ ANTÔNIO DA SILVA SANTOS
RODOLFO MICHELS GODINHO**

**COLETÂNEA DE TCC'S DO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DO
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVINTE**

3

ORGANIZAÇÃO

CRISTINA MICHELS GODINHO DAL MOLIN

JOSÉ ANTÔNIO DA SILVA SANTOS

RODOLFO MICHELS GODINHO

**COLETÂNEA DE TCC'S DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DO
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVINTE – 3**



CAPIVARI DE BAIXO

2022

Editora FUCAP – 2022.

Título: Coletânea de TCC's do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Univinte - 3.

Organização: Cristina Michels Godinho Dal Molin; José Antônio da Silva Santos; Rodolfo Michels Godinho.

Capa: Andreza dos Santos.

Revisão: Dos Autores.

Editoração: Andreza dos Santos.

CONSELHO EDITORIAL

Expedito Michels (Presidente)

Emillie Michels

Andreza dos Santos

Dr. Diego Passoni

Dr. José Antônio da Silva

Dr. Nelson G. Casagrande

Dr. Roberto M. da Silveira

Dr. Rodolfo Lucas Bortoluzzi

Dr. Rodrigo Luvizotto

Dra. Jamile Marques

Dr. Hamilcar Boing

Dra. Beatriz M. de Azevedo

Dra. Patrícia de Sá Freire

Dra. Joana Dar'c S. da Silva

Dra. Solange Maria da Silva

Dr. Paulo Cesar L. Esteves

Dra. Adriana C. Pinto Vieira

C683c

Coletânea de TCC's do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Univinte - 3. / Cristina Michels Godinho Dal Molin; José Antônio da Silva Santos; Rodolfo Michels Godinho. (org.). Capivari de Baixo: Editora FUCAP, 2022.

ISBN: 978-65-87169-42-2

1. Engenharia Civil. I. Dal Molin, Cristina Michels; II. Santos, José Antônio da Silva. III. Michels, Rodolfo Godinho. IV. Título.

CDD 624

(Catalogação na fonte por Andreza dos Santos – CRB/14 866).

Editora FUCAP – Avenida Nilton Augusto Sachetti, nº 500 – Santo André, Capivari de Baixo/SC.
CEP 88790-000.

Todos os direitos reservados.

Proibidos a produção total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio.

A violação dos direitos de autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo art. 184 do Código Penal.



Publicado no Brasil – 2022.

CRISTINA MICHELS GODINHO DAL MOLIN

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina (1994). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Civil. Possui Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2010). Tem experiência na área de Engenharia de Segurança do Trabalho. Com especialização em Metodologia do Ensino Superior pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2010). Com especialização em Arquitetura de Interiores pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2019). Foi professora substituta nas disciplinas de Hidrologia, Instalações Prediais e Urbanas, Física, Instalações Elétricas do Curso de Arquitetura e Urbanismo do CERES - UDESC - Laguna - SC. Trabalhou como Engenheira de Segurança do Trabalho na empresa Iguatemi Consultoria e Serviços de Engenharia LTda, no Terminal Pesqueiro Público de Lagunade setembro de 2015 a outubro de 2017. Engenheira Civil efetiva da Prefeitura Municipal de Laguna, desde março de 2012, locada na SEPLAN. Desde março de 2017 é Professora da Faculdade SENAC de Tubarão nas disciplinas de Desenho de Observação e Geometria Descritiva, Ergonomia, Desenho Técnico, Computação Gráfica I, Instalações Prediais, Conforto Térmico, Luminotécnico e Acústico, Saúde e Segurança do Trabalho nos Cursos de Design de Interiores, Recursos Humanos e Estética e Cosmética. Nomeada Coordenadora do Curso de Design de Interiores da Faculdade Senac Tubarão de outubro de 2017, até junho de 2018. Desde março de 2019 é professora na FUCAP nos cursos de Engenharia Civil e Ambiental nas disciplinas: Mecânica dos solos, Legislação e Ética, Estruturas Metálicas, Fundações, Resistência dos Materiais II, Arquitetura e Urbanismo, Planejamento e Transporte Urbano. Nesta mesma faculdade ministra aula na Pós Graduação em Segurança do Trabalho, disciplina de Projetos e Sistemas Preventivos Contra Incêndios. Coordenada Laboratório de projetos do Curso de Engenharia Civil da FUCAP. Atualmente cursando mestrado na UFSC no POS ARQ (2020 - 2022)

JOSÉ ANTÔNIO DA SILVA SANTOS

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade de Blumenau (1989), graduação em Ciências pela Faculdade Porto-Alegrense de Educação (1985), mestrado em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (2002) e doutorado em Ciencias de la Educación - Universidad Politécnica y Artística del Paraguay (2006). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: educação ambiental, comunidades tradicionais, ecologia humana, desenvolvimento sustentável e monografias- apresentação.

RODOLFO MICHELS GODINHO

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina (2007) e Pós Graduado em Gestão Ambiental pela Faculdade de Capivari. Coordenador do Curso de Engenharia Civil - Faculdade Capivari. Possui experiência em desenvolvimento de projetos, acompanhamento, planejamento e controle de obras, elaboração de cronograma físico-financeiro e desenvolvimento de indicadores de desempenho.

COLABORADORES

Alessandro de Medeiros
Alice Machado Oliveira
Camila Antunes Martins
Cristina Michels Godinho Dal Molin
Eduardo Ortolan Rossa
Fábio Tavares Pereira
Franco Wronski Comeli
Joana D'arc de Souza
José Antônio as Silva Santos
Luiza Carolina Barbieri Pereira
Marcos Vinicius Araújo Oliveira
Rodolfo Lucas Bortoluzzi
Rodolfo Michels Godinho
Tainá Elis da Silva

APRESENTAÇÃO

A coordenação do Curso de Engenharia Civil da UNIVINTE, vem por meio deste livro, apresentar uma coletânea com artigos científicos oriundos de pesquisas realizadas pelos alunos que concluíram as disciplinas de TCC I e TCC II, logrando êxito em sua apresentação e conseguindo notas para a conquista do grau de Engenheiro Civil Pleno.

Os artigos científicos são construídos através da pesquisa científica, que surge no meio acadêmico por meio da aplicação dos conceitos debatidos e aprendidos em sala de aula, instigando os alunos a realizarem processos para investigar, testar e obter resultados.

A pesquisa científica, por sua vez, proporciona encontrarmos soluções para as diversos problemas, que são relevantes para os meios: acadêmico, profissional e para a sociedade.

Serão apresentados a seguir, trabalhos relacionados as seguintes áreas de concentração:

Engenharia de Projetos e Construção/Tecnologia de Edificações: Análise ou projeto de novos materiais ou técnicas construtivas. Materiais novos ou aperfeiçoamentos para alvenarias de vedação. Soluções, materiais e técnicas no campo das Patologias das Construções. Inovações tecnológicas versus *eficiência* nos métodos construtivos. Gestão de Resíduos da construção civil como ferramenta de redução de custos. Logística da Cadeia de Suprimentos e controle da organização, serviços e processos em Canteiro de Obras;

Estruturas: Desenvolvimento de estruturas de construção civil. Normalização de materiais ou processos. Gestão de projetos. Desenvolvimento de novas técnicas construtivas. Conservação de Estruturas. Durabilidade de Estruturas. Patologia das Estruturas. Análise Experimental de Componentes Estruturais Isolados. Análise Experimental de Componentes Estruturais em Conjunto. Projetos de construção de estruturas. Viabilização de Estruturas.

Engenharia da Qualidade: Compatibilização de Projetos frente à competitividade econômica e qualidade do produto final. Análise teórico e prática da Eficiência da qualidade do produto final da Construção Civil, a partir das normas

pertinentes. Controle Estatístico e Metrológico de Produtos e Processos de Construção. Normalização e Certificação da Qualidade. Confiabilidade de Produtos e Processos de Construção;

Engenharia e Segurança do Trabalho: Análise e Prevenção de Riscos de Acidentes. A eficácia, inconvenientes e melhorias sobre Equipamentos de Proteção Individual (EPI). As normas de segurança do trabalho na Construção Civil, suas implicações econômicas, práticas, e benefícios reais observáveis com sua aplicação.

Engenharia da Gestão de Obras e Projetos: Análise, Modelagem e Simulação de Projetos e Sistemas Construtivos no âmbito da Engenharia Civil em geral, como fator competitivo. Gestão Financeira de Projetos e Empreendimentos e Análise de Risco. A Gestão na engenharia civil como ferramenta decisória sobre a viabilidade de empreendimentos. Análise de Demandas por Bens e Serviços.

Rodolfo Michels Godinho
Capivari de Baixo, 2022.

SUMÁRIO

DEFINIÇÃO DA SEGMENTAÇÃO HOMOGÊNEA DA RODOVIA BR-116 NO TRECHO DO CONTORNO LESTE DA CIDADE DE CURITIBA/PR.....10

Alice Machado Oliveira; Camila Antunes Martins; Cristina Michels Godinho Dal Molin; José Antônio as Silva Santos.

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA POLIMÉRICA E ARGAMASSA CONVENCIONAL NA EXECUÇÃO DE ASSENTAMENTO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO EM OBRAS DA REGIÃO DE CRICIÚMA – SC28

Eduardo Ortolan Rossa; Cristina Michels Godinho Dal Molin; Franco Wronski Comeli.

ACOMPANHAMENTO DE OBRA CIVIL: ESTUDO DE CASO DA EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO DE CASAS POPULARES NO MÚNICIPIO DE TUBARÃO-SC.....51

Fábio Tavares Pereira; Rodolfo Michels Godinho; Alessandro de Medeiros.

ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA NORMA NBR ABNT 15575.....71

Luiza Carolina Barbieri Pereira; Rodolfo Lucas Bortoluzzi; Joana D'arc de Souza.

ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO, DOCUMENTAÇÃO, PESQUISA E IDEALIZAÇÃO81

Marcos Vinicius Araújo Oliveira; Tainá Elis da Silva; Cristina Michels Godinho Dal Molin; Rodolfo Michels Godinho.

DEFINIÇÃO DA SEGMENTAÇÃO HOMOGÊNEA DA RODOVIA BR-116 NO TRECHO DO CONTORNO LESTE DA CIDADE DE CURITIBA/PR

Alice Machado Oliveira¹

Camila Antunes Martins²

Cristina Michels Godinho Dal Molin³

José Antônio as Silva Santos⁴

Resumo: A malha rodoviária brasileira, ao longo dos anos, vem apresentando um acréscimo considerável no volume de tráfego, fato que favorece a perda prematura do seu desempenho funcional e estrutural. A segmentação em trechos homogêneos, e posterior análise das características funcionais e estruturais do pavimento, é capaz de fornecer suporte à manutenção das rodovias, a qual visa garantir uma vida útil compatível com aquela para qual o pavimento foi projetado; boas condições de segurança e conforto aos usuários e, conseqüentemente, favorecer economicamente o país. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo realizar a delimitação dos segmentos homogêneos da rodovia BR-106, no trecho que compreende o Contorno Leste da cidade de Curitiba, no estado do Paraná. A segmentação foi obtida por meio da metodologia proposta pela American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) denominada “Método das diferenças Acumuladas”. Todavia, primeiramente foi realizado um tratamento estatístico dos dados da amostra, com o intuito de garantir a inexistência de valores não condizentes com a realidade, os chamados “outliers”. Por conseguinte, foram identificados 29 segmentos homogêneos entre os marcos quilométricos km 71+000 e km 92+600 – que totalizam 23 quilômetros de extensão – com base nos dados de monitoramento de Irregularidade Longitudinal (IRI) e Deflexão Característica (D0), provenientes do banco de dados da concessionária responsável pelo trecho.

Palavras-Chave: Malha rodoviária. Segmentação homogênea. Rodovia BR-116.

1 INTRODUÇÃO

O transporte é uma atividade que desempenha papel importante no desenvolvimento econômico e social do país, uma vez que permite a movimentação de pessoas e cargas; favorece o distanciamento geográfico das atividades econômicas; diminui o tempo de percurso e promove acessibilidade entre locais.

¹ Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capivari. E-mail: allice-machado@hotmail.com.

² Orientadora. Docente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capivari. E-mail: camila.antunes@fucap.edu.br.

³ Professora do curso de Engenharia Civil na Faculdade Capivari. E-mail: tina_dalmolin@yahoo.com.br.

⁴ Professor do curso de Engenharia Civil na Faculdade Capivari. E-mail: joseantonio@fucap.edu.br.

De acordo com Lima Júnior (2004), para adquirir um acréscimo no desenvolvimento de uma determinada região e que reflita às singularidades da mesma, é necessário a existência de modos de transportes eficientes e de qualidade. No que diz respeito à eficiência dos modos de transporte, a infraestrutura que os suporta é um dos fatores que mais impacta o seu resultado.

Dessa forma, é fundamental que a malha rodoviária pavimentada disponibilize conforto ao rolamento e segurança aos usuários que por eles trafegam. Todavia, o acréscimo da frota de caminhões e circulação – o que culmina a sobrecargas excessivas – e condições climáticas adversas aliadas à falta de manutenção em tempo hábil, desfavorece o desempenho do pavimento, seja ele estrutural ou funcional, e, conseqüentemente, afeta a cadeia produtiva do país.

Para que sejam desenvolvidos adequados projetos de restauração, reparo e manutenção das vias, é imprescindível o conhecimento das características estruturais e funcionais do pavimento. Para tanto, uma das etapas essenciais e que auxilia essa compreensão é a segmentação dos trechos em subtrechos homogêneos. Os segmentos homogêneos são trechos contínuos nos quais o desempenho do pavimento e as solicitações de tráfego são uniformes e são capazes de refletir as condições locais da rodovia. (HCM, 1995 apud ANDRADE, 2011).

Diante deste cenário, a presente pesquisa tem como objetivo realizar a delimitação dos subtrechos homogêneos da Rodovia BR-116, no trecho que corresponde ao contorno leste da Cidade de Curitiba/PR, com base nas informações do comportamento apresentadas pelo respectivo pavimento, de maneira que possa fornecer subsídios para futuros projetos de manutenção e restauração da rodovia.

A Rodovia BR-116, em especial o contorno leste de Curitiba/PR, desempenha um importante papel no que diz respeito às movimentações de pessoas e principalmente de caminhões de cargas. Este trecho da rodovia é um trajeto que dá entrada às cidades de Curitiba, no estado do Paraná, e fornece acesso ao litoral de Santa Catarina, o que contribui com o desenvolvimento industrial e turístico da região.

A delimitação dos subtrechos homogêneos será desenvolvida por meio do “Método das Diferenças Acumuladas”, do inglês, “Analysis Unit Delineation by Cumulative Difference”, proposto pela Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, 1993). Este método possibilita a segmentação de forma racional e permite a introdução de diversos parâmetros comportamentais do pavimento. No presente estudo a delimitação dos subtrechos homogêneos foi

realizada com base nos parâmetros de Deflexão Característica (D0) e Irregularidade Longitudinal (IRI) – indicativos da condição estrutural e funcional do pavimento, respectivamente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 DESEMPENHO DO PAVIMENTO

Segundo Rodrigues (1991), o desempenho do pavimento asfáltico é submetido a uma rede de fatores, os mais importantes são: a repetição de cargas do tráfego, abrasão da superfície do pavimento, o envelhecimento das camadas asfálticas e as condições de drenagem. Esses fatores, em determinada fase da vida do pavimento, reduzem a sua resistência estrutural e funcional.

Baldo (2007a) relata que um pavimento é uma estrutura não permanente, contida por camadas aplicadas de diferentes materiais compactados a contar do subleito que é o corpo estradal, apropriados para atender estruturalmente e funcionalmente as sobrecargas do tráfego.

A importância de incorporar diretamente um bom desempenho do pavimento está interligada no dimensionado de forma durável e econômica, considerando a manutenção e restauração corretiva, para que possa atender os esforços nele aplicado de maneira a aliviar as pressões sobre as camadas inferiores, que são menos resistentes.

O pavimento por não ser uma estrutura permanente, o seu desempenho estrutural reflete totalmente na capacidade do pavimento em manter sua integridade, sem apresentar falhas significativas. Referindo-se ao desempenho adequado Bernucci *et al.* (2006, p. 404) destaca:

O desempenho adequado do conjunto de camadas e do subleito relaciona-se a capacidade de suporte e a durabilidade compatível com o padrão da obra e o tipo de tráfego, em como o conforto ao rolamento e a segurança dos usuários. O desafio de projetar um pavimento reside no fato, portanto, de conceber uma obra de engenharia que cumpra as demandas estruturais e funcionais. Aliado a esses dois objetivos, o pavimento deve ainda ser projetado da forma mais econômica possível, atendendo as restrições orçamentárias.

Para atender aos preceitos de desempenho do pavimento, o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER,1998), menciona que a vida útil do pavimento é de aproximadamente 10 anos, e deve dispor de atributos de natureza funcional e estrutural, e para serem atendidos é necessário a submissão do conhecimento da malha rodoviária para fazer as manutenções preventivas de modo a garantir um retardamento do decréscimo das condições da superfície. Visto que quanto melhor o desempenho do pavimento, seja ele estrutural ou funcional, menores serão os investimentos em intervenções de manutenção e restauração.

2.2 RESTAURAÇÃO DO PAVIMENTO

A restauração do pavimento está interligada na resistência estrutural e funcional do pavimento. Quando não se faz as devidas restaurações as deteriorações avançam de forma permanente, passando a existir uma anomalia, pois as intervenções de conservação passaram a se tornar inoportunas e inferem a sobrevida dos segmentos então tratados, tornado o custo bem mais elevado quando vier a tratar da recuperação do pavimento, de acordo com departamento nacional de infraestrutura de transporte (DNIT, 2006a).

Dessa forma, conhecer os elementos e as variáveis estruturais dos pavimentos, possibilita uma descrição clara do seu comportamento, em face das cargas do tráfego e ambientais, que demonstrará a capacidade do pavimento mediante das futuras demandas do tráfego. Portanto a caracterização estrutural do pavimento implica nas determinações dos materiais e espessuras que compõem cada camada do pavimento, incluindo os solos de subleitos, juntamente com as verificações e métodos de engenharia, e as condições materiais e deformações que o pavimento apresenta, possibilitarão a definição dos defeitos e causas de patologias existentes (BALDO,2007b).

O DNIT (2006b), relata que, a primeira fase do processo de seleção da restauração do pavimento é a coleta de dados (condição do pavimento, estrutura do pavimento, características geométricas da rodovia, propriedades dos materiais e do solo, condição climática, solicitação do trafego). Portanto é necessário o entendimento dos aspectos funcional e estrutural do pavimento para verificação dos mecanismos que causam o processo de deterioração do pavimento.

O estudo precedido pela avaliação funcional refere-se sobre a condição em que se apresenta a superfície do pavimento, por meio de levantamentos e análises, e da condição de irregularidade longitudinal. Os principais defeitos são: área trincada, severidade do trincamento, deformações permanentes e irregularidade longitudinal.

A avaliação estrutural é definida por meio das características de resistência das forças destrutivas atuantes no pavimento, sem perder sua característica real, mediante a ensaios não – destrutivos pelo levantamento deflectométrico superficial resultante da aplicação de uma carga conhecida. O substancial parâmetro utilizado na avaliação estrutural é a deflexão na superfície e a bacia de deformação. A deflexão normalmente é utilizada para discernir os segmentos admissível como homogêneos quanto a condição estrutural. E por meios dessas análises é admissível criar soluções significativas para cada caso de segmento por meio de alternativas de manutenção e restauração.

2.3 SEGMENTAÇÃO HOMOGÊNEA

Ao longo da rodovia, apresenta-se variações de características físicas e operacionais. Assim tornar-se necessário a divisão da rodovia em um conjunto de segmentos, chamados segmentos homogêneos. Essa divisão permite a caracterização e a classificação de cada trecho. Podendo ser determinada a partir de diversos dados, de forma prática, é habitual fazer um projeto referente as informações por meios de gráficos que podem ser elaborados com bases subjetivas, que permite uma visão prognostica dos aspectos que influenciam na divisão da segmentação homogênea para um determinado trecho. Os parâmetros mais comuns para classificar o comportamento do pavimento existente e para garantir, conseqüentemente, a eficácia de medidas de restauração são: estaqueamento ou quilometragem, perfil de deflexões e raios de curvatura, flechas nas trilhas de roda, módulos elásticos, constituição do pavimento existente, defeitos ocorrentes, irregularidade longitudinal e tráfego solicitante.

