

ENGENHARIA NA PRÁTICA: CONSTRUÇÃO E INOVAÇÃO



ORGANIZADORES
PEDRO PASCOAL SAVA
BRUNO MATOS DE FARIAS


epilaya
Editora

Pedro Pascoal Sava
Bruno Matos de Farias
Organizadores

ENGENHARIA NA PRÁTICA: CONSTRUÇÃO E INOVAÇÃO

1ª Edição



Rio de Janeiro – RJ
2020

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E57 Engenharia na prática [recurso eletrônico] : construção e inovação /
Organizadores Pedro Pascoal Sava; Bruno Matos de Farias. –
Rio de Janeiro, RJ: Epitaya, 2020.
211 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-87809-09-0

1. Engenharia civil. 2. Construção civil. I. Sava, Pedro Pascoal.
II. Farias, Bruno Matos de.

CDD 624.1

Elaborado por Maurício Amormino Júnior –CRB6/2422

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda
Rio de Janeiro / RJ
contato@epitaya.com.br
<http://www.epitaya.com.br>

epitaya
Editora

Pedro Pascoal Sava
Bruno Matos de Farias
Organizadores

ENGENHARIA NA PRÁTICA: CONSTRUÇÃO E INOVAÇÃO



Rio de Janeiro – RJ
2020

Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda
1º Edição - Copyright © 2020 dos autores
Direitos de Edição Reservados à Epitaya Propriedade Intelectual Editora Ltda.

Nenhuma parte desta obra poderá ser utilizada indevidamente, sem estar de acordo com a Lei nº 9.610/98.
Todo o conteúdo, assim como as possíveis correções necessárias dos artigos é de responsabilidade de seus autores.

CONSELHO EDITORIAL

EDITOR RESPONSÁVEL	Bruno Matos de Farias
ASSESSORIA EDITORIAL	Helena Portes Sava de Farias
MARKETING / DESIGN	Gercton Bernardo Coitinho
DIAGRAMAÇÃO/ CAPA	Bruno Matos de Farias
REVISÃO	Autores

CONSELHO EDITORIAL

COMITÊ CIENTÍFICO	Prof. Adriano Arpad Moreira Gomes
CIÊNCIAS DA TERRA E ENGENHARIAS	Profa. Bianca Marinho Quintella Borges Soares
	Prof. Emilio Farjalla Neto
	Prof. Everton Rangel Bispo
	Prof. Gercton Bernardo Coitinho
	Profa. Kátia Eliane Santos Avelar
	Prof. Luiz