Para o dimensionamento dos segmentos neste artigo, serão utilizados os dados de deflexão máxima e irregularidade longitudinal. A deflexão é o afundamento vertical em um ponto do pavimento causado pela passagem de uma carga. A mesma é medida, por meio da resposta do conjunto pavimento-subleito sob a ação de uma carga. As cargas solicitantes, são provocadas por pressões exercidas pelos pneus,

causando deformações na estrutura decorrentes do caráter elástico dos materiais que a compõem. Segundo o DNIT (2011a, p 49):

As deformações elásticas são avaliadas por equipamentos próprios chamados genericamente de deflectômetros, por medirem os deslocamentos verticais nomeados como “deflexão” do pavimento. Elas são responsáveis pelo surgimento da maioria dos trincamentos ao longo do tempo de serviço do pavimento, que podem levar à fadiga do revestimento. As deformações plásticas são acumulativas durante os anos de serviço de um pavimento e resultam em defeitos do tipo afundamento localizado ou nas trilhas de roda, medidos por meio de treliça normatizada ou por sensores laser.

São parâmetros significativos para a compreensão do comportamento da estrutura. Quanto maior o valor da deflexão máxima, mais elástica é a estrutura, e maior o seu comprometimento estrutural. A irregularidade longitudinal (IRI) é conceituada como o conjunto dos desvios da superfície do pavimento em relação a um plano de referência. DNIT (2006c, p 41) ainda destaca:

A irregularidade longitudinal é definida pela norma DNER – PRO 164/94 como “O desvio da superfície da rodovia em relação a um plano de referência, que afeta a dinâmica dos veículos, a qualidade do rolamento e as cargas dinâmicas sobre a via”. Ela é a grandeza física mensurável, direta ou indiretamente, na superfície do pavimento, que melhor se correlaciona com o custo operacional dos veículos, o conforto, a segurança, a velocidade e a economia das viagens.

Na tabela 1, está a classificação das condições de trafegabilidade, em função do IRI, conceitos atribuíveis e relativos às condições que a superfície do pavimento se apresenta.

Tabela 1 – Classificação das condições de trafegabilidade.

IRI X Condições de Trafegabilidade	
Otimo	$IRI \leq 2,0$
Bom	$2,0 < IRI \leq 2,7$
Regular	$2,7 < IRI \leq 3,5$
Ruim	$3,5 < IRI \leq 5,5$
Péssimo	$IRI > 3,5$

Fonte: DNIT (2011).

Para atender os preceitos salientados acima, a otimização de custo total de transporte, deve dispor da devida habilitação, isto é: estar permanente dotado de atributos adequados de natureza estrutural e funcional, para serem preservados dentro dos níveis admissíveis, exigem que o pavimento seja submetido a um contínuo processo de manutenção adequado, DNIT (2006d).

3 METODOLOGIA

De acordo com (DER-SP, 2006, p.17), pode-se fazer a divisão em segmentos homogêneos do trecho avaliado em duas metodologias: diferenças acumuladas, cujas aplicações, formulações e limitações são descritas no apêndice “J” do guia da AASHTO (1993). Sendo utilizado qualquer parâmetro que defina a condição do pavimento, seja ele funcional ou estrutural, pode ser empregado para a definição de segmentos com características homogêneas; Por intermédio de critério estatístico, conforme o procedimento do DNER-PRO 010(15) ou DNER-PRO 011(16), sendo que para o segmento homogêneo seja aceito, propõe o coeficiente de variação que tenha valor de, no máximo, 0,30.

Segundo Bernucci et al. (2006e, p. 465) o procedimento indicado pela AASHTO (1993), do método das diferenças acumuladas é bastante difundido, logo utilizaremos esse procedimento, onde consiste em calcular:

- O valor médio da deflexão para todo o trecho (D).
- A diferença entre cada valor individual e o valor médio.
- Os valores acumulados das diferenças.
- Representa-se em um gráfico, nas abscissas as distâncias e nas ordenadas os valores acumulados das diferenças.

Onde cada variação de coeficiente angular da curva obtida indica uma mudança do comportamento médio de um determinado segmento para outro, delimitando as extremidades dos segmentos homogêneos. Analiticamente considera-se:

Deflexão Média :

$$\overline{D_i} = \frac{D(i-1) + D_i}{2} \quad (1)$$

Área entre estações e curva

$$A_i = \overline{D_i} \times \Delta l_i \quad (2)$$

Onde:

D_i = deflexão na estaca i

Δl_i = distância entre estações

Área acumulada:

$$A_c = \sum_{i=1}^n A_i \quad (3)$$

Distância acumulada:

$$L_c = \sum_{i=1}^n \Delta l_i \quad (4)$$

Diferença acumulada:

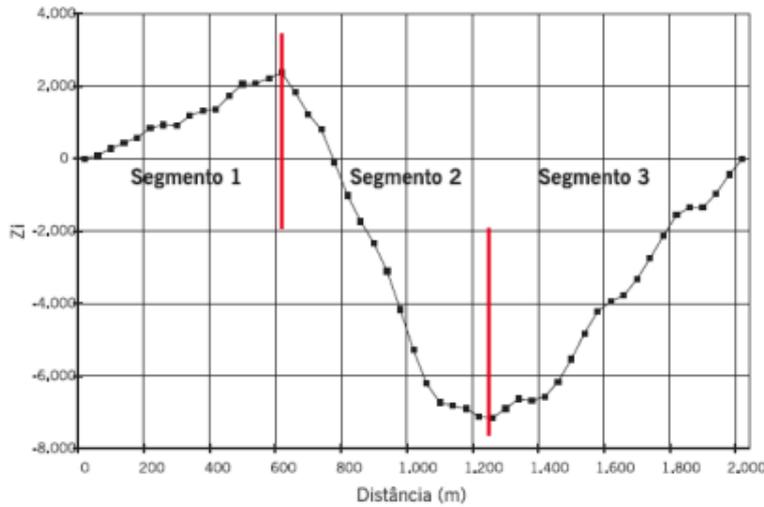
$$Z_i = \sum A_i - \tan \alpha \sum \Delta l_i \quad (5)$$

Onde:

$$\tan \alpha = \frac{A_c}{L_c} \quad (6)$$

Este procedimento complementa os parâmetros utilizados. A figura 1 ilustra o gráfico equivalente ao tratamento dos dados de deflexões e sua divisão de segmentos homogêneos, onde pode-se encontrar similaridades de cada trecho de segmento homogêneo.

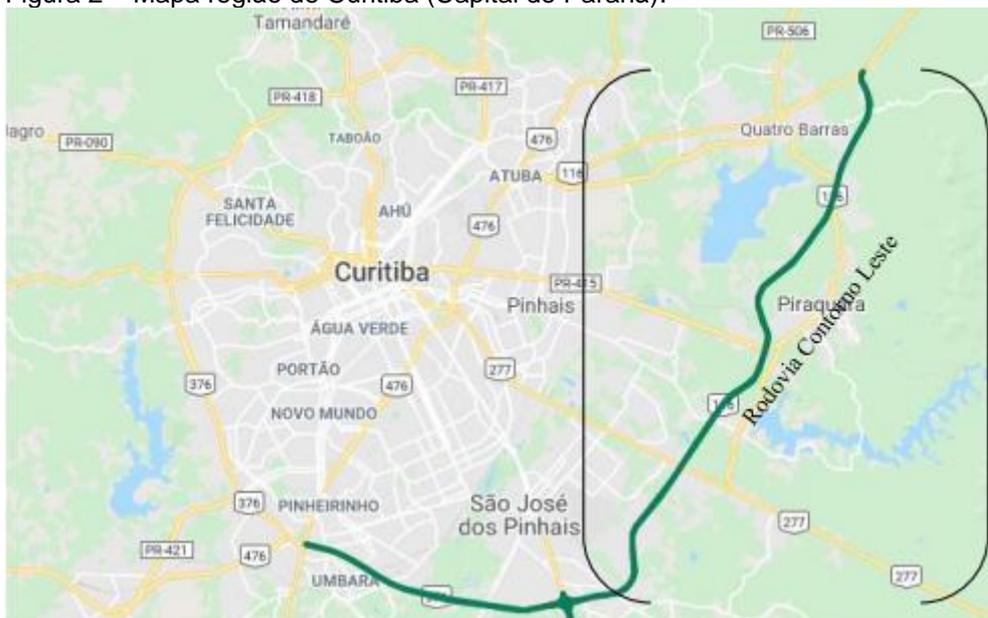
Figura 1 – Exemplo de delimitação dos segmentos homogêneos pelo método das diferenças acumuladas.



Fonte: AASHTO (1993, citado por BERNUCCI *et al.*, 2008).

Conforme salientado, os cálculos serão efetuados, por meios dos dados de deflexão (D_0), e da irregularidade longitudinal, provenientes do banco de dados de 2017, processados pela gerência de pavimento da concessionária responsável pelo trecho. O trecho analisado tem uma extensão de 23 quilômetros correspondente a rodovia do Contorno Leste que passa pelas cidades de Quatro barras, Piraquara e São José dos Pinhais, conforme demonstra na figura 2 abaixo.

Figura 2 – Mapa região de Curitiba (Capital de Paraná).



Fonte: Google Maps (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS DE DEFLEXÃO (Do)

Conforme procedimento metodológico aplicamos o tratamento estatístico dos dados de deflexão para conferir se há algum valor extremo. Utilizamos o (Grubs), que é um teste que utiliza a estatística para verificar se há algum valor extremo nos dados, esse valor extremo se referêcia como um valor que não condiz com a realidade, no qual pode-se ocorrer quando for coletar os dados e coletar de forma incoerente ou na digitação desses dados digitar de forma errada. Mas aplicado o teste, conforme ilustra na tabela 2, não se obteve a existência de nenhum valor extremo. Logo utilizamos todos os dados para a delimitação da nova segmentação homogênea.

Tabela 2 – Resumo do teste Outlier.

Resumo do Teste de Outlier	
	Valor
Média sem outliers	33,29909091
Desvio padrão sem outliers	11,04283981
Média	33,29909091
Desvio padrão	11,04283981
Nível de significância	0,05
Valor Crítico	3,416283929

Fonte: Autora, 2020.

4.2 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS DE IRI

Aplicamos o tratamento estatístico dos dados de irregularidade longitudinal para conferir se há algum valor extremo. Utilizamos o (Grubs) que é um teste que utiliza a estatística para verificar se há algum valor extremo nos dados, esse valor extremo se referêcia como um valor que não condiz com a realidade, no qual pode-se ocorrer quando for coletar os dados e coletar de forma incoerente ou na digitação desses dados digitar de forma errada. Mas, conforme ilustra na tabela 3, não obteve-se a existência de nenhum valor extremo. Logo utilizamos todos os dados para a delimitação da nova segmentação homogênea.

Tabela 3 – Resumo do Teste Outlier.

Resumo do Teste de Outlier	
	Valor
Média sem outliers	2,059090909
Desvio padrão sem outliers	0,380924865
Média	2,059090909
Desvio padrão	0,380924865
Nível de significância	0,05
Valor Crítico	3,416283929

Fonte: Autora, 2020.

4.3 SEGMENTAÇÃO HOMOGÊNEA EM FUNÇÃO DA DEFLEXÃO (Do)

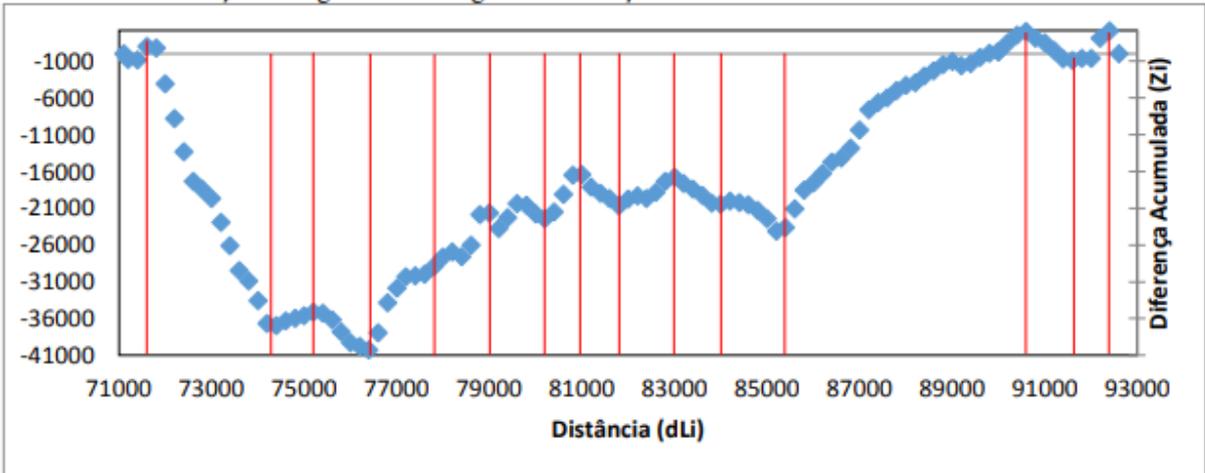
A delimitação da nova segmentação homogênea foi feita por meio do procedimento indicado pela AASHTO (1993), do método das diferenças acumuladas, utilizando os dados de deflexão máxima já tratados estatisticamente, e apresentou - se a identificação de 15 segmentos homogêneos numa extensão de 200 a 5200 metros, conforme apresentado na tabela 4.

Tabela 4 – Segmentação homogênea conforme a deflexão máxima (Do)

Segmento	KM Inicial	KM Final	Extensão	Deflexão Média	Coefficiente de variação (CV)
1	7110	7140	300	27,23	37
2	7160	7440	2800	21,61	67
3	7460	7540	800	34,58	8
4	7560	7640	800	28,18	12
5	7660	7900	2400	39,96	33
6	7920	7980	600	36,7	23
7	8000	8200	200	30,1	100
8	8040	8100	600	39,78	27
9	8120	8180	600	28,83	10
10	8200	8220	200	35,55	44
11	8240	8300	600	36,85	21
12	8320	8520	2000	29,98	16
13	8540	9060	5200	38,53	16
14	9080	9200	1200	30,86	12
15	9220	9260	400	99,1	81

Fonte: Autora, 2020.

Gráfico 1 – Delimitação do segmentos homogêneos em função da deflexão máxima.



Fonte: Autora, 2020.

Conforme pode ser observado no Gráfico 1, há grande variabilidade nas condições deflectométricas no decorrer dos 23 quilômetros do trecho analisado.

4.4 SEGMENTAÇÃO HOMOGÊNEA EM FUNÇÃO DA IRREGULARIDADE LONGITUDINAL (IRI)

A delimitação da nova segmentação homogênea, utilizando como parâmetro os dados de irregularidade longitudinal já tratados estatisticamente, apresentou -se a identificação de 19 segmentos homogêneos numa extensão de 200 a 3600 metros, conforme a tabela 5 abaixo.

-41000	-36000	-31000	-26000	-21000	-16000	-11000	-6000	-1000			
71000	73000	75000	77000	79000	81000	83000	85000	87000	89000	91000	93000
									Diferença Acumulada (Zi)		
									Distância (dLi)		

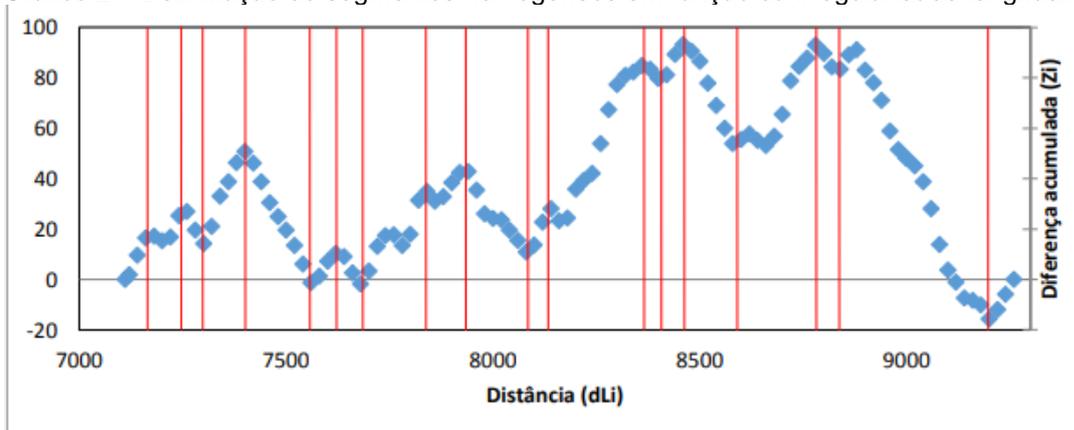
“conclusão”

Tabela 5 – Segmentação homogênea conforme a irregularidade longitudinal (IRI).

Segmento	KM Inicial	KM Final	Extensão	IRI	Coefficiente de variação (CV)
1	7110	7180	700	2,26	10
2	7200	7260	600	2,14	20
3	7280	7300	200	1,79	8
4	7320	7400	800	2,43	14
5	7420	7440	200	1,68	1
6	7460	7560	1000	1,74	12
7	7580	7620	400	2,3	7
8	7640	7680	400	1,82	7
9	7700	7760	600	2,31	12
10	7780	7840	600	2,25	26
11	7860	7940	800	2,13	13
12	7960	8080	1200	1,83	13,45
13	8100	8380	2800	2,3	16
14	8400	8460	600	2,19	16
15	8480	8660	1800	1,87	14
16	8680	8780	1000	2,39	15
17	8800	8840	400	1,91	12
18	8860	8880	200	2,15	26
19	8900	9260	3600	1,84	19

Fonte: Autora, 2020.

Gráfico 2 – Delimitação do segmentos homogêneos em função da irregularidade longitudinal.



Fonte: Autora, 2020.

Conforme pode ser observado no Gráfico 2, há grande variabilidade da condição funcional no decorrer dos 23 quilômetros do trecho analisado. -20 0 20 40 60 80 100 7000 7500 8000 8500 9000 Diferença acumulada (Zi) Distância (dLi).

4.5 SEGMENTAÇÃO HOMOGÊNEA EM MATRIZ ÚNICA

Após a realização das delimitações da nova segmentação homogênea, foi realizada a interpolação em matriz única destes segmentos e foi possível a identificação de 29 segmentos homogêneo ao longo do trecho analisado. Na tabela 6 está a quantidades dos segmentos obtidos para cada parâmetro avaliado.

Tabela 6 – Segmentos homogêneos obtidos por parâmetros da deflexão e irregularidade longitudinal.

Do	IRI
15	19

Fonte: Autora, 2020.

Com os resultados da compilação dos dados em uma matriz única consegue-se verificar uma delimitação de 29 segmentos numa extensão mínima de 200 metros e máxima de 1600 metros. Analisando minuciosamente constata-se variações estrutural e funcional nessa extensão do trecho. Conforme mencionado no decorrer do artigo as causas podem ser diversas, como alto fluxo de veículos de cargas, extensão climática que o Brasil possui e as obras de manutenções e restaurações. Por intermédio desses resultados tem-se a visibilidade das rodovias de forma abrangente estruturalmente e funcionalmente, na qual contribuirá na aplicabilidade das manutenções e restaurações do pavimento, de forma a garantir uma conservação, que corresponda a vida útil do pavimento projetada, cabendo aos gestores utilizar esses parâmetros de forma que venha atingir positivamente a vida dos usuários e a economia do país.

Na tabela 7, está a relação dos segmentos homogêneos indicando os valores médios dos parâmetros aplicados para concepção dos estudos de segmentação.

Tabela 7 – Valores médios dos segmentos utilizados para elaboração dos estudos.

Segmento	KM Inicial	KM Final	Extensão	Do Médio	IRI Médio
1	7110	7140	300	27,23	2,38
2	7160	7180	200	32,3	2,1
3	7200	7260	600	11,45	2,14
4	7280	7300	200	26,95	1,79
5	7320	7400	800	19,24	2,43
6	7420	7440	200	31,85	1,68
7	7460	7540	800	34,58	1,71
8	7560	7640	800	28,18	2,12
9	7660	7680	200	53,8	1,83
10	7700	7760	600	37,8	2,31
11	7780	7840	600	35	2,25
12	7860	7900	400	40,23	2,17
13	7920	7940	200	40,8	2,07
14	7960	7980	200	32,6	1,59
15	8000	8020	200	30,1	2,03
16	8040	8100	600	39,78	2,03
17	8120	8180	600	28,83	2,22
18	8200	8220	200	35,55	2,23
19	8240	8300	600	36,85	2,6
20	8320	8380	600	28,78	2,05
21	8400	8460	600	33,73	2,19
22	8480	8520	400	26,6	1,74
23	8540	8660	1200	46,8	1,92
24	8680	8780	1000	40,77	2,39
25	8800	8840	400	37	1,91
26	8860	8880	200	37,4	2,15
27	8900	9060	1600	35,59	1,71
28	9080	9200	1200	30,86	1,79
29	9220	9260	400	33,03	2,41

Fonte: Autora, 2020.

Após a determinação da segmentação homogênea foram deliberadas classificações para os parâmetros das condições de trafegabilidade, em função do IRI. Os valores das variáveis correspondentes a cada um dos trechos agregados, são as médias aritméticas dos valores obtidos nos levantamentos, conforme recomendado pelos manuais do DNIT(2011b), para atender às exigências do HDM-4.

Tabela 8 – Classificação das médias obtidas para cada segmento homogêneo referente à irregularidade longitudinal.

Segmentos	Irregularidade longitudinal	Classificação
1	2,38	Bom
2	2,1	Bom
3	2,14	Bom
4	1,79	Ótima
5	2,43	Bom
6	1,68	Ótima
7	1,71	Ótima
8	2,12	Bom
9	1,83	Ótima
10	2,31	Bom
11	2,25	Bom
12	2,17	Bom
13	2,07	Bom
14	1,59	Ótima
15	2,03	Bom
16	2,03	Bom
17	2,22	Bom
18	2,23	Bom
19	2,6	Bom
20	2,05	Bom
21	2,19	Bom
22	1,74	Ótima
23	1,92	Ótima
24	2,39	Bom
25	1,91	Ótima
26	2,15	Bom
27	1,71	Ótima
28	1,79	Ótima
29	2,41	Bom

Fonte: Autora, 2020.

De maneira geral, percebe-se que o trecho analisado da rodovia apresenta boas condições funcionais no que diz respeito à irregularidade longitudinal, estando em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo DNIT (2011c).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As malhas rodoviárias com condições favoráveis estruturalmente e funcionalmente aos usuários é um desafio, tratando-se do excesso de cargas transportadas, principalmente o progressivo aumento da frota de caminhões em circulação, além das ações climáticas que influenciam negativamente, acabam que esses fatores contribuem para a degradação prematura do pavimento no seu estado funcional e estrutural.

Associado a isto, a delimitação de segmentos homogêneos tem um papel fundamental, conforme salientado nos resultados dessa pesquisa consegue-se verificar as particularidades que cada trecho possui, por meio desse processo.

Na rodovia BR-116, no trecho que corresponde ao Contorno Leste da cidade de Curitiba, no estado do Paraná, que teve como objetivo da pesquisa a delimitação de uma nova segmentação homogênea, por meio dos dados de deflexão e irregularidade longitudinal, com a compilação dos dados em uma matriz única, identificou-se 29 segmentos homogêneos num trecho de 23 quilômetros de extensão. Essa análise nos permitiu verificar que existe grande variações no decorrer deste trecho analisado, e por meios desses resultados consegue-se utiliza-lo no planejamento das obras de manutenção e restauração, gerando economia para o país, e alcance as condições esperadas para as estruturas de pavimentos, que são conforto para os usuários e segurança.

REFERÊNCIAS

AASHTO. **American association of state highway and transportation officials.** Guide for design of pavement structure. Washington, 1993.

ANDRADE, Gustavo Riente de. **Método para caracterização e classificação de trechos homogêneos rodoviários.** Artigo (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.14p.

BALDO, José Tadeu. **Pavimentação asfáltica:** materiais, projetos e restauração. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 560 p.

BERNUCCI, L. B.; CERATTI, J. A. P.; MOTTA, L. M. G.; SOARES, J. B. **Pavimentação asfáltica:** formação básica para engenheiros. 3. ed. Rio de Janeiro: PETROBRAS, 2008.

COSTA, Vander. **Pesquisa CNT de rodovias 2019**: CNT – Confederação Nacional de Transportes, 2019. Disponível em: <https://pesquisarodovias.cnt.org.br/> Acesso em: 18 mar. 2020.

CRESPO, Antônio Arnot. **Estatística fácil**. 17. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Manual de reabilitação de pavimentos asfálticos**. Rio de Janeiro, 1998. 29 p.

DNIT. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **IPR-745**: manual de gerência de pavimentos. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes, 2011. 25 p.

DNIT. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **IPR-720**: manual de restauração de pavimentos asfálticos. Rio de Janeiro: Ministério dos Transportes, 2006. 123 p.

DER-SP. **IP-DE-P00/003**: avaliação funcional e estrutural de pavimento: instrução de projeto. São Paulo, 2006. 17 p.

LIMA JÚNIOR, Orlando Fontes. **Desempenho em serviços de transportes**: conceitos, métodos e práticas. Tese (Doutorado em Livre Docência) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004. 162 p.

RODRIGUES, R. M. **Estudo do trincamento dos pavimentos**. 1991. 208p. Tese (Doutorado) – Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991.

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA ENTRE ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA POLIMÉRICA E ARGAMASSA CONVENCIONAL NA EXECUÇÃO DE ASSENTAMENTO DE BLOCOS DE VEDAÇÃO EM OBRAS DA REGIÃO DE CRICIÚMA – SC

Eduardo Ortolan Rossa¹

Cristina Michels Godinho Dal Molin²

Franco Wronski Comeli³

Resumo: Este trabalho analisa a viabilidade econômica entre a utilização de argamassa industrializada e argamassa preparada “in loco” na execução de assentamento de blocos de vedação em obras da região de Criciúma – SC, uma vez que o mercado da Construção Civil vem em processo de aperfeiçoamento com o objetivo de aumentar a produção, com menor custo e em menor tempo. Sendo assim, a análise terá como base a tabela SINAPI, distinguindo além dos materiais e quantidade de mão de obra, a produção dos funcionários na aplicação do serviço e diferenciação de custos. Para tanto, realizou-se questionários na região em conjunto com estudo bibliográfico.

Palavras-chave: Construção civil. Argamassa. Argamassa industrial. Alvenaria.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de diminuir os custos em uma construção sempre vem à tona em diferentes etapas da obra, por vezes o custo é analisado apenas pelo valor direto do insumo, sem levar em consideração a produção ou menores perdas que podem trazer ao dia a dia da obra. Deste modo, qual o tipo de argamassa seria mais economicamente viável para execução de assentamento de blocos de vedação?

Nos últimos anos, a construção civil vem se tornando cada vez mais competitiva e, para isso, precisa utilizar novas tecnologias. Chegar a um orçamento final favorável, e também saber utilizar a mão de obra em prol do custo final, considerar perdas, limpeza de canteiro de obra, entre outros fatores, para que, de maneira planejada, a execução esteja dentro de parâmetros definidos para redução de prazos.

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capivari. Email: Eduardo.ortolanrossa@gmail.com.

² Orientadora e Professora do curso de Engenharia Civil na Faculdade Capivari. E-mail: tina_dalmolin@yahoo.com.br.

³ Professor do Centro Universitário Univinte. E-mail: francowc@fucap.edu.br.

Buscar desenvolver um estudo que auxilie empresas de pequeno porte a definirem a melhor opção entre argamassas industrializadas ou preparadas “in loco”, com objetivo de gerar um menor custo e aumentar o lucro de pequenos empresários do ramo da construção civil.

O objetivo geral do estudo é analisar a viabilidade econômica de argamassas feitas in loco (produzidas em obra) e a argamassa industrializada na execução de assentamento de blocos de vedação.

Dentre os objetivos específicos, incluem-se:

1. Qual argamassa para assentamento de blocos de vedação é mais frequentemente usada nos canteiros de obra de Criciúma – SC;
2. Analisar o custo e produtividade de cada tipo de argamassa;
3. Analisar as vantagens e desvantagens de cada tipo de argamassa.

A indústria da construção civil vem em processo de aperfeiçoamento com o objetivo de aumentar a produção, com menor custo e em menor tempo. E esse objetivo se reflete no desenvolvimento de materiais para utilização no canteiro de obras.

A industrialização das argamassas aparece como fator para aumento da produção nas obras, afetando o modelo convencional, ainda muito utilizado na região de estudo. Essa nova alternativa objetiva diminuir também a influência de mão-de-obra não qualificada no produto final, com garantia de maior qualidade, eliminando a baixa produtividade.

Esse tipo de material ainda é pouco utilizado e visto como de alto custo principalmente para pequenos empresários na região de Criciúma – SC, os quais optam pelo método tradicional de produção da argamassa “in loco”, com pouca abertura e aceitação para novas tecnologias do setor.

O propósito deste estudo é buscar esclarecer para empresas de pequeno porte se realmente é vantajoso a utilização de argamassa industrializada no assentamento de blocos, com objetivo de gerar um menor custo e aumentar o lucro de pequenos empresários. A ideia é focar os funcionários na produção e não na preparação para o trabalho a ser realizado, além disso, evitando sobrecarga no quadro de funcionários da empresa.

Apresenta-se neste projeto a importância na execução de um orçamento e dados apontando vantagens e desvantagens em cada tipo de argamassa.

2 CARACTERÍSTICAS MATERIAIS E ECONÔMICAS DE ARGAMASSA POLIMÉRICA E ARGAMASSA CONVENCIONAL

De acordo com Oliveira *et al.* (2015), a argamassa de assentamento de alvenaria é utilizada para a elevação de paredes e muros de tijolos ou blocos, também chamados de unidades de alvenaria.

A NBR 13281 - ABNT (2005), definiu a argamassa como uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

Segundo Ribeiro (2002), as principais características das argamassas são trabalhabilidade, resistência, aderência e durabilidade, que variam em função da composição da mistura. Os materiais constituintes da argamassa são: aglomerante, agregado miúdo e água. Argamassas preparadas “in loco”, ainda que muito usadas, possuem problemas de produtividade, com desperdício de materiais, tempo e mão de obra para seu preparo. Por essa razão, as argamassas industrializadas surgiram para revolucionar a Construção Civil.

A NBR 13529 - ABNT (1995), também definiu as argamassas industrializadas como aquelas provenientes da dosagem controlada, em instalações próprias 4 (indústrias) de aglomerante(s), agregado(s), e aditivo(s), em estado seco e homogêneo, compondo uma mistura seca à qual o usuário somente adiciona a quantidade de água requerida para proceder à mistura.

“Considerada um produto imprescindível para a construção civil, a argamassa é largamente utilizada em qualquer construção, para o assentamento de blocos de vedação de diversas composições, sejam eles cerâmicos, cimentícios, entre outros, pois suas propriedades ligantes apresentam características físico químicas adequadas a necessidade de utilização na construção, graças as suas propriedades de trabalhabilidade que permitem um ótimo resultado, no que diz respeito a união dos diversos materiais para a construção civil, seja para fins de ligamentos, de regularização, de assentamentos, entre outras, fazendo com que a obra vá tomando corpo até o estágio final.” (MALINVERNI, 2016, p.3).

De acordo com COMNISKY e SOUZA (2019), a partir do momento que são realizados estudos de produtividade, impactos a longo prazo e custos indiretos, é possível dar início a uma nova fase com construções mais sustentáveis, com menor desperdício de material e otimizando os processos produtivos. A argamassa é um dos

principais produtos do mercado atual responsável pela alta geração de resíduos no setor de construção civil. Por outro lado, é a que traz inovações para esse mercado com o intuito de melhorar o rendimento técnico, de produção, evitar desperdícios e priorizar a sustentabilidade em cada ação, minimizando impactos ambientais.

2.1 ARGAMASSA POLIMÉRICA

Argamassa polimérica é um produto comercializado em bisnagas de 3kg e tem sua indicação para assentamento de tijolos e blocos na alvenaria de vedação. A argamassa já vem pronta para o uso e não necessita tempo ou ferramentas para preparo, além de manter um canteiro de obras mais limpo e diminuindo desperdícios nessa etapa da obra.

Segundo Camargo (1995), a composição do entulho que sai dos canteiros é composta de 64% de argamassas e de 30% componentes de vedação de tijolos e blocos.

Para COMNISKY E SOUZA (2019), com a inovação e competitividade constante do mercado, através do desenvolvimento de novos produtos, uma das principais exigências do mercado seriam por materiais mais sustentáveis e práticos, que apresentem maior resistência e durabilidade durante seu uso e após a finalização do serviço, com garantia da qualidade, o que torna a argamassa polimérica a escolha ideal para atender tais requisitos.

Levando em consideração que este material é empregado para a construção de sistemas verticais de vedação interna e externa, devem ser preenchidos todos os requisitos estabelecidos NBR 15575-4 (ABNT, 2013). São estes: resistência mecânica, estanqueidade à passagem de água e pressão de vento, desempenho acústico, desempenho térmico e resistência ao fogo, observando as condições de análise referentes à caracterização de bloco, espessura de revestimento, argamassa de revestimento e composto.

Barbosa, Borja e Soares (2010) afirmam que a principal finalidade do uso de argamassas industrializadas cimentícias é a produção de edificações limpas, cujo desperdício e geração de resíduos possam ser minimizados objetivando rapidez na execução (produtividade), melhoria na qualidade da obra e economia. Estima-se uma redução de até 80% nas perdas quando comparado às argamassas produzidas em obra.

Podemos considerar uma das maiores vantagens que se pode atribuir às argamassas poliméricas é o fato de sua aplicação no levantamento de blocos de vedação ser bastante simples e prático, agilizando a produção da edificação. Para os fabricantes (MASSA DUN DUN, 2021) dois simples filetes da argamassa, aplicados paralelamente a uma distância mínima da borda, são suficientes para unificar os blocos e prover resistência suficiente para que os blocos fiquem unidos.

Para a execução da alvenaria com argamassa polimérica, a NBR 16590-1 (ABNT, 2017) determina que o assentamento da primeira fiada com argamassa convencional deve ocorrer de modo que as irregularidades no sistema de piso sejam minimizadas.

Importante destacar que a argamassa polimérica para assentamento de alvenaria, teve seu uso normatizado recentemente pela NBR 16590-1 e NBR1650-2 (ABNT, 2017) e o material está no processo de apresentação para o mercado consumidor.

De acordo com o fabricante (MASSA DUN DUN, 2021), a argamassa polimérica reduz em até 95% o uso de argamassa no assentamento, sendo o produto de 3kg equivalendo a 60kg de argamassa convencional. A diminuição de materiais, juntamente com o aumento da produtividade no canteiro de obras, pode resultar em até 35% na economia por metro quadrado de blocos de vedação assentados. Ainda 6 segundo o fabricante, um pedreiro e dois ajudantes assentam 800 tijolos por dia com argamassa convencional, já com a argamassa polimérica, um pedreiro e um ajudante conseguem assentar 2500 tijolos no mesmo tempo. Informam ainda, que o produto é resistente ao fogo, não permite a passagem de água, ou seja, apresenta boa estanqueidade, um bom conforto acústico e por fim, um desempenho mecânico que não perde em nada para a argamassa convencional.

2.2 ARGAMASSA CONVENCIONAL

A função de união dos blocos é de extrema importância e deve ser garantida com o uso da argamassa, sendo utilizada de maneira adequada, com o intuito de diminuir desperdícios excessivos causados pelo uso irregular do material.

Argamassa preparada “in loco” são as mais populares no Brasil, e tem sua composição básica com a mistura de cimento, água e agregados. Podendo variar suas

propriedades mecânicas de acordo com a quantidade de água aplicada no momento da produção, causando uma alteração no traço do material.

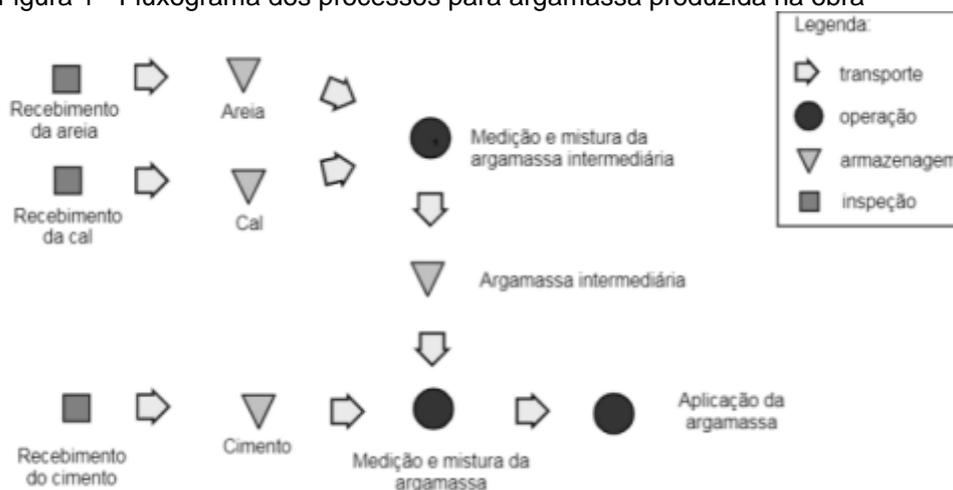
A NBR 13529 (ABNT, 2013) define como argamassa preparada em obra como: argamassa simples ou mista, cujos materiais constituintes são medidos em volume ou massa e misturados na própria obra.

Segundo o SINAPI (2018), a recomendação de traço adotado para o assentamento de alvenaria é 1:2:8, que significa que a cada 1 volume, como por exemplo um balde, serão necessárias dois baldes de cal e oito baldes de areia.

Esse tipo de argamassa tem um processo de produção muito mais trabalhoso para o canteiro de obras, dependendo de espaço para depósito de materiais, maquinários e mão de obra dedicada para a função. Os grandes problemas são o desperdício exagerado de materiais e a dosagem que muitas vezes é feita de maneira inadequada.

Para RIBAS E JÚNIOR (2008), não se observa um controle efetivo em obra na dosagem dos materiais constituintes das argamassas, muitas vezes por utilizar volumes inadequados, resultando em proporções impróprias que propiciam o surgimento de resultados indesejáveis, como problemas patológicos, deficiência das propriedades requeridas, comprometendo a qualidade final e o desempenho das argamassas, acarretando aumento dos custos de produção. Na Figura 1, ilustra-se um fluxograma dos processos para argamassa 7 produzida na obra.

Figura 1 - Fluxograma dos processos para argamassa produzida na obra



Fonte: REGATTIERI e SILVA, 2003.

Para Regattieri e Silva (2003) as argamassas produzidas em obra envolvem um número maior de processos para a sua fabricação, com isso necessitam de maior espaço de armazenamento para os materiais, maior demanda de transporte dentro do canteiro de obras, e conseqüentemente uma maior utilização de mão de obra.

2.3 ORÇAMENTO DE OBRA

O orçamento da obra é uma das primeiras informações ao se estudar determinado projeto. Sabe-se que a construção implica gastos consideráveis e por isso eles devem ser determinados para a viabilidade do empreendimento. Para Tisaka (2006), diferentemente dos serviços de elaboração de projetos e de consultoria na Engenharia Civil, o cálculo da remuneração está associado ao levantamento dos custos diretos representados pelo valor dos insumos utilizados e horas de utilização de mão-de-obra e de equipamentos que compõem seus custos unitários dos serviços.

Iniciamos os estudos da obra discutindo sobre orçamentos, o qual se inclui projetos, instalação da obra, serviços gerais, trabalhos em terra, fundação, estrutura, instalações, alvenaria, cobertura, tratamentos, esquadrias, revestimentos, pavimentação, rodapé, soleira, peitoril, ferragens, pintura, vidros, aparelhos, complementação, limpeza e BDI, que significa, benefícios e despesas indiretas, onde 8 se relaciona gastos como: despesas com administração central, seguros, tributos, além do lucro esperado.

Conforme Goldman (2004), o orçamento por estimativas é um orçamento mais simplificado que leva em conta apenas os dados técnicos da obra e, portanto, pode ser elaborado de maneira mais rápida, porém dá um grau de incerteza quanto ao preço final do produto, ao contrário do que um orçamento mais detalhado fornece, o qual deve chegar próximo ao custo real do empreendimento.

Regattieri e Silva (2003) afirmam que as argamassas produzidas em obra envolvem um número maior de processos para a sua fabricação, com isso necessitam de maior espaço de armazenamento para os materiais, maior demanda de transporte dentro do canteiro de obras, e conseqüentemente uma maior utilização de mão de obra.

Tabela 1 - Principais Vantagens e Desvantagens do Uso da Argamassa Preparada em Obra e Polimérica.

Quanto ao	Argamassa preparada em obra /tradicional	Argamassa polimérica
1 – Recebimento, controle e descarregamento de materiais	Recebe a areia a granel, cimento e cal em sacos. Demanda mais mão-de-obra e maiores perdas. Dificuldades em controlar a qualidade da areia em seu recebimento. É mais suscetível a contaminações.	Produto entregue em bisnagas prontas para o uso. Demanda menos mão-de-obra e causa menores índices de perdas. Fácil conferência da quantidade recebida e verificação da existência de embalagens danificadas.
2-Armazenamento de materiais	Necessita de maiores cuidados e espaço para o seu armazenamento. Materiais entregues ensacados e a areia "solta".	Estoques mais flexíveis podem ser remanejados.
3 - Local de preparo e mistura dos materiais	Necessidade de medição na dosagem dos materiais, grande variabilidade do traço, necessidade de alto controle tecnológico. Mistura deve ser mecanizada.	Propriedades garantidas pelo fabricante. Não necessita de ser misturada, já vem pronta.
4- Transporte dos materiais	Utilização excedente de mão-de-obra e gasto maior de energia.	Distribuídos no local da aplicação (pavimentos), fácil manuseio necessitando de menos mão-de-obra.
5 – Ancoragem de blocos nos pilares de concreto	Necessidade do uso de tela/grampo nas estruturas de concreto.	Não há necessidade do uso de tela/grampo nas estruturas de concreto.
7 - Desperdícios	Grandes índices de desperdícios de materiais.	Baixos índices de desperdícios de materiais.
8 – Custo por m²	Maior	Menor

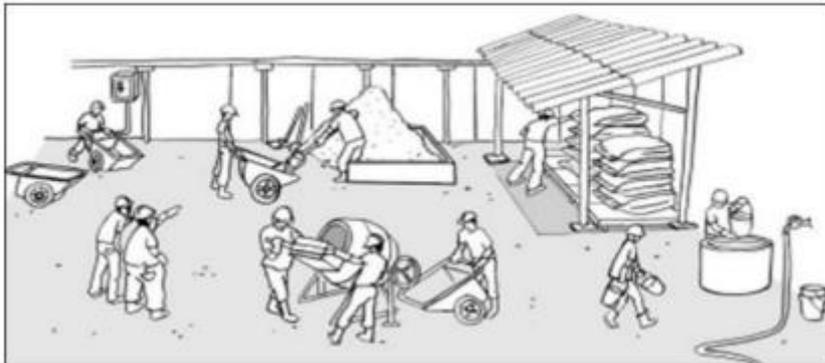
Fonte: Adaptado de Regattieri e Silva, 2006.

Nota-se que segundo REGATTIERI E SILVA (2006), a argamassa industrializada mostrou vantagem na redução da mão de obra, de prazos, minimização de perdas e de espaço para armazenamento. Em contrapartida, o custo, em termos de material, é maior. Se não analisarmos, porém, de maneira individual, ele se mostra favorável pois os gastos com o desperdício de materiais são maiores.

De acordo com RIBAS (2008), para evitar alguns problemas, tais como: perdas quantitativas e qualitativas de materiais; quantidades excessivas de transportes de materiais, com desperdício de mão-de-obra e materiais; prejuízo à funcionalidade da obra; e problemas com a segurança dos operários, o correto armazenamento dos insumos, a organização da obra e o planejamento das etapas de serviços são primordiais.

Na Figura 2, ilustra-se a logística de um canteiro de obras que utiliza argamassa tradicional.

Figura 2 - Processo de trabalho em um canteiro de obras para a confecção de argamassa tradicional.



Fonte: Comunidade da Construção, 2015.

Pode-se observar, portanto, que a logística para a argamassa tradicional é demorada, exige espaço, mão-de-obra, os quais poderiam estar sendo empregados em outros pontos da execução de modo a economizar nas mais diversas instâncias – financeira e temporal.

As interferências entre a produção de argamassa com outros serviços no canteiro de obras, uma vez que as execuções dos diversos serviços ocorrem ao mesmo tempo, soma-se como característica negativa nessa logística. Ainda de acordo com RIBAS (2008, p.168) o uso de argamassa industrializada minimiza o risco de falhas no processo produtivo no canteiro, principalmente quando a mão-de-obra empregada é de caráter eventual e/ou com deficiências de treinamento e qualificação, o que é bastante comum na construção civil no Brasil.

2.3.1 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPI tem por objetivo a produção de séries mensais de custos e índices para o setor habitacional, e de séries mensais de salários medianos de mão de obra e preços medianos de materiais, máquinas e equipamentos e serviços da construção para os setores de saneamento básico, infraestrutura e habitação. O Sistema é uma produção conjunta do IBGE e da Caixa Econômica Federal - Caixa, realizada por meio de acordo de cooperação técnica, cabendo ao Instituto a responsabilidade da coleta, apuração e cálculo, enquanto à CAIXA, a definição e manutenção dos aspectos de engenharia, tais como projetos, composições de serviços etc. As estatísticas do SINAPI são fundamentais na programação de investimentos, sobretudo para o setor público. Os preços e custos auxiliam na elaboração, análise e avaliação de orçamentos, enquanto os índices possibilitam a atualização dos valores das despesas nos contratos e orçamentos. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021).

2.4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Inicialmente, realizou-se pesquisas bibliográficas para análise de informações técnicas e foram consultados livros publicados, artigos científicos e catálogos de fabricantes, além da compra dos materiais para o estudo prático do projeto.

Em seguida, foi feito um estudo de viabilidade econômica no uso da argamassa polimérica. Os custos dos insumos foram retirados da tabela de composição de custos do mês de abril de 2021, da base SINAPI e, foram calculados para a construção de alvenaria de blocos de vedação utilizando a argamassa tradicional. Para a argamassa industrializada polimérica, foram utilizados dados base de fabricantes e experiência prática que foi realizada pelo autor deste projeto, para se realizar a comparação do custo.

Além disso, fez-se uma pesquisa de mercado, por meio de um levantamento de empresas que utilizam argamassa industrializada na região de Criciúma – SC, sendo ouvidos engenheiros, mestres de obras e funcionários da parte operacional.

Por fim, teve-se como objetivo apresentar a melhor solução a ser escolhida para assentamento de alvenaria de vedação, mostrando o material que apresenta um

menor custo final e as demais vantagens como, a estética da obra e a geração de resíduos em menor quantidade.

2.4.1 Procedimento experimental com argamassa polimérica

Durante a pesquisa de campo na região de Criciúma - SC não foi encontrada nenhuma empresa que utilizasse este tipo de argamassa, portanto, foi necessário realizar o teste prático em piso nivelado e logo depois demolido, sendo feito apenas para comprovação de tese de conclusão do curso. O objetivo do experimento era comprovar na prática as informações disponibilizadas pelo fabricante da argamassa polimérica em bisnaga, cujo apresentava um rendimento de 1,5m² por kg do produto. No experimento deve-se levar em consideração a inexperiência prática do aluno na execução. Mostra-se na Figura 3 o experimento realizado e finalizado.

Figura 3 - Experimento realizado com argamassa polimérica



Fonte: Autor, 2021.

No processo experimental foram comprados todos os materiais para o estudo e utilizados conforme indicação do fabricante e sendo realizado em piso nivelado, dispensando preparação de nivelamento para o início do assentamento. Conforme descrito, na Figura 4, o autor demonstra a correta colocação da argamassa bem como o excedente após o término do experimento.

Figura 4 - Colocação da argamassa nos tijolos e sobra após finalização do experimento.



Fonte: Autor, 2021.

A argamassa utilizada foi da marca DUN DUN, visto que possui certificação da ABNT – NBR 16.590, visando padronizar o estudo em questão para fins de cálculos.

Durante execução do serviço, observou-se o tempo de confecção das paredes e pôde-se perceber um local que permaneceu sempre limpo, a facilidade e agilidade na execução, sendo assentado 1,09m² de parede com blocos de vedação 9x14x19cm em aproximadamente 17 minutos, tempo esse sendo desconsiderado o nivelamento para a primeira fiada, já que se utilizou um local nivelado. A apresentação dos custos para o nivelamento, foram retiradas das pesquisas realizadas nas obras, levando como base o custo dos materiais e da mão-de-obra. A argamassa apresentou um rendimento semelhante ao descrito pelo fabricante, sendo utilizado os 1,692kg do produto para o rendimento de 1,09m², ou seja, apresentou um rendimento de 1,55kg por m².

O que se pode avaliar como desvantagem, seria a necessidade de uma preparação preliminar ao assentamento, criando-se uma base de argamassa tradicional nivelada acima do contrapiso para o início do assentamento com a argamassa polimérica, devido ela proporcionar uma espessura muito justa entre as fiadas, sendo assim, não é possível se realizar um nivelamento durante o processo, devendo se iniciar nivelado e assim mantendo até o final. Outra desvantagem é a necessidade de se possuir blocos com tamanhos uniformes, problema este que se enfrentou no experimento, já que os blocos estavam em tamanhos irregulares, assim, dificultando o nivelamento das fiadas dos blocos cerâmicos.

2.4.2 Procedimento com argamassa convencional

Com esse tipo de argamassa, não foi realizado experimento, pois todas as empresas entrevistadas fazem uso dela, utilizando-se dados coletados direto das empresas sobre produção para se fazer a comparação de custo.

Durante a pesquisa de campo, buscou-se obras que estivessem em processo de assentamento, para melhor comparação. Embora exista diferença no porte de cada empresa entrevistada, todas executam o assentamento da mesma forma, assim como é ilustrado na Figura 5, em que as imagens, feitas pelo autor do estudo, mesmo que de obras distintas, representam o mesmo procedimento.

Figura 5 - Assentamento com argamassa convencional



Fonte: Autor, 2021.

Conforme entrevista apresentada no apêndice, foram entrevistados proprietários, engenheiros e mestres de obras de algumas empresas selecionadas, sendo os dados fornecidos observados durante o dia a dia da obra. A média obtida foi de 45 minutos por m², utilizando blocos de 9x14x19cm, o mesmo utilizado no experimento com argamassa polimérica para uma comparação mais fiel, e uma mão de obra com experiência na função. Podendo esse tempo variar de acordo com o ambiente que se está construindo, obtendo melhor desempenho em paredes maiores e um desempenho inferior na construção de banheiros por exemplo.

3 PESQUISA DE CAMPO

Durante o trabalho, foi realizada uma pesquisa de campo buscando obter informações sobre a argamassa utilizada nos canteiros de obras dos entrevistados,

além, de dados como o custo da argamassa e a produtividade da equipe de trabalho.

Nesse processo, foi entrevistado um funcionário, mestre de obras de uma das maiores construtoras/incorporadoras do estado de Santa Catarina, sendo este funcionário, com mais de vinte anos de empresa, a empresa possui diversas obras pelo estado, ultrapassando 20 obras em andamento somente na cidade de Criciúma – SC, a maioria edifícios de alto padrão. Também foi entrevistado mestre de obras de uma construtora que tem sua matriz no estado do Rio Grande do Sul, porém, possui obra em andamento na cidade de Criciúma – SC, empresa focada em obras públicas. Outra empresa que participou da entrevista foi outra construtora, sendo representada pelo engenheiro/proprietário da empresa, que tem como especialidade de atuação além de construções, também é líder de mercado no ramo de reformas de edifícios. Possuindo mais de 15 obras em andamento na cidade. Participou da entrevista também, uma empresa do ramo de atuação de serviços e reformas de porte menor das demais entrevistadas. Além de dois engenheiros autônomos que atuam na área de obras.

Na entrevista foram abordados assuntos como qual o tipo de argamassa é utilizado nas obras, a produtividade da equipe e o custo que a empresa tinha com a argamassa para assentamento de blocos de vedação, questionário este, que pode ser encontrado no apêndice do trabalho. Sendo aplicado para cada participante.

Abaixo na Tabela 2, pode-se ver os dados coletados através da pesquisa, importante ressaltar que os engenheiros autônomos, também serão citados como empresas para apresentação dos dados.

Tabela 2 - Resultado após questionário aplicado em empresas de Criciúma, 2021

Empresas	Argamassa de assentamento utilizada	Porte da obra	Tempo de produção por m²	Custo material para assentar 1 m² de bloco de vedação
Empresa 1	Convencional/ Outra	Grande	48 min	R\$ 36,00
Empresa 2	Convencional/ Outra	Grande	45 min	R\$ 34,88
Empresa 3	Convencional/ Outra	Grande	50 min	R\$ 37,60
Empresa 4	Convencional/ Outra	Médio	55 min	R\$ 35,20
Empresa 5	Convencional/ Outra	Pequeno	65 min	R\$ 36,50
Empresa 6	Convencional/ Outra	Pequeno	45 min	R\$ 35,90

Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Em decorrência da pesquisa realizada, pode-se concluir que a argamassa polimérica ainda não é conhecida pela maioria dos profissionais da região e que seu uso ainda está longe de ser consolidado nos canteiros de obras, pois além do desconhecimento do produto, ainda se enfrenta uma grande resistência a novas tecnologias no setor. Na região, fornecedores que tentaram levar ao mercado essa inovação acabaram não tendo um retorno e o produto está cada vez mais escasso na cidade, sendo encontrado apenas em uma loja.

Mostra-se, no gráfico 1, a porcentagem do tipo de argamassa utilizada pelas empresas entrevistadas, e no gráfico 2 o conhecimento pelas empresas referente a argamassa polimérica.

Gráficos 1 e 2 – Argamassa Utilizada e Conhecimento das Empresas referente a Argamassa Polimérica



Fonte: Elaboração do Autor, 2021.

Nota-se, que a totalidade das empresas (100%) faz uso de argamassa convencional ou outra e que somente uma empresa, representando 16,66%, possui conhecimento sobre a argamassa polimérica.

4 ANÁLISE DE CUSTOS

As análises a respeito dos tipos de argamassas se iniciaram a partir das pesquisas bibliográficas desenvolvidas durante o trabalho. No qual o objetivo era analisar a viabilidade econômica do uso da argamassa preparada em obra e da argamassa polimérica.

Araújo (1995) destaca três fatores básicos para a comparação de custos entre processos construtivos: o custo real, o tempo de execução e o nível de qualidade.

Para análise, fez-se os comparativos entre os dois tipos de materiais, levando-se em consideração o consumo e custo da massa, custo de mão-de-obra, tempo e por fim custo total da parede. Os blocos cerâmicos utilizados no estudo possuem dimensões 9x14x19cm. Os dados apresentados na tabela 3 usam como base, informações retiradas do SINAPI e de fabricantes.

Referente a argamassa convencional, todos os dados foram retirados da tabela SINAPI com mês referência Abril/2021, considerando mão-de-obra não desonerada e utilizando como informações o código 87523 (alvenaria de vedação de blocos cerâmicos furados na horizontal de 9x14x19cm (espessura 9cm) de paredes com área líquida maior ou igual a 6m² com vãos e argamassa de assentamento com preparo em betoneira. af_06/2014).

A Tabela 3 apresenta os custos relacionados ao assentamento de um metro quadrado de blocos cerâmicos utilizando argamassa convencional.

Tabela 3 - Composição SINAPI

CÓDIGO	INSUMO	UN	ÍNDICE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
MATERIAIS					
7267	Bloco cerâmico vazado para alvenaria de vedação, 6 FUIROS, DE 9 X 14 X 19 CM (L X A X C)	UN	37,74	0,78	29,43
34557	Tela de aço soldada galvanizada/zincada para alvenaria, fio D = *1,20 A 1,70* MM, malha 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	0,58	2,60	1,50
37395	Pino de aço com furo, haste = 27 MM (ação direta)	CEN TO	0,0069	38,46	0,26
87292	Argamassa traço 1:2:8 (em volume de cimento, cal e areia média úmida) para emboço/ massa única/assentamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico com betoneira 400 L. AF_08/2019	M³	0,0106	409,31	4,33
CUSTO MATERIAIS (R\$)					41,83
MÃO DE OBRA					
88309	Pedreiro com encargos complementares	H	1,751	23,98	41,98
88316	Servente com encargos complementares	H	0,876	17,61	15,42
CUSTO MÃO DE OBRA (R\$)					51,09
CUSTO TOTAL (R\$)					92,92

Fonte: Adaptado de SINAPI, 2021.

Já os dados da argamassa polimérica industrializada foram pesquisados fabricantes e fornecedores, já que na tabela SINAPI não possui informações dela. Retirando dados conforme apresentados em catálogos de ficha técnica.

A Tabela 4 apresenta os custos referentes ao assentamento de também um metro quadrado de bloco cerâmico utilizando como argamassa de assentamento a argamassa polimérica.

Na tabela também se inclui argamassa para nivelamento da primeira fiada dos blocos considerando também a mão-de-obra, sendo que todos os dados são retirados do fabricante e do SINAPI, sendo alguns adaptados para obtenção do custo.

Tabela 4 – Composição de custos argamassa polimérica.

CÓDIGO	INSUMO	UN	ÍNDICE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
MATERIAIS					
7267	Bloco cerâmico vazado para alvenaria de vedação, 6 FUIROS, DE 9 X 14 X 19 CM (L X A X C)	UN	37,74	0,78	29,43
	Argamassa Polimérica	KG	1,5	11,30	16,95
	Argamassa traço 1:2:8 (em volume de cimento, cal e areia média úmida) para nivelamento de alvenaria de vedação, preparo mecânico com betoneira 400 L. AF_08/2019	M³	0,0008463	409,31	0,3464
CUSTO MATERIAIS (R\$)					46,73
MÃO DE OBRA					
88309	Pedreiro com encargos complementares	H	0,713	23,98	17,10
88316	Servente com encargos complementares	H	0,456	17,61	8,04
CUSTO MÃO DE OBRA (R\$)					25,14
CUSTO TOTAL (R\$)					71,87

Fonte: Adaptado de SINAPI e DUN DUN, 2021.

O tempo de serviço da argamassa convencional, foi calculado através dos coeficientes das composições do SINAPI, sendo considerada uma equipe com um pedreiro e um servente para alcançar as estimativas.

Sendo o índice do principal profissional 1,751 h/m² do pedreiro, o tempo de serviço é determinado: $T = 1,751 \text{ h/m}^2 \times 1 \text{ m}^2$.

(1)

$$T = 1,751 \text{ h/m}^2 \times 1 \text{ m}^2$$

$$T = 1,751 \text{ h, ou seja}$$

$$T = 1,751 \text{ h} \times 60 \text{ min}$$

$$T = 105 \text{ minutos}$$

A Tabela 5 traz a comparação dos custos do fabricante (DUN DUN) e do SINAPI, levando em consideração custo material, custo mão de obra, tempo e custo total da parede (material + mão-de-obra) todos em metros quadrados.

Tabela 5 – Comparativo de custos FABRICANTES/SINAPI

COMPARATIVO CUSTO ASSENTAMENTO DE TIJOLOS	ARGAMASSA POLIMÉRICA	ARGAMASSA CONVENCIONAL
Custo material – m²	R\$ 46,73	R\$ 41,83
Custo mão-de-obra – m²	R\$ 25,14	R\$ 51,09
Tempo - m²	52 minutos	105 minutos
Custo total da parede – m² (material + mão-de-obra)	R\$ 71,87	R\$ 92,92

Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Já os dados apresentados na Tabela 6 levam em consideração informações retiradas da pesquisa realizada frente algumas empresas e o processo de experiência realizado pelo autor deste projeto. Sendo o custo da mão de obra considerado o mesmo da Tabela 5, o qual, foi retirado do SINAPI.

Tabela 6 – Comparativo de custos EXPERIMENTO/ENTREVISTA.

COMPARATIVO CUSTO ASSENTAMENTO DE TIJOLOS	ARGAMASSA POLIMÉRICA	ARGAMASSA CONVENCIONAL
Custo material – m²	R\$ 49,95	R\$ 36,01
Custo mão-de-obra – m²	R\$ 15,30	R\$ 27,88
Tempo - m²	28 minutos	51 minutos
Custo total da parede – m² (material + mão-de-obra)	R\$ 65,25	R\$ 63,89

Fonte: Elaboração do autor, 2021.

Referente a argamassa polimérica, junto ao custo do material foi incluído argamassa para nivelamento da primeira fiada, já que não é possível se nivelar os blocos com argamassa polimérica. O custo para o nivelamento, também foi incluído no custo da mão-de-obra, deixando assim, a comparação o mais fiel possível.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O foco deste trabalho foi fazer uma análise comparativa entre a argamassa tradicional produzida em canteiros de obras, e a argamassa industrializada polimérica, que mostra o quão importante é o controle tecnológico.

A argamassa preparada em obra ainda é um dos procedimentos mais utilizados nas construções. Seu processo de fabricação se define em misturar mecanicamente ou manualmente os insumos, e a falta de fiscalização durante a produção pode ser prejudicial à qualidade da argamassa. Por isso, percebemos uma evolução na produção das argamassas industrializadas, como maior assertividade na produção do traço, melhor armazenamento dos insumos, diminuição no processo de produção, podendo-se até reduzir o quadro de funcionários.

Um dos principais fatores positivos na utilização da argamassa polimérica foi a limpeza no ambiente durante o processo de assentamento de blocos. Além da limpeza no local do processo, é possível perceber este fator em todo canteiro de obras, visto que o mesmo é entregue pronto para utilização, eliminando depósitos de materiais que se fariam presentes com a argamassa preparada em obra.

Mesmo a argamassa polimérica apresentando um custo um pouco maior, o seu processo produtivo acaba levando grande vantagem se comparando com a argamassa tradicional, diminuindo o tempo do serviço de levantamento em 66% em relação a tradicional. Esse fator se considera uma das desvantagens quando se trata

de argamassas industrializadas já que podem se apresentar mais caras, mas considerando-se o custo geral englobando material, mão de obra e desperdícios de materiais para o emprego da argamassa tradicional são muito maiores que os gerados pela argamassa industrializada, estima-se uma redução de até 80% nas perdas quando comparado às argamassas convencionais.

O conservadorismo, acaba gerando certa resistência a produtos inovadores como a argamassa industrializada polimérica, mesmo sabendo das suas vantagens em relação ao custo-benefício, menos desperdício, maior rendimento e produtos normalizados, sendo que, com a aceitação de novas tecnologias, o mercado tende a ganhar rapidez, eficácia e qualidade.

Porém, para haver essa conscientização nos canteiros de obras, é necessária uma mudança no modo de pensar e experimento com novos produtos, como esta argamassa e outras tecnologias que estão cada vez mais presentes em nosso dia a dia.

Por fim, estudos como este podem vir a serem vistos como parâmetros de uma averiguação dos fatos e das facilidades que esse e outros produtos podem trazer para o mercado da construção civil. Aflorando um pensamento de indústria onde sempre há busca por inovações, melhorando processos e reduzindo custos.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13276**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13279**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos determinação da resistência a tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13281**: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13529**: revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

ARAÚJO, H. N. **Intervenção em obra para implantação do processo construtivo em alvenaria estrutural**: um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em

Engenharia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 1995. 117 f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13529**: revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-4**: edificações habitacionais: desempenho parte 4: distemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16590-1**: composto polimérico para assentamento de alvenaria de vedação parte 1: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16590-2**: composto polimérico para assentamento de alvenaria de vedação parte 2: métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BARBOSA, J.; BORJA, E.; SOARES, M. **Identificação e caracterização de argamassas industrializadas na cidade de Natal-RN**, 2010, p. 1-8.

BENEDET, Fabio *et al.* Construção em alvenaria: comparativo entre utilização de argamassa industrial e tradicional. **Revista Ciência & Brasil**.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI**: metodologias e conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Brasília: Caixa, 2015.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **SINAPI**: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referenciasprecos-insumos/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 01 nov. 2021.

CAMARGO, Antônio. **Minas de entulho Técnica**. 15.ed. São Paulo: Pini, 1995.

COMNISKY, William Gispiela; SOUZA, Maicon Anderson de. **A viabilidade da argamassa polimérica no assentamento de tijolos**. Navegantes, 2019.

COUTINHO, Sandra Moscon; PRETTI, Soraya Mattos; TRISTÃO, Fernando Avancini. Argamassa preparada em obra x argamassa industrializada para assentamento de blocos de vedação: análise do uso em Vitória-ES. **Teoria e prática na Engenharia Civil**, v. 21, p. 41-48, 2013.

GOLDMAN, P. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. 4. ed. atual. São Paulo: Pini, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SINAPI** (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil). Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270->

sistemanacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html. Acesso em: 01 nov. 2021.

MALINVERNI, Fernanda Carbonera. **Estudo de caso comparativo entre a argamassa de assentamento tradicional confeccionada em obra e a argamassa de assentamento industrializada polimérica**. Santa Catarina: UNIARP, 2016.

MASSA Dun Dun, comparativo de custos. Disponível em: <https://massadundun.com.br/comparativo-de-custos/>. Acesso em: 01 nov. 2021.

OLIVEIRA, Beatriz Tamires de. **Comparativo entre argamassa convencional e argamassa industrializada de assentamento**. 2018.

OLIVEIRA, Klynton Ayalla Souza; LIMA, Tiago D.'Angelis; JONES, Kimberly Marie. Análise comparativa entre argamassa de assentamento preparada em obra e argamassa industrializada. **Construindo**, v. 7, n. 2, 2015.

REGATTIERI, Carlos E; SILVA, Luciano L. **Ganhos de potenciais na utilização de argamassa industrializada**. Simpósio Brasileiro de Tecnologia em Argamassas. São Paulo/ SP, 2003.

REVESTIMENTO de argamassa. Disponível em: <https://www.comunidade-daconstrucao.com.br/sistemasconstrutivos/4/logistica/planejamento/68/logistica.html>. Acesso em: 02 nov. 2021.

RIBAS, Leonardo Calcagno; CARVALHO JÚNIOR, Antônio Neves de. **Argamassa industrializada em sacos versus argamassa produzida no canteiro de obra: logística, custo e desempenho do material aplicado**. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

RIBEIRO, Carmen Couto. **Materiais de construção civil**. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

SINAPI. **Cadernos técnicos de composições para revestimentos**. Rio de Janeiro, 2018.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil**. São Paulo: Pini, 2006.

ACOMPANHAMENTO DE OBRA CIVIL: ESTUDO DE CASO DA EXECUÇÃO DE FUNDAÇÃO DE CASAS POPULARES NO MÚNICIPIO DE TUBARÃO-SC

Fábio Tavares Pereira¹

Rodolfo Michels Godinho²

Alessandro de Medeiros³

Resumo: A construção civil tem grande importância no cenário econômico mundial e está em constante evolução, tanto nos campos das diversas metodologias construtivas como nas tecnologias empregadas nos mais variados tipos de edificação. Conforme exposto nas diversas legislações pertinentes ao ramo da construção civil, é obrigatório o acompanhamento de obra ou acompanhamento técnico por profissional devidamente habilitado, sendo que este, consiste em visitas periódicas ao canteiro de obras que visam garantir que construção esteja sendo executada de acordo com os projetos, esclarecer dúvidas, orientar a mão de obra contratada, fazer ou conferir medições, orientar a compra de materiais de construção e suas aplicações, indicar e corrigir as falhas, em resumo, verifica o correto andamento da construção. A fundação é uma das etapas mais importantes no processo de construção de uma edificação, e a escolha da técnica errada, além de acarretar em grandes prejuízos financeiros e atraso no cronograma de obra, pode colocar em risco à integridade da mesma. É extremamente importante que o engenheiro civil, que detém a responsabilidade sobre a edificação, analise todas as condicionantes e opte pela técnica ideal para a situação apresentada, levando sempre em consideração se a mesma é compatível com o tipo de solo da área objeto de intervenção e se a mesma é economicamente viável. No presente trabalho apresentaremos o acompanhamento de uma obra de casas populares, analisando a escolha do tipo de fundação, e o processo para se chegar na execução.

Palavras-chaves: Acompanhamento. Estaca. Fundação.

1 INTRODUÇÃO

O acompanhamento de obras é uma parte muito importante na execução de obras de construção civil, pois garante que os processos sejam executados de maneira correta, evitando erros e gastos sem necessidade. O acompanhamento de obra, quando realizado de maneira correta, colabora para o sucesso da obra, trazendo

¹ Graduado em Direito e em Engenharia Ambiental e Sanitária, com especialização em Gestão Hospitalar e Saúde, e acadêmico do curso de Engenharia Civil da FUCAP. E-mail: fabiotp1@hotmail.com

² Orientador e Professor do curso de Engenharia Civil na Faculdade Capivari. E-mail: rodolfo@rodolfomichels.com.br.

³ Professor do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Capivari. E-mail: direitoformal@gmail.com.

benefícios financeiros e garantindo que a obra seja executada dentro do prazo estabelecido.

A fundação é um dos processos mais importantes de serem acompanhados, pois ela é essencial para a estrutura do edifício, permitindo a transferências das cargas provenientes da estrutura para o solo. É de suma importância estudar a fundo a técnica ideal para cada empreendimento, analisando características como a carga da edificação e as características do solo, para evitar erros de projeto, ocasionando assim graves a obra.

Existem diversas técnicas de fundações, sendo elas divididas em duas categorias:

- Diretas (rasas): As fundações diretas são mais utilizadas em obras menores, sendo economicamente mais viáveis. Dentre os tipos de fundações direta, se destaca a sapata isolada, a viga baldrame, o radier e sapata corrida.
- Indiretas (profundas): As fundações indiretas são utilizadas em solos de baixa resistência, como aterros por exemplo. A fundação profunda mais utilizada é a estaca.

O presente trabalho tem por objetivo realizar o acompanhamento de obra, em uma construção de casas populares no município de Tubarão/SC, analisando a escolha do tipo correto de fundação para esse caso, além de mostrar a evolução da obra, desde seu início até a fundação da edificação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta etapa do estudo, será feito um levantamento de conceitos sobre as fases iniciais da obra, com foco na fundação, trazendo aspectos gerais e mais significativos. Será mostrado a importância do acompanhamento de obras, bem como os tipos de fundações, para trazer uma melhor compreensão dos temas abordados neste estudo.

2.1 ACOMPANHAMENTO DE OBRAS

O acompanhamento de obras possui grande importância para o andamento de uma construção, pois nela se observa o andamento do projeto, verificando se todas

as etapas estão sendo executadas, seguindo o planejado, objetivando o máximo de qualidade na execução do serviço.

Deve se criar uma abordagem para minimizar esses erros e mudanças frequentes, desenvolvendo um processo de monitoramento de progresso em tempo real eficaz (SLAUGHTER, 1998). Se discrepâncias entre o processo “planejado e executado” forem observadas, imediatamente, ações de controle apropriadas podem ser aplicadas. Assim, a forma de representar essas discrepâncias é uma das chaves para apoiar o processo de tomada de decisão para as ações de controle (LEE e PEÑA-MORA, 2006).

2.2 ETAPAS PRÉ-FUNDAÇÃO

A primeira etapa de uma construção civil é o projeto, onde o profissional responsável pela obra, ira colocar em práticas os estudos, criando o projeto, vetorizando as plantas da construção e buscando nos órgãos licenciadores as autorizações necessárias para o andamento da obra.

Outra etapa importante antes da fundação, é preparação do terreno onde o empreendimento será implantado. A preparação do terreno pode passar por diversas etapas como: a remoção de vegetação, onde retira-se a camada de vegetação existente no terreno, como arbustos, plantas, entre outros; remoção de materiais, onde os materiais removidos são aqueles provenientes de demolições, entulhos, pedras, entre outros.

A terraplanagem também é uma etapa importante na preparação do terreno, pois nela se nivela o terreno para a implantação da obra, afinal um terreno desnivelado pode comprometer o empreendimento.

De maneira geral, a terraplenagem compreende o conjunto e operações necessárias para remover a terra de locais em que se encontra em excesso para aqueles em que há falta. Nas obras de construção pesada, a terraplenagem usualmente é mecanizada, provendo enorme economia com mão-de-obra. A sua mecanização permitiu uma movimentação de grandes volumes de terra em prazos curtos e com uma velocidade de operação relativamente alta, levando a custos unitários menores, apesar do alto investimento na aquisição dos equipamentos (SCHIMDT, 2015).

Outra etapa de grande importância antes da fundação é a sondagem, nesta etapa se faz uma análise do solo, buscando suas características e resistência, para assim delimitar qual o melhor tipo de fundação para o empreendimento. Existem diversas técnicas de sondagens, como sondagem a percussão SPT, sondagens mistas, sondagens rotativas, sondagens geofísicas e sondagens a trado, portanto é necessário que se escolha a técnica certa para a situação.

Os requisitos técnicos a serem preenchidos pela sondagem do subsolo são os seguintes, (Godoy, 1971):

- Determinação dos tipos de solo que ocorrem, no subsolo, até a profundidade de interesse do projeto;
- Determinação das condições de compactação (areias) ou consistência (argilas) em que ocorrem os diversos tipos de solo;
- Determinação da espessura das camadas constituintes do subsolo e avaliação da Orientação dos planos (superfícies) que as separam;
- Informação completa sobre a ocorrência de água no subsolo;

As normas para execução da sondagem são a NBR 6484 - Execução de Sondagens de Simples Reconhecimento do Solo, NBR 7250 - Identificação e Descrição de Amostras de Solos Obtidas em Sondagens de Simples Reconhecimento dos Solos, e NBR 9603 - Sondagens a Trado, da ABNT.

2.3 FUNDAÇÃO

Fundações são elementos estruturais cuja função é transmitir as ações atuantes na estrutura à camada resistente do solo. Os elementos estruturais de fundações devem apresentar resistência adequada para suportar as tensões geradas pelos esforços solicitantes. Além disso, uma fundação deve transferir e distribuir seguramente as ações da superestrutura ao solo, de modo que não cause recalques diferenciais prejudiciais ao sistema estrutural nem a própria ruptura do solo (ALVA, 2007).

Para definição do tipo de fundação a ser escolhido diversos critérios devem ser analisados, pois escolher uma técnica inadequada pode trazer atrasos na execução da obra, ou até causar danos irreversíveis. Os principais itens a serem analisados são:

- Características do solo: tipo de solo, nível do lençol freático, presença de rochas, resistência do solo, compressibilidade do solo, adensamento, entre outros.
- Topografia do terreno: dados sobre taludes, encostas do terreno, nivelamento, erosões, entre outros.
- Dados do empreendimento: tipo de estrutura, carga, tamanho, entre outros.
- Dados sobre construções vizinhas: estes dados podem trazer um melhor entendimento do comportamento do solo, podendo buscar inclusive danos já existentes.
- Aspectos econômicos.

Os principais tipos de fundação podem ser reunidos em dois grandes grupos: fundações superficiais (ou rasas ou diretas) e fundações profundas (ou indiretas)”. De uma maneira geral, as fundações superficiais são empregadas onde as camadas do subsolo imediatamente abaixo das estruturas são capazes de suportar as cargas e as fundações profundas, quando se necessita recorrer a camadas profundas mais resistentes (CAPUTO, 1987).

A principal norma relacionada ao assunto, é a NBR 6122 – Projeto e execução de fundações, esta norma tem como objetivo fixar as condições básicas a serem observadas no projeto e execução de fundações de edifícios, pontes e demais estruturas.

2.3.1 Fundação superficial

A NBR 6122 define fundação superficial com elemento da fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sobre a base da fundação, e em que a profundidade de assentamento em relação ao terreno adjacente é inferior a duas vezes a menor dimensão da fundação.

Ficam incluídas na fundação superficial a sapata, o bloco, o radier, a sapata associada, a viga de fundação e a sapata corrida.

2.3.1.1 Sapata

Sapata é um elemento de fundação rasa ou superficial de concreto armado que geralmente tem a sua base em planta quadrada, retangular ou trapezoidal. As sapatas de fundação são dimensionadas para que as tensões de tração que atuam sobre a fundação sejam resistidas pela armadura e não pelo concreto. A sapata é uma fundação rasa com capacidade de carga baixa a média. Sua utilização é indicada caso as sondagens de reconhecimento do subsolo indiquem a presença de argila rija, dentre outros (PEREIRA,2016).

A sapata não consiste em apenas uma técnica, ela pode ser dividida em sapata isolada, sapata corrida, sapata associada e sapata alavancada. De acordo com Brito (1987), os tipos de sapatas são definidos da seguinte maneira:

- Sapata isolada: São aquelas que transmitem para o solo, através de sua base, a carga de uma coluna (pilar) ou um conjunto de colunas;
- Sapata corrida: São elementos contínuos que acompanham a linha das paredes, as quais lhes transmitem a carga por metro linear;
- Sapata associada: Um projeto econômico deve ser feito com o maior número possível de sapatas isoladas. No caso em que a proximidade entre dois ou mais pilares seja tal que as sapatas isoladas se superponham, deve-se executar uma sapata associada;
- Sapata alavancada: No caso de sapatas de pilares de divisa ou próximos a obstáculos onde não seja possível fazer com que o centro de gravidade da sapata coincida com o centro de carga do pilar, cria-se uma viga alavanca ligada entre duas sapatas, de modo que um pilar absorva o momento resultante da excentricidade da posição do outro pilar.

2.3.1.2 Bloco

Este tipo de fundação é utilizado quando há atuação de pequenas cargas, como, por exemplo, um sobrado. Os blocos são elementos estruturais de grande rigidez, ligados por vigas denominadas “baldrames”. Suportam predominantemente esforços de compressão simples provenientes das cargas dos pilares. Os eventuais esforços de tração são absorvidos pelo próprio material do bloco. Podem ser de

concreto simples, alvenarias de tijolos comuns ou mesmo de pedra de mão (BARROS, 2003).

2.3.1.3 Radier

É um tipo de fundação que recebe todos os pilares da obra, funcionando como uma laje, cujos esforços vindo da estrutura são distribuídos igualmente em toda a área de conta todo solo. Geralmente, o radier é escolhido para fundação de obras de pequeno porte. O radier apresenta vantagens como baixo custo e rapidez na execução, além de redução de mão de obra comparada a outros tipos de fundação superficiais ou rasas (PEREIRA, 2016).

2.3.1.4 Viga de fundação

Elemento de fundação superficial comum a vários pilares, cujos centros, em planta, estejam situados no mesmo alinhamento.

2.3.2 Fundação profunda

A NBR 6122 define fundação profunda como o elemento da fundação que transmite a carga ao terreno pela base, por sua superfície lateral ou por uma combinação das duas, e que está assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3 m, salvo justificativa. Neste tipo de fundação incluem-se as estacas, os tubulões e os caixões. A norma ainda traz que não existe uma distinção nítida entre o que se chama estaca, tubulão e caixão.

2.3.2.1 Estacas

As estacas são elementos esbeltos, implantados no solo por meio de percussão ou pela prévia perfuração do solo com posterior concretagem, podendo, dessa forma, serem classificadas estacas cravadas e estacas escavadas. Outra forma, mais usual, de se classificar as estacas é separá-las em dois grupos, pré-moldadas, que podem ser constituídas de madeira, aço e concreto, e as moldadas “in loco” através das

técnicas de broca mecânica, Strauss, Franki, Hélice Contínua, Raiz, Barrete e estação (JÚNIOR, 2007).

2.3.2.2 Tubulão

A NBR 6122 define tubulão como elemento de fundação profunda, cilíndrico, em que, pelo menos na sua etapa final, há descida de operário. Pode ser feito a céu aberto ou sob ar comprimido (pneumático) e ter ou não base alargada. Pode ser executado com ou sem revestimento, podendo este ser de aço ou de concreto. No caso de revestimento de aço (camisa metálica), este poderá ser perdido ou recuperado.

2.3.2.3 Caixão

De acordo com a NBR 6122, caixão é o elemento de fundação profunda de forma prismática, concretado na superfície e instalado por escavação interna. Na sua instalação pode-se usar ou não ar comprimido e sua base pode ser alargada ou não.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O presente estudo foi realizado em um condomínio com quatro casas populares, localizado no lote 10, do loteamento Parque das Orquídeas, Rua B, bairro São Martinho, Tubarão/SC. O município de Tubarão localiza-se na região Sul do estado de Santa Catarina e possui uma área territorial de 301,485 km², com uma população estimada de 106,422 habitantes (IBGE, 2020).

Figura 1 - Localização do empreendimento.



Fonte: Google Earth, 2020.

O município de Tubarão possui relevo plano e de pouca altitude, o principal acidente geográfico é o rio Tubarão, que corta o município e atraiu as primeiras edificações, pelas áreas ribeirinhas serem de interesses para moradia, visto que no início da municipalização o rio era utilizado pela população (MEDEIROS, 2007).

A altitude média na sede do município é de 9 metros acima do nível do mar e o ponto culminante é o morro do Martinelli, com 540 metros (Rio do Pouso Alto). O clima é definido como subtropical, com temperatura média máxima de 23,6°C e média mínima de 15,5°C. A precipitação média anual é de 1.493 centímetros cúbicos, sendo abril e maio os meses de menor precipitação. O vento predominante na região é o Nordeste (TUBARÃO, 2014).

O empreendimento possui um terreno de 450,00 m², com uma área construída de 224,13 m², três dessas casas possuem 54,446 m² e uma possui 61,288 m². Cada casa possui lavanderia, cozinha, sala de estar, dois dormitórios e área externa.

Figura 2 - Projeto 3D do empreendimento.



Fonte: Tavares Construções, 2020.

3.2 ETAPAS PRÉ-FUNDAÇÃO

A primeira etapa da obra foi realizar um reconhecimento da área onde seria construído o empreendimento, na etapa de reconhecimento procurou-se analisar o histórico da área, ou seja, verificar o histórico de alagamentos, deslizamentos, entre outros fenômenos que possam dificultar a obra. Após realizar um reconhecimento da área, foram instaladas pelas concessionárias responsáveis água e energia no local.

Figura 3 - Reconhecimento da área.



Fonte: Autor, 2020.

A segunda etapa foi a preparação do solo, onde realizou-se a limpeza do terreno, sendo removida a vegetação, pedras e entulhos em geral. Em seguida foi

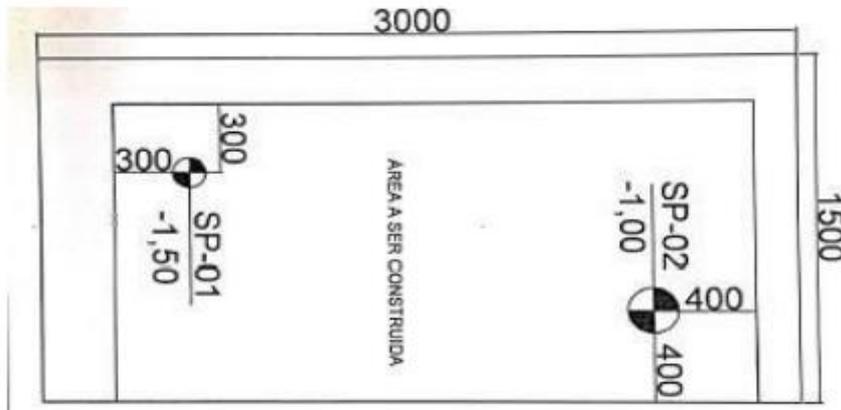
realizada a terraplanagem no local, para obter uma dimensão melhor do terreno, facilitando assim os futuros trabalhos de sondagem. Para que a terraplanagem seja feita, um pouco de terra é retirado de uma parte mais alta do terreno e depositada na parte mais baixa, tornando-o plano. Com o uso de equipamentos especiais e estudos matemáticos específicos, é possível realizar os devidos cálculos concluindo se será necessário a realização da retirada de material (corte) e posterior depósito do mesmo (aterro).

3.2.1 Sondagem

Esse processo consiste na realização de um reconhecimento e caracterização do solo pertencente ao terreno, extraindo informações cruciais para o desenvolvimento da obra. Para realizar a sondagem, foi contratada uma empresa especializada que realizará a execução de dois furos de sondagem S.P.T com circulação de água, numerados SP-01, SP-02 totalizando 17,10 metros de perfuração. As sondagens foram executadas segundo a ABNT-NBR 6484/2001, sendo iniciados com a utilização de um trado helicoidal. Para os ensaios de penetração dinâmica foi utilizado um amostrador-padrão do tipo RAYMOND” com diâmetro interno de 34,9 mm e diâmetro externo de 50,8 mm. Após o posicionamento do amostrador em cada uma das cotas de amostragem, foram marcados sobre as hastes de perfuração três segmentos de 15 cm cada, contados a partir do topo do tubo de revestimento. Para efetuar a cravação do amostrador, um martelo de 65 kg foi erguido à uma altura de 75 cm, contados a partir do topo da cabeça de bater, e em seguida deixado cair livremente. Foram, então, anotados o número de golpes necessários à cravação de cada 15 cm do amostrador.

Os resultados do ensaio SPT são expressos pela soma do número de necessários à cravação dos primeiros e dos últimos 30 cm. O índice de resistência à penetração (N) equivale aos valores obtidos, em cada metro, nos últimos 30 cm do amostrador. Esse índice fornece a compacidade nos solos arenosos e siltosos e consistência dos solos. Nos casos em que não ocorreu a penetração dos 45 cm do amostrador, os resultados são apresentados sob a forma de frações ordinárias. A identificação e classificação das amostras foram realizadas segundo a NBR 7250/1982. O croqui de localização dos furos, e os perfis individuais dos furos de sondagem podem ser observados a seguir.

Figura 4 - Croqui dos furos.



Fonte: J.B estaqueamentos, 2020.

Figura 5 - Relatório de sondagem sp 01.

Revestimento	Método Cravação	Cota Relação R.N.	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	MECN	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem		
							Furo SP 01 0 -1,500 SPT Camadas Classificação do Solo	— 30 cm iniciais — 30 cm finais	
4,0	trado helicoidal	6,5 -	3	4	1	3,45	Argila orgânica, cor preta, consistência mole		
			3	4	2				
			3	5	3				
			4	4	4				
			13	11	5				
			30	35	6				
		5,11 -	8				6,00		Areia, cor variada, compactidade pouco compacta passando a rija
			9						
			10						
			11						
			12						
			13						
Nível d'água N.A. inicial 1,50 m N.A. final 1,50 m									

Fonte: Autor, 2020.

Figura 6 - Relatório de sondagem sp 02.

Revestimento	Método Cravação	Cota Relação R.N.	Índice de SPT iniciais/30cm	Índice SPT finais/30cm	MECN	Prof. Camadas (m)	Relatório de Sondagem	
							Furo SP 02 0 -1,500 SPT Camadas Classificação do Solo	 30 cm iniciais 30 cm finais
4,0	trato helicoidal	- 6,5	2	2	1	2,45	Argila orgânica, cor preta, consistência mole	10
			2	2	2			
			4	3	3			
			4	4	4			
			5	5	5			
		- 11,5	5	5	6	8,40	Areia argilosa, cor variada, compactidade fofo passando à medianamente compacta	
			6	6	8			
			6	6	9			
			11	10	10			
			11	10	11			
			30/10		12			
					13			
					11,10			
Nível d'água N.A. inicial 1,50 m N.A. final 1,50 m								

Fonte: Autor, 2020.

3.3 FUNDAÇÃO

Inicialmente a obra foi pensada pelo engenheiro responsável baseada na fundação direta, um dos motivos é que as fundações diretas são mais baratas e mais simples de se aplicar, já que não necessitam grandes escavações e nem grandes equipamentos para execução.

Outro motivo de ter se estudado a possibilidade de utilizar uma fundação direta, é o fato de o terreno estar localizado próximo ao morro, portanto a suposição era de que o terreno onde o empreendimento seria implementado possuísse um solo mais firme, porém a partir do momento que se fez a movimentação de terra e com os resultados da sondagem, pode se notar que se tratava de um solo mole.

De posse dos dados técnicos da sondagem, a primeira solução pensada para esse caso foi criar uma sapata corrida, porém analisando mais profundamente a situação como um todo, concluiu-se que não seria o ideal. Essa técnica possui vantagens por ser de baixo custo, gozar de versatilidade, ser de rápida execução, necessitar de poucos equipamentos e poder ser executada com pouca escavação. Porém no caso desse empreendimento, após as análises do solo, chegou-se a conclusão de que não seria ideal essa técnica, por conta das características do solo, podendo este não suportar todas as cargas solicitadas.

A segunda solução pensada foi a de adotar o radier como tipo de fundação, pois essa técnica pode ser utilizada em solos argilosos, possuindo vantagens como: tempo de execução reduzida, pouca mão de obra e é indicada para casas de um pavimento. Coletando mais informações com os proprietários de edificações circunvizinhas, conversamos com os responsáveis por uma obra vizinha, localizada a cerca de 100 metros de distância, eles relataram que tiveram problemas com o radier, acusando a ocorrência de escorregamentos, e como a posição e as condições do terreno eram semelhantes à do presente empreendimento, corria o risco de ocorrer o mesmo problema. O escorregamento é um efeito adverso que ocorre em fundações quando o radier sofre um deslocamento horizontal em relação ao solo adjacente.

A conclusão que se chegou, após a análise do quadro geral e confecção de orçamentos, foi decidido que seria utilizada fundação do tipo indireta (profunda), através da técnica de estaqueamento, com blocos de fundação sobre a estaca. As estacas são indicadas quando não existe a possibilidade de usar fundações diretas por conta das características do solo.

Essas características podem ser porque o solo não apresenta a previsibilidade dos recalques e deformações em suas camadas iniciais de ruptura, ou porque a camada resistente está a uma profundidade superior a três metros, ou até porque existem possíveis camadas de solos moles abaixo de solos competentes onde seriam assentes as fundações diretas.

O modelo de estaca escolhido foi a estaca pré-moldada, essas estacas podem ser feitas de madeira, concreto ou aço, sendo que esses elementos podem ser combinados. Este tipo de fundação pode ser fixado no solo através de equipamentos especializados que cravam as estacas através de prensagem, vibração ou percussão.

3.3.1 Estaqueamento

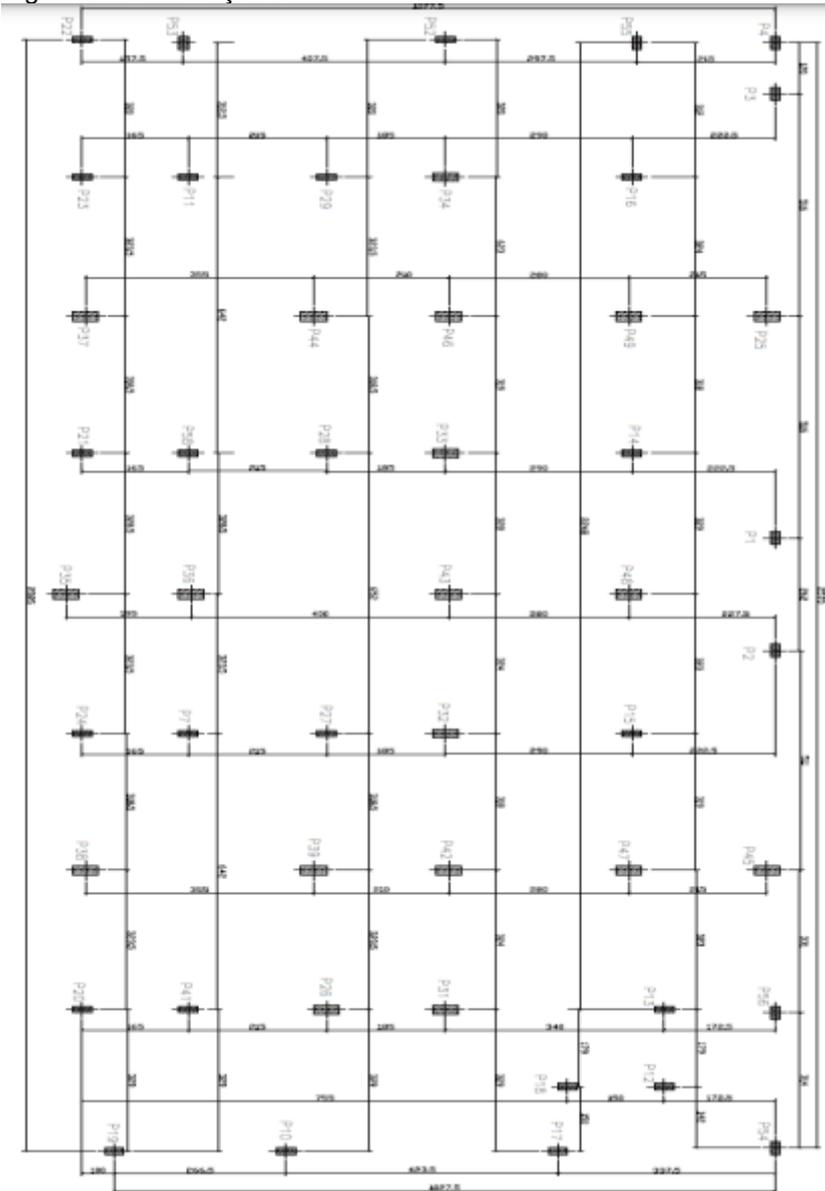
Para realizar o estaqueamento foi contratado um equipamento de bate-estaca, esse equipamento é equipamento utilizado para a execução de fundações profundas nas construções. Geralmente utilizadas em obras de maior porte, os bate estacas são usados para a cravação dos diversos tipos de estacas, como estaca pré-moldada de concreto, metálica e de madeira. O bate estaca geralmente compõe-se de uma torre e um martelo que irá realizar o movimento que gerará a força necessária para a cravação da estaca no solo. É importante dizer que este equipamento causa vibrações no terreno e tem que ser adotadas medidas para que terrenos vizinhos ou elementos já construídos no próprio canteiro de obras não sejam afetados pela vibração do bate estaca.

Para delimitar a posição das estacas, foi realizado o esquadrejamento da área através de linhas, o esquadrejamento é a delimitação da área, onde tudo estará localizada, também chamado de gabarito, nos pontos de intersecção das linhas é onde se coloca as estacas. Cada estaca possui uma capacidade de aguentar 25 toneladas. Essas estacas são fixadas ao solo, quando elas chegam numa profundidade de 7 metros, é colocado um ferro para emendar outra estaca e continuar batendo.

As estacas utilizadas são pré-fabricadas, constituídas de concreto usinado C 30 e o aço usado foi o CA-50-A e CA-60-B. De acordo com a norma.

Na figura 7 pode se observar a quantidade e locação das estacas.

Figura 7 - Localização das estacas.



Fonte: Vander Associados, 2020.

Figura 8: Bate-estaca



Fonte: Autor, 2020.

3.3.2 Blocos de fundação

Após realizar o estaqueamento, algumas estacas ficaram com pontas para fora do solo, e outras para dentro, as estacas que ficaram para fora do solo, são cortadas para ficar niveladas com o solo, e as estacas que ficaram para dentro do solo, foi cavado até achar um ponto em que se pode colocar o bloco de fundação, a função dos blocos de fundação é de distribuir a carga dos pilares para as estacas, esses blocos são constituídos da caixaria que delimita as dimensões, a armadura e o concreto. Os blocos possuem uma dimensão de 1,00 metro de comprimento x 80 cm de largura.

Figura 9: Posicionamento do bloco



Fonte: Autor, 2020

Após posicionar os blocos, foram feitas as armaduras do bloco, constituídas de ferro em formato de gaiola, utilizando ferro CA-50 com 10 mm de espessura. Nesta etapa também foi feito o pilar de arranque, esse pilar que propaga os esforços solicitantes da base para o elemento de apoio.

Figura 10 - Armação posicionada no bloco.



Fonte: Autor, 2020.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi abordado conceitos importantes de uma obra de construção civil, analisando aspectos técnicos das etapas iniciais até a fundação do empreendimento, levando em conta os aspectos técnicos e os estudos necessários.

Um dos pontos mais importantes de uma obra é a fundação, sendo ela responsável por transmitir as cargas provenientes da estrutura para o solo. Para escolher a técnica de fundação ideal para o empreendimento, diversos pontos devem ser analisados, como as características do solo e custo-benefício. Para a análise do solo, a sondagem se mostrou de grande importância, através da técnica de S.P.T.

Durante o trabalho, pode se observar a importância do acompanhamento de obras, pois garante um padrão de qualidade na execução das técnicas de construção. Realizar o acompanhamento através de um profissional habilitado, pode evitar problemas que venham causar atrasos e prejuízos na obra.

Na obra alvo desse estudo de caso, foi observado através da sondagem que se tratava de um solo mole, e que uma fundação rasa poderia não ser a técnica mais ideal, além de em um empreendimento vizinho já havia utilizado a técnica de radie e acabou tendo problemas. Portanto foi escolhido uma técnica de fundação profunda, a técnica de estacas, sendo utilizadas estacas pré-moldadas, constituídas de concreto usinado C 30 e o aço CA-50-A e CA-60-B.

REFERÊNCIAS

- ALVA, Gerson Moacir Sisniegas. **Projeto estrutural de sapatas**. Universidade Federal de Santa Maria. Departamento de Estruturas e Construção Civil. Santa Maria, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6122**: projeto e execução de fundações. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6484**: sondagens de simples reconhecimento com SPT: método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7250**: identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro: ABNT, 1982.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8036**: programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.
- BARROS, Márcia. **Apostila de fundações**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia de Construção Civil. 2003.
- BRITO, José Luís Weyde. **Fundações do edifício**. São Paulo: EPUSP, 1987.
- CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos Solos e suas aplicações**: mecânica das rochas, fundações, obras de terra. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1987.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/tubarao.html>. Acesso em: 15 mai. 2021.
- JOPPERT JÚNIOR, Ivan. **Fundações e contenções de edifícios**: qualidade total na gestão do projeto e execução. São Paulo: PINI, 2007.
- LEE, S.; PEÑA-MORA, F. Visualization of construction progress monitoring. Proc. of joint int. **Conf. On Computing and Decision Making in Civil & Building Engrg**. 2006.
- MEDEIROS, Rodrigo Althoff. **A formação do espaço urbano de Tubarão e a Ferrovia Tereza Cristina**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2006.
- PEREIRA, Caio. **Sapatas de fundação**. Escola Engenharia, 2016. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/sapatas-de-fundacao/>. Acesso em: 16 mai. 2021.

SLAUGHTER, S. (1998). Models of Construction Innovation. **J. of Construction Engrg. and Management**, ASCE.

TUBARÃO, Prefeitura Municipal de. **Aspectos físicos**, 2014. Disponível em: <https://www.tubarao.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/22162>. Acesso em: 15 mai.2021.

ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA NORMA NBR ABNT 15575

Luiza Carolina Barbieri Pereira¹

Rodolfo Lucas Bortoluzzi²

Joana D'arc de Souza³

Resumo: Com o crescente avanço da construção civil, faz-se necessário o estudo de novos componentes e novas tecnologias que se aliam aos conceitos de sustentabilidade. Este setor consome diversos materiais, os quais não são renováveis, como areia, água e agregados. Sendo que em alguns casos acabam por ser descartados de forma incorreta, causando grande impacto ambiental. Objetiva-se portanto avaliar o comportamento do tijolo solo-cimento com a incorporação de resíduo chamote cerâmico frente a esforços de compressão e ensaio de absorção de água. Como metodologia, serão caracterizados corpos de prova, aos quais serão submetidos a ensaio de compressão, a fim de avaliar a resistência adequada, bem como ensaio de absorção a fim de identificar se o material caracterizado corresponde aos parâmetros mínimos de resistência em ambientes de alta umidade.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Tijolo solo-cimento. Ensaio de compressão.

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo tem como temática o acompanhamento das normativas ABNT NBR 15575 (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020) para a prevenção de incêndio em edificações residenciais. Nas edificações a proteção contra incêndios deve ser encarada como uma obrigação de proteger, acima de tudo, as vidas humanas bem como o patrimônio.

Pensando nisso há uma série de medidas a serem tomadas. Novos equipamentos, novas técnicas e legislações, que agora passam a ser constantemente atualizadas, fornecem um conjunto mais robusto de controle de qualidade de obras. Essa necessidade de melhores técnicas, normas e procedimentos na área civil ficaram evidentes a partir do fatídico caso da Boate Kiss no Rio Grande do Sul que resultou em 242 mortes e 680 feridos (NSC TOTAL, 2020). Todo o sistema de segurança na prevenção contra incêndios tornou-se mais rigoroso, este rigor

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil – FUCAP UNIVINTE. E-mail: orclanai@hotmail.com.

² Orientador. Coordenador e Professor do curso de Engenharia Civil na Faculdade Capivari. E-mail: rodolfo@rodolfomichels.com.br.

³ Professora do curso de Engenharia Civil na Faculdade Capivari. E-mail: joanads@fucap.edu.br.

estendeu-se a todos os setores onde a observância das normativas devem ser aplicadas

No terceiro caderno desta norma (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020), encontra-se o uso de uma fita intumescente para vedação de tubulações hidrossanitárias com diâmetro interno superior a 40 mm, por onde o fogo, fumaça e calor podem se propagar para os andares superiores ou inferiores ao piso atingido. A fita utilizada tem a função de selar o buraco deixado pelo tubo ao ser consumido pelo fogo.

O objetivo deste trabalho é a verificação da aplicação prática da norma NBR ABNT 15575 (ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2020) e seus impactos sobre a execução de obras civis. Para cumprir este objetivo foi feito um levantamento bibliográfico mostrando quais necessidades do mercado de construção civil levaram a criação e regulamentação da norma. Além disso será apresentado um levantamento de custos de aplicação, a verificação de como o tempo de construção é afetado pela adoção da normativa, qual o impacto sobre o custo da mão de obra. Outros aspectos importantes que foram avaliados concernentes as características dos novos materiais a serem aplicados e o teste em ambiente controlado para verificar a efetividade do sistema de prevenção a propagação de incêndios.

Como caso concreto de aplicação da fita intumescente foram utilizados os dados e imagens gerados a partir do acompanhamento da obra do edifício Laguna Luxor, no município de Laguna/SC.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em todos os processos de engenharia com impacto social importante, existem parâmetros de qualidade e eficiência padronizados por normas técnicas aplicáveis. Não é diferente no caso das fitas intumescentes como dispositivo de prevenção de incêndios. Para poder entender os requisitos aplicáveis neste estudo foram revisadas diversas normas técnicas, das quais vale salientar e explicitar os requisitos técnicos avaliados para a discussão dos resultados dos testes deste estudo. Assim no item 2.1 faremos a apresentação destas normas.

2.1.NORMAS APLICÁVEIS AO CASO CONCRETO

As normas técnicas e seus principais requisitos estabelecidos visando o controle de riscos relacionados a propagação de focos de incêndio são resumidas a partir deste ponto.

2.1.1. IT 14 COBOM/SC

Ementa: Compartimentação, tempo de resistência ao fogo e isolamento de risco.

Requisitos aplicáveis: Esta Instrução Normativa (IN) estabelece e padroniza os critérios de compartimentação, isolamento de risco de propagação de incêndio e tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) nos processos analisados e fiscalizados pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) como forma de impedir ou reduzir a propagação de incêndios em imóveis.

2.1.2. NBR 5628

Ementa: Componentes construtivos estruturais – determinação da resistência ao fogo.

Requisitos aplicáveis: Esta Norma prescreve o método de ensaio destinado a determinar a resistência ao fogo de componentes construtivos estruturais representada pelo tempo em que respectivas amostras, submetidas a um programa térmico padrão, satisfazem às exigências desta Norma, conforme os requisitos nela especificados.

2.1.3. NBR 10636

Ementa: Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação da resistência ao fogo.

Requisitos aplicáveis: Esta norma prescreve o método de ensaio, classifica e gradua, quanto à resistência ao fogo, as paredes e divisórias sem função estrutural, não tratando, porém, da toxicidade dos gases emanados pelo corpo-de-prova durante a realização dos ensaios.

2.1.4. NBR 14432

Ementa: Tempo de resistência ao fogo dos compartimentos estanques

Requisitos aplicáveis: A norma estabelece para a edificação de uso residencial multifamiliar com altura superior a 30 m o tempo mínimo de 120 minutos de resistência ao fogo para compartimentos estanques.

2.1.5. Portaria nº 108 Ministério da Justiça e Segurança Pública

Ementa: Institui o Modelo Nacional de Regulamento de Segurança Contra Incêndio e Emergências.

Requisitos aplicáveis: Obrigatoriedade de compartimentação.

2.2 CUSTOS RELACIONADOS A UTILIZAÇÃO

Em todas as obras, uma das maiores preocupações é a manutenção de custos baixos sem prejudicar a qualidade. Como a fita possui aplicação muito simples, bastando para isso envolver a tubulação, não incluímos os valores relacionados a mão de obra e consideraremos apenas os custos de materiais que são devidos somente a aquisição da fita.

Tabela 01 - Custos de aplicação da fita intumescente por tubulação protegida.

Tubulação	Custo de aplicação (R\$)
Passagem tubulação 50	12,75
Passagem tubulação 75	18,75
Passagem tubulação 100	56,25
Passagem tubulação 150	124,50

Fonte: Do autor (2020).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para verificar a efetividade da fita intumescente como material de compartimentação foi realizado um teste utilizando o método descrito na norma NBR

Figura 02 - Fotos do forno de teste já com a fita intumescente instalada na tubulação de 50 mm conforme esquema da norma NBR 10636. Na primeira foto aparece o início do teste com o forno já ligado e tendo sua temperatura avaliada a cada 60 segundos.



Fonte: Do autor (2020)

Figura 03- Fita intumescente da marca HILTI utilizada no teste.



Fonte: Do autor (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da revisão bibliográfica foi possível identificar um cenário vasto de normas que apesar de requererem a compartimentação dos ambientes, não trazem muitos detalhes sobre qual o efeito esperado para esta compartimentação levando em consideração a utilização da fita intumescente.

A tabela 2, mostra que, espera-se para um prédio do porte e uso correspondente ao edifício Laguna Luxor, que a os compartimentos sejam estanques ao fogo por no mínimo 120 min (conforme IT 14 COBOM/SC e NBR 14432), para isso pode-se utilizar como teste a capacidade dos gases quentes de inflamar um chumaço de algodão. E que tenham compartimentos em que as faces dos isolamentos não passem de 180°C (NBR 5628).

Tabela 02 - Requisitos aplicáveis ao caso concreto conforme mostrado na introdução.

Norma	Requisito	Parâmetro e adequação a norma
IT 14 COBOM/SC	Compartimentação e tempo de resistência ao fogo	Tempo de resistência ao fogo deve ser maior que 120 min. O prédio em questão possui 63 m de altura, conforme anexo B da norma, deve possuir compartimentalização que permita a resistência ao fogo por tempo superior a 120 min
NBR 5628	Prescreve o método de ensaio destinado a determinar a resistência ao fogo de componentes construtivos estruturais.	Definição de estanqueidade ao fogo: Considera-se estanque quando os gases quentes não são capazes de inflamar um chumaço de algodão. Isolamento térmico: temperatura na face do isolamento não deve passar de 180°C em qualquer ponto.
NBR 10636	Método de ensaio de resistência ao fogo	Modelo do forno para teste e perfil de aumento de temperatura
NBR 14432	Tempo de resistência ao fogo dos compartimentos estanques	A norma estabelece para a edificação de uso residencial multifamiliar com altura superior a 30 m o tempo mínimo de 120 minutos de resistência ao fogo para compartimentos estanques
PORTARIA Nº 108 MINISTÉRIO DA JUSTIÇA SEGURANÇA PÚBLICA	Obrigatoriedade de compartimentação horizontal e vertical	Não há estabelecimento de temperatura ou tempo de ação da fita intumescente.

Fonte: Do autor (2020).

Nenhuma das normas fala de toxicidade dos gases, volume de gases que passam através da tubulação, ou do tempo em que a passagem de fumaça a baixa temperatura pode ser tolerada.

Na obra do prédio Laguna Luxor, foi possível verificar a instalação das fitas intumescentes nas tubulações de esgoto sanitário. Fica evidente a simplicidade de aplicação da técnica para compartimentação através do uso da fita intumescente. Na figura 04 - A) Passagem entre os pavimentos 4 e 5, a mocheta ainda não se encontra preenchida então podemos ver claramente as fitas intumescentes já instaladas nas tubulações de esgoto, pluvial e ventilação. B) Passagem entre os pavimentos 6 e 7, o vão entre os canos já estão cimentados, mas ainda conseguimos perceber a instalação da fita. Nessa imagem temos os canos de esgoto e ventilação.

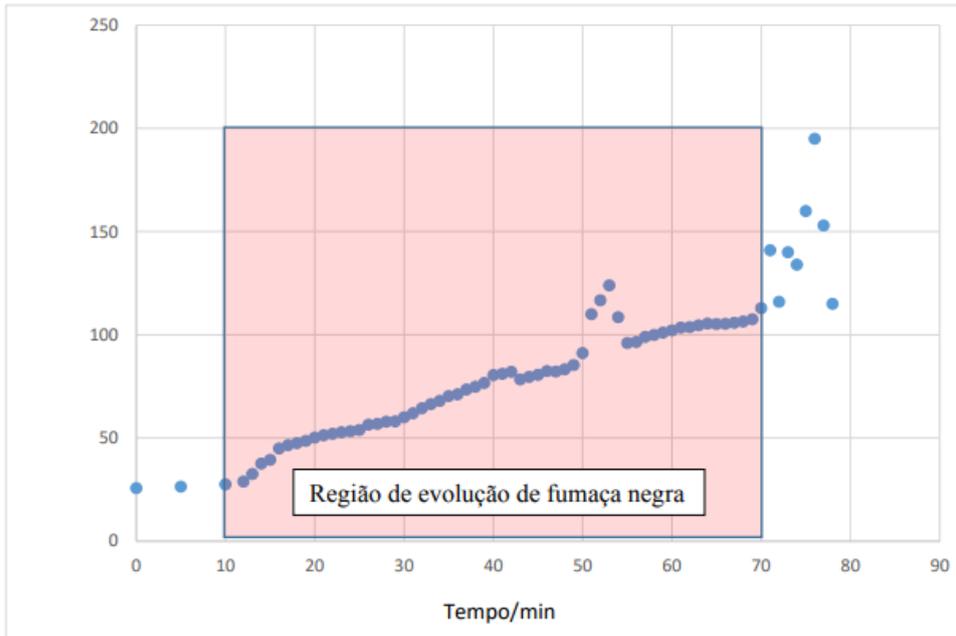
Figura 04- A) e B) – instalação da fita nas passagens entre pavimentos.



Fonte: Do autor (2020).

O gráfico da figura 05, mostra a evolução da temperatura do face da fita intumescente. Observa-se que ocorre uma reação exotérmica na temperatura local acima de 115°C e que a partir deste ponto a fita começa a expandir até obstruir completamente a passagem de gases na tubulação, o que corresponde a temperatura final de 195°C. Sendo, portanto, considerado este último, o ponto de funcionamento da fita intumescente.

Figura 05 - Gráfico da evolução da temperatura do forno.



Fonte: Do autor (2020).

A figura 06, mostra a fumaça saindo através da tubulação sendo monitorada. A figura 07 mostra a tubulação obstruída pelo intumescimento da fita no final do experimento, e a figura 08 mostra a parte da tubulação que foi cortada pelo funcionamento da fita.

Figura 06, 07 e 08- 6) Fumaça saindo da tubulação de testes. 7) Tubulação obstruída pela fita intumescente. 8) Tubo cortado pela ação da fita intumescente.



Fonte: Do autor (2020).

5 CONCLUSÕES

Através da realização deste estudo foi possível verificar que a técnica de compartimentação com uso de fita intumescente é de fácil aplicação, porém, considerando que o número de tubulações existentes em uma construção de grande porte é significativo e que o custo unitário de implantação não é inexpressível (conforme dados mostrados na tabela 1) podemos concluir que o custo da obra será impactado pela exigência de uso.

Além disso, os dados do teste da fita conforme a norma NBR 10636 e os requisitos levantados durante a revisão bibliográfica, levam a crer que a estanqueidade dos compartimentos é alcançada, porém permite a evolução de gases tóxicos durante um tempo superior a 60 minutos antes do início do funcionamento da fita intumescente. Neste caso, o fogo não ultrapassa a barreira criada pela fita, porém os riscos gerados pelos fumos continuam a ser de grande monta.

Concluimos que a aplicação da fita intumescente permite o alcance dos requisitos estabelecidos pelas normas técnicas e legais vigentes, porém ainda não é a solução ideal para a estanqueidade de tubulações.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5628**. Componentes construtivos estruturais - Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10636**: paredes divisórias sem função estrutural: determinação da resistência ao fogo: método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14432**: exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.
- CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Instrução técnica NO 14**: compartimentação, tempo de resistência ao fogo e isolamento de risco.
- NSC TOTAL. **Celulares das vítimas tocam sem parar durante incêndio**. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/desepero-celulares-de-vitimastocam-sem-parar-durante-o-resgate>. Acesso em: 20 ago. 2020.

ANTEPROJETO ARQUITETÔNICO, DOCUMENTAÇÃO, PESQUISA E IDEALIZAÇÃO

Marcos Vinicius Araújo Oliveira ¹

Tainá Elis da Silva ²

Cristina Michels Godinho Dal Molin ³

Rodolfo Michels Godinho⁴

Resumo: A coordenação, alunos e professores do curso de Engenharia civil da FUCAP - Faculdades Capivari de Baixo juntamente com a diretoria da FEJA - Fundação Educacional Joanna De Ângelis criaram um projeto que consiste na reforma e ampliação da Fundação, que é destinada a crianças de famílias carentes. O projeto básico busca a conciliação para atender as necessidades juntamente à qualidade, conforto e viabilidade, obedecendo ao plano diretor, código de obras da cidade e às Normas Regulamentadoras (NR`s) necessárias.

Palavras-chave: Projeto. Necessidades. Reforma. Normas.

1 INTRODUÇÃO

A FEJA - Fundação Educacional Joanna de Ângelis atende 123 crianças em período integral na Educação Infantil, de 0 a 5 anos e mais 20 crianças no contraturno escolar em situação de vulnerabilidade social (FUNDAÇÃO..., 2021).

A Fundação está localizada na Rua Salomão Lopes, 252, bairro Passagem, Tubarão-SC e, com o crescimento da região, a infraestrutura da Instituição está em seu limite, tendo assim a necessidade de ampliação e reforma para o melhor aproveitamento das instalações e espaços.

A FEJA teve início no ano de 1994, procurando ajudar os menos favorecidos, atendendo as necessidades de um contexto social fragilizado e com um trabalho que exercita o bem.

Aproximadamente 26 (vinte) anos depois, a FEJA em parceria com profissionais e alunos da FUCAP - Faculdades Capivari de Baixo, do curso de

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capivari. E-mail: mviniciusengenheiro@gmail.com.

² Acadêmica do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capivari. E-mail: tainaelis@hotmail.com.

³ Orientadora. Docente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capivari. E-mail: tina_dalmolin@yahoo.com.br.

⁴ Docente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Capivari. E-mail: rodolfo@rodolfomichels.com.br.

Engenharia Civil, iniciaram um projeto para sanar as necessidades da Instituição, obedecendo as normas e plano diretor do município.

Tabela 1 - Evolução da pirâmide etária em Tubarão – 1991/2010.

Evolução da pirâmide etária em Tubarão - 1991/2010								
Faixa etária	População 1991		População 2000		População 2010		Variação 2010/1991	
	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Relativa (%)	Absoluta	Δ (%)
0 a 9	17.026	21,1	13.644	15,4	11.304	11,6	-5.722	-33,6
10 a 19	15.101	18,7	17.650	20,0	14.844	15,3	-257	-1,7
20 a 29	15.280	18,9	14.104	15,9	17.890	18,4	2.610	17,1
30 a 39	13.013	16,1	15.147	17,1	14.375	14,8	1.362	10,5
40 a 49	8.948	11,1	12.235	13,8	15.127	15,6	6.179	69,1
50 a 59	5.363	6,6	7.794	8,8	11.765	12,1	6.402	119,4
60 a 69	3.752	4,6	4.473	5,1	7.057	7,3	3.305	88,1
70 a 79	1.768	2,2	2.551	2,9	3.443	3,5	1.675	94,7
80 ou +	598	0,7	872	1,0	1.430	1,5	832	139,1
Total	80.849	100,0	88.470	100,0	97.235	100,0	16.386	

Fonte: IBGE, 2010.

2 PROJETO DE REFORMA E AMPLIAÇÃO

O projeto de reforma e ampliação trata-se de um processo específico que abarca um conjunto de ações coordenadas e controladas com prazos de início e término, proposto a fim de alcançar um certo objetivo segundo requisitos específicos, no que diz respeito às limitações de tempo, custo e recursos, conforme a NBR 10.006/2000: Gestão da qualidade - Diretrizes para a qualidade no gerenciamento de Projetos.

Etapas do projeto de arquitetura as etapas de execução da atividade técnica do projeto de arquitetura são as seguintes, na sequência indicada (incluídas as siglas): a) levantamento de dados para arquitetura (LV-ARQ); b) programa de necessidades de arquitetura (PN-ARQ); c) estudo de viabilidade de arquitetura (EV-ARQ); d) estudo preliminar de arquitetura (EP-ARQ); e) anteprojeto de arquitetura (AP-ARQ) ou de pré-execução (PR-ARQ); f) projeto legal de arquitetura (PL-ARQ); g) projeto básico de arquitetura (PB-ARQ) (opcional); h) projeto para execução de arquitetura (PE-ARQ) (ASSOCIAÇÃO..., 2017, p. 4).

2.1 LEVANTAMENTO DE DADOS PARA ARQUITETURA

Para iniciarmos o projeto de arquitetura, a primeira ação realizada foi buscar informações e dados do terreno objeto da implantação.

Na primeira etapa do projeto, realizou-se um pedido de certidão de viabilidade junto à Prefeitura da cidade de Tubarão, a qual emitiu o documento especificando os Parâmetros Urbanísticos a serem adotados ou limitados.

A edificação e o terreno no qual ocorrerá a ampliação, encontram-se na zona ZR3, isso significa que ela possibilita construções de até três pavimentos residenciais e também permite o uso comercial para construções térreas de até 100 m² (cem metros quadrados). Para a área mínima do lote têm-se 250m² (duzentos e cinquenta metros quadrados) e a frente deve possuir no mínimo 10m (dez metros) de comprimento. Os recuos estabelecidos são de 4m (quatro metros) frontal e para as laterais 1,50m (um metro e cinquenta centímetros), a taxa de ocupação máxima é de 80% (oitenta por cento), tendo no máximo 8m (oito metros) de altura e uma taxa de no mínimo 10% (dez por cento) de permeabilidade do solo.

A área está inserida no perímetro urbano de acordo com a Lei Complementar n° 90 de 2013 (TUBARÃO, 2013). O uso solicitado é adequado ao que dispõe a Lei Complementar n° 87 de 2013, Art.19, parágrafo único (Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo Urbano de Tubarão) (TUBARÃO, 2013), e Lei Complementar n° 89 de 2013 (Sistema Viário) (TUBARÃO, 2013).

Segue na figura 1 abaixo, a Certidão de Viabilidade para Construção emitida em 31 de agosto de 2020 e com validade até 31 de agosto de 2021.

Figura 1 - Certidão de Viabilidade para Construção.



Município de Tubarão

Certidão de Viabilidade para Construção – Processo nº 27.196/2020

Requerente: Fundação Educacional Joanna de Ângelis
Local do Imóvel: Rua Salomão Lopes, s/nº - Bairro Passagem
Matrícula: 17.709/1ª Ofício
Inscrição: 01.09.080.0224.001

Lei Complementar nº 87 de 2013 – Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo Urbano de Tubarão

1. Parâmetros Urbanísticos:

Zona	Área/Frente mínimas	Recuos*	Taxa de Ocupação máxima	Coefficiente de Aproveitamento máximo	Altura máxima	Taxa de Permeabilidade mínima
ZR 3	250 m ² / 10 m	Frontal: 4,00 Lateral e fundos: até o 2º pavimento 1,50 metros, quando houver aberturas; a partir do 3º pavimento 18% sendo no mínimo 2,50 metros.	80 %	5	h/8	10% ou **

*Fr: Recuo Frontal; L: Recuo Lateral; F: Recuo de Fundos.
 ** É obrigatório que a edificação possua dispositivo para retenção e retardo de águas pluviais.

Art. 25 § 1º Nas Zonas Residencial 2 (dois) e Residencial 3 (três) (ZR2 e ZR3) os recuos laterais e de fundos poderão ser utilizados até as suas extremas, nos primeiros 2 (dois) pavimentos, sendo estes o 1º (primeiro) pavimento (térreo), o 2º (segundo) pavimento, e subsolo, podendo, ainda, a cobertura destes pavimentos servir de circulação de veículos para o 3º pavimento de garagem e instalações de uso comum. (Redação dada pela Lei Complementar nº 133/2016)

A área está inserida no perímetro urbano de acordo com a Lei Complementar nº 90 de 2013. O uso solicitado é adequado ao que dispõe a Lei Complementar nº 87 de 2013, Art.19, parágrafo único (Zoneamento do Uso e Ocupação do Solo Urbano de Tubarão) e Lei Complementar nº 89 de 2013 (Sistema Viário).

2. Observações

a) O projeto deve prever vagas para estacionamento conforme legislação;
 b) O parecer desta Consulta de Viabilidade é vinculado ao Registro Atualizado do Imóvel;
 c) A Consulta de Viabilidade é o documento pelo qual a Prefeitura procura orientar as possibilidades de construção, aproveitamento e uso do solo; sem, no entanto, possuir caráter conclusivo, remetendo sempre o interessado à Aprovação de Projeto.

Válido por 01 (um) ano. Tubarão, 31 de agosto de 2020.

[Assinado digitalmente]
Arq. Murilo Teixeira de Souza
 Gerente de Urbanismo, Obras e Aprovação de Projetos

Assinado por: **MURILLO TEIXEIRA DE SOUZA**
 Para verificar a validade das assinaturas acesse <https://brasil.matricula.com.br/verificar-assinatura> ou utilize o código eletrônico: 01000-10001



Fonte: Documento interno – Fundação Educacional Joanna de Ângelis, 2020.

2.2 PROGRAMA DE NECESSIDADES DE ARQUITETURA

Aplicou-se um questionário produzido em conjunto pelos alunos do curso de Engenharia Civil, Marcos Vinicius Araújo Oliveira, Tainá Elis da Silva e Bianca Cardoso Sanzovo, orientado pela professora Cristina Michels Godinho Dal Molin. O questionário teve como objetivo identificar e documentar as reais necessidades do cliente, e nele obteve-se muitas informações importantes, como por exemplo, as salas desejadas e suas respectivas funções, capacidade média de pessoas e suas funções

dentro dos ambientes, necessidade de estacionamento e área verde, entre outras questões e dúvidas que foram sanadas.

O programa de necessidades é uma das partes mais importantes para o desenvolvimento do projeto, sendo usadas as fases iniciais do projeto para chegar à conclusão das decisões que devem ser tomadas. Nele é ditado as metas do cliente e as necessidades futuras da obra.

Foi fornecido pela coordenação e direção da FEJA - Fundação Educacional Joanna de Ângelis uma planta antiga, que junto com o questionário de necessidades respondido e a certidão de viabilidade do projeto, deu-se início ao projeto. Vale observar que foi realizada uma visita na Instituição, e com a planta baixa em mãos, os alunos sob supervisão da professora fizeram a conferência de todas as medidas.

Informações técnicas a produzir: a) as necessárias à concepção arquitetônica da edificação (ambiente construído ou artificial) e aos serviços de obra, como nome, número e dimensões (gabaritos, áreas úteis e construídas) dos ambientes, com distinção entre os ambientes a construir, a ampliar, a reduzir e a recuperar, características, exigências, número, idade e permanência dos usuários, em cada ambiente; b) características funcionais ou das atividades em cada ambiente (ocupação, capacidade, movimentos, fluxos e períodos); c) características, dimensões e serviços dos equipamentos e mobiliário; exigências ambientais, níveis de desempenho; instalações especiais (elétricas, mecânicas, hidráulicas e sanitárias) (ASSOCIAÇÃO..., 2017, p. 7).

Na sequência, o questionário idealizado e aplicado pelos alunos Marcos, Tainá e Bianca à Fundação.

Figura 2 – Questionário das necessidades do anteprojeto FEJA (2020).



Anteprojeto Arquitetônico Escolar Joana de Angelis

Cliente: Joanna de Angelis Rua
Endereço: Salomão Lopes, s/nº -
Fundação Educacional: Bairro Passagem

Questionário para Programa de Necessidades do Anteprojeto

1) Quais são as salas e dimensões desejadas para a execução das atividades escolares?

Ala dentista..., 01 Sala de informática com 20 computadores, 04 Sala de Aula capacidade de 15 a 20 alunos, 1 sala de arquivo... 1 sala para guardar material didático e equipamentos musicais, 01 banheiro adulto adaptado, 1 banheiro feminino infantil, 1 banheiro masculino infantil, 1 Sala de costura já temos 5 máquinas dois armários 3 portas e uma mesa grande de costura.

2) Qual o número médio de alunos esperados para a utilização das salas?

Sala de aula, de informática 20 alunos, sala de aula 20 alunos.

3) Qual a faixa etária dos alunos em suas respectivas salas?

No contraturno escolar são crianças e adolescentes entre 06 e 16 anos de idade

4) Os alunos são, em sua maioria, do gênero:

Masculino Feminino Ambos

5) Quais as atividades consideradas mais essenciais e urgentes para a realização com a comunidade?

Todas.

6) Será necessário um ambiente para cozinha?

Sim Não, Se sim, como deverá ser essa cozinha? Apenas lanches rápidos como uma copa ou um ambiente maior para execução de refeições mais complexas?

7) Será necessário um ambiente para os alunos lancharem?

Sim Não

8) Será necessário um ambiente de convivência, como um hall de entrada com mesas e cadeiras, podendo este servir de cantina?

Sim Não Se sim, descreva:

9) Está previsto a instalação de biblioteca com espaços para leituras?

Sim Não

10) Quais ambientes serão mais utilizados por um número maior de alunos?

São as salas de aulas e salas de computação.

11) Quais os objetivos a serem atingidos com a utilização dos espaços? Profissional, pedagógico, outros?

O objetivo é atender a um público específico que são crianças e adolescentes em risco social e assim não os deixando expostos às influências nocivas ao seu desenvolvimento.

12) O depósito servirá para guardar quais tipos de materiais? Será necessário mais de um depósito?

só um, Material didático e instrumentos musicais 10 violões, 06 violinos, pandeiros, estantes partituras.

13) Qual o número estimado de colaboradores por ambiente ?

Até dois colaboradores

14) Deverá ser previsto um local ou ambiente para os alunos ou professores guardarem seus pertences?

() Sim (x) Não

15) Será necessário uma sala para os professores? Se sim, será para reuniões ou apenas para guarda-volume?

() Sim (x) Não

16) Será necessário estacionamento ?

() Sim (x) Não Se sim, para quantos carros?

17) Será necessário construção ou reforma de banheiros?

(x) Sim Construção e Reforma () Não, Se sim, quantos a mais são necessários?

Mais dois

18) Será necessário jardim ou área verde?

(x) Sim () Não Se sim, descreva o que é desejado: Desejamos área verde em outro local.

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

2.3 ESTUDO DE VIABILIDADE DE ARQUITETURA

Em um estudo de viabilidade de arquitetura, conforma a NBR 16.636-2/2017 “as informações técnicas a produzir são a metodologia empregada, soluções alternativas (físicas e jurídico-legais), conclusões e as recomendações” (ASSOCIAÇÃO..., 2017, p. 7).

O projeto de arquitetura não é um processo linear, em que uma tarefa específica conduz a uma única solução. É um processo em que todos os aspectos relevantes são submetidos a um rigoroso juízo crítico (LEUPEN *et al.*, 2004).

A metodologia empregada nesse projeto consistiu-se na pesquisa de referências arquitetônicas, seguido pelo programa de necessidades e finalizando com o projeto arquitetônico básico.

Na pesquisa, com as referências obtidas pelo plano diretor do município e pelo código de obras, foram estabelecidos os parâmetros urbanísticos, de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros urbanísticos

Zona	Área/Frente mínimos	Recuos*	Taxa de Ocupação máxima	Coefficiente de Aproveitamento máximo	Altura máxima	Taxa de Permeabilidade mínima
ZR 3	250 m ² / 10 m	Frontal: 4,00 Lateral e fundos: até o 2º pavimento 1,50 metros quando houver aberturas; a partir do 3º pavimento H/8 sendo no mínimo 2,50 metros.	80 %	5	h/8	10% ou **

Fonte: Documento interno – Fundação Educacional Joanna de Angelis, 2020.

2.4 ESTUDO PRELIMINAR DE ARQUITETURA

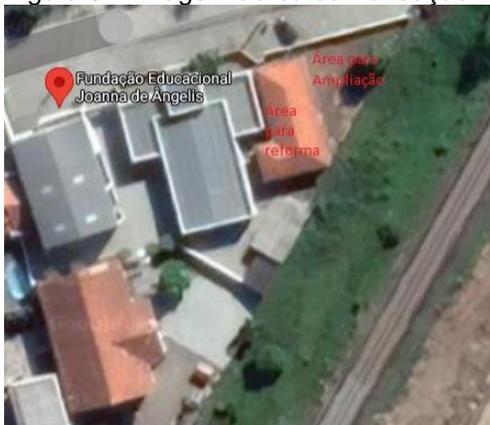
Conforme a NRB 15.575/2013: Desempenho de edificações habitacionais, “a avaliação de desempenho busca analisar a adequação ao uso de um sistema ou de um processo construtivo destinado a atender a uma função, independentemente da solução técnica adotada” (ASSOCIAÇÃO..., 2013, p. 13).

No projeto há dois ambientes distintos, um ambiente possui uma edificação existente que sofrerá alterações (reforma), e outro ambiente possui um terreno com uma área a ser construída, com o objetivo de integrar a edificação existente com a nova área a ser construída.

A edificação apresenta uma área construída de 136,65m², contudo, o objetivo do projeto é otimizar os espaços existentes e aumentar essa área construída em 164,37m², obtendo assim uma área total de 301,02m².

Na figura 3 é possível visualizar a imagem aérea da Fundação retirada do Google Maps na data de 21 de junho de 2021, a qual aponta-se a edificação existente e a área disponível para ampliação.

Figura 3 – Imagem aérea da Fundação Educacional Joanna de Angelis.



Fonte: Google Maps, 2020.

A tabela 3 representa os ambientes construídos e projetados para a ampliação da edificação e suas áreas, onde os espaços e ambientes foram alterados, modificados de lugar e serão reformados.

Tabela 3 – Área de ambientes construídos e ambientes projetados, projeto FEJA 2020.

1	AMBIENTES CONSTUIDOS	AREA M²	AMBIENTES PROJETADOS	AREA M²
2	SALA 01	13,8	SALA 01	40
3	SALA 02	28,19	SALA 02	40,77
4	SALA03	19,6	SALA 03	47,22
5	SALA DE BRINQUEDOS	19,77	SALA DE ATENDIMENTO	10,93
6	SALA DE INFORMATICA	10,93	ADMINISTRATIVO	11,9
7	SALA DE GESTANTE	11,9	SALA DE INFORMÁTICA	39,89
8	CIRCULAÇÃO	11,83	AREA TOTAL DE CICULAÇÃO	35,08
9	SALA DE MUSICA	8,9	DENTISTA	27,61
10	BWC	5,83	ARQUIVO PEDAGÓGICO	9,19
11	DISPENSA	1,17	WC FEMININO	8
12	VARANDA	1,66	WC MASCULINO	7,38
13	BWC	3,07	ESCOVODROMO INFANTIL	4,5
14	TOTAL	136,65	WC ADAPTADO	3,7
15			AQUIVO ADMINISTRATIVO	3,67
16			AREA DO COMPRESSOR	2,62
17			JARDIN	8,56
18			TOTAL	301,02

Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

Os espaços apresentam como objetivo principal adequar-se às necessidades dos usuários, obedecendo critérios de segurança e conforto. A edificação atual tem uma ineficiência de espaços utilizados, e o projeto busca otimizar e ampliar as salas com dimensões acima das necessárias para a demanda de momento, já prevendo uma necessidade maior futura. Além de dimensões maiores, as paredes internas não serão de alvenaria tradicional, facilitando futuras adequações.

Informações técnicas a produzir: a) sucintas e suficientes para a caracterização geral da concepção adotada, incluindo indicações das funções, dos usos, das formas, das dimensões, das localizações dos ambientes da edificação, bem como de quaisquer outras exigências prescritas ou de desempenho; b) sucintas e suficientes para a caracterização específica dos elementos construtivos e dos seus componentes principais, incluindo indicações das tecnologias recomendadas; c) relativas a soluções alternativas gerais e especiais, suas vantagens e desvantagens, de modo a facilitar a seleção subsequente (ASSOCIAÇÃO..., 2017, p. 8).

2.5 ANTEPROJETO DE ARQUITETURA OU DE PRÉ-EXECUÇÃO

Com todas as informações necessárias levantadas, os alunos e a professora envolvidos no projeto criaram uma planta baixa individualmente, apresentando à coordenação e direção da FEJA. Escolhida a melhor opção a ser desenvolvida e, a partir da proposta escolhida, todo o Anteprojeto foi desenvolvido.

A figura 4 retirada do Google Maps, mostra a localização da Fundação Educacional Joanna de Angelis, com as ruas que cruzam o local.

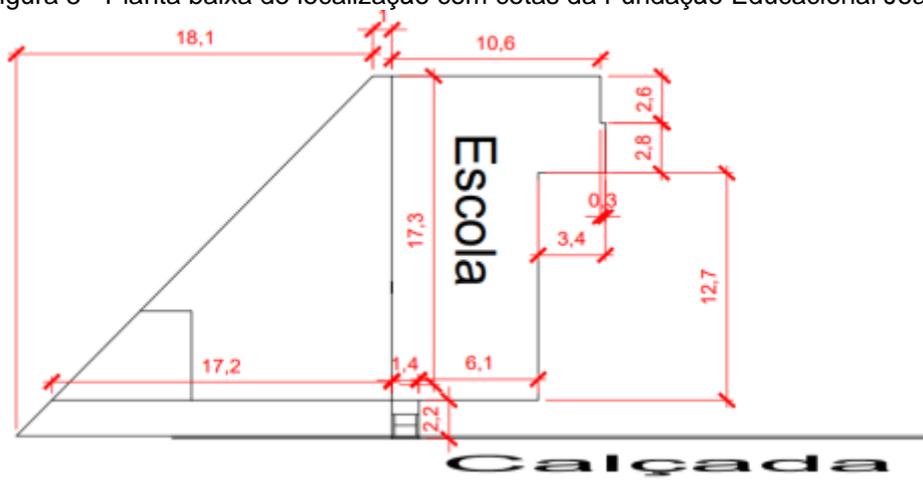
Figura 4 - Imagem de localização da Fundação Educacional Joanna de Ângelis



Fonte: Google Maps, 2020.

A planta a seguir mostra o terreno da Fundação em relação à calçada e a área que será reformada e ampliada, ressaltando suas medidas e espaços disponíveis. No triângulo será realizada a ampliação e na área construída será realizada a reforma.

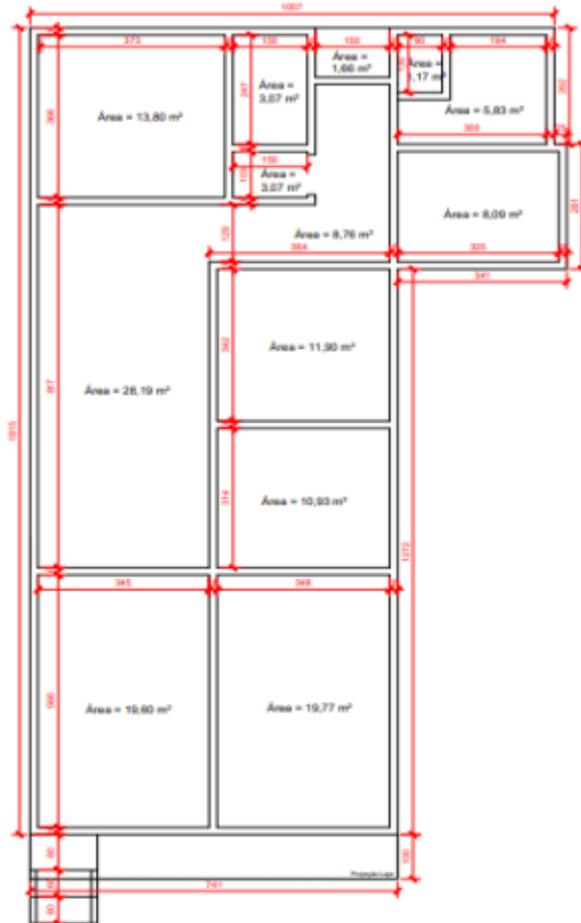
Figura 5 - Planta baixa de localização com cotas da Fundação Educacional Joanna De Angelis.



Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

A planta baixa da Fundação Educacional Joanna De Angelis foi fornecida pelos coordenadores, e feito mudanças, pois as medidas tiradas no local não conferiam com a planta, sendo assim, todas as medidas corretas foram adequadas a planta.

Figura 6 - Planta baixa com cotas da Fundação Educacional Joanna De Angelis.



Fonte: Elaboração dos autores, 2020.

A partir da proposta escolhida pelos diretores e coordenadores da Fundação, foram realizadas uma série de reuniões nas quais foram apresentadas as mudanças da planta escolhida. A cada reunião, os clientes (diretores e coordenadores) informavam as mudanças que desejavam e de acordo com o que era possível, as alterações foram realizadas.

Inicialmente, a edificação teria dois pavimentos, mas devido ao custo, os clientes optaram por uma planta térrea. Haverá o mínimo possível de paredes feitas de alvenaria, tendo assim maior flexibilidade no layout nos ambientes. As paredes internas serão de drywall, possibilitando assim, quando necessário, a mudança de locação das referidas paredes. Ao fim do anteprojeto, os envolvidos ficaram muito satisfeitos com os resultados obtidos

A proposta foi aprovada pela direção e o laboratório de projetos dará andamento no projeto arquitetônico final e, posteriormente nos projetos complementares.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O anteprojeto foi elaborado com base numa construção já existente, sendo assim, todo o desenvolvimento apresentou as limitações de um projeto inicialmente desenvolvido para as necessidades antigas. Porém, o projeto foi ampliado e adaptado para as situações e necessidades existentes e futuras.

Tendo como objetivos principais as adequações de espaços e a ampliação de área construída de modo que atenda a demanda da Instituição, os resultados do anteprojeto foram muito satisfatórios, possibilitando o aproveitamento de todos os espaços já existentes e com uma ampliação de 164,37m², expandindo, portanto, segundo o anteprojeto, uma a área total construída em mais de 100% (cem por cento), se comparada com a área construída já existente.

A experiência foi muito importante e gratificante para os estudantes envolvidos, pois além da contribuição em um projeto social, agregou-se ainda mais conhecimento profissional sobre a área de atuação da Engenharia Civil, com a oportunidade de realizar os levantamentos e desenvolvendo projetos, bem como, maior segurança para colocar em prática outros projetos. E, principalmente mostrou que para um projeto chegar à aprovação, muitas vezes são necessárias inúmeras mudanças para atender à todas as necessidades do cliente, obedecendo os critérios de segurança e normas existentes.

Figura 9 – As crianças, a socialização e integração na Fundação Joanna de Ângelis



Fonte: Elaboração dos autores, 2021.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.006/2000:** gestão da qualidade - diretrizes para a qualidade no gerenciamento de projetos. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NRB 15.575/2013:** desempenho de edificações habitacionais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16.636-2/2017:** elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos – parte 2: projeto arquitetônico. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL JOANNA DE ANGELIS (FEJA). **Sobre.** Disponível em: <http://feja.com.br/sobre/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

GOOGLE MAPS. **Imagem aérea da Fundação Educacional Joanna de Ângelis.** Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Funda%C3%A7%C3%A3o+Educacional+Joanna+de+%C3%82ngelis+-+R.+Salom%C3%A3o+Lopes,+252+-+Passagem,+Tubar%C3%A3o+-+SC,+88705-480/@-28.4693618,-48.9817352,18z/data=!4m2!3m1!1s0x9521430ce1f0f8b5:0x281e86ced324d3b4>. Acesso em: 15 jun. 2021.

GOOGLE MAPS. **Imagem de localização da Fundação Educacional Joanna de Ângelis.** Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Funda%C3%A7%C3%A3o+Educacional+Joanna+de+%C3%82ngelis+-+R.+Salom%C3%A3o+Lopes,+252+-+Passagem,+Tubar%C3%A3o+-+SC,+88705-480/@->

28.4693618,- 48.9817352,18z/data=!4m2!3m1!1s0x9521430ce1f0f8b5:0x281e86ced324d3b4. Acesso em: 21 jun. 2021.

LEUPEN, Bernard *et al.* **Projeto e análise**: evolução dos princípios da arquitetura. Barcelona: Editor Gustavo Gilli, 2004.

TUBARÃO. **Lei complementar nº 87, de 20 de dezembro de 2013**. Dispõe sobre o zoneamento do uso e ocupação do solo urbano de Tubarão e dá outras providências. Tubarão: Câmara de Vereadores, 2013. Disponível em: <http://leismunicipa.is/drmtf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

TUBARÃO. **Lei complementar nº 89, de 20 de dezembro de 2013**. Dispõe sobre o sistema viário do município de Tubarão e dá outras providências. Tubarão: Câmara de Vereadores, 2013. Disponível em: <http://leismunicipa.is/dmtrf>. Acesso em: 20 jun. 2021.

TUBARÃO. **Lei complementar nº 90, de 20 de dezembro de 2013**. Dispõe sobre a definição dos limites do perímetro urbano da sede do município de Tubarão e dá outras providências. Tubarão: Câmara de Vereadores, 2013. Disponível em: <http://leismunicipa.is/drmft>. Acesso em: 20 jun. 2021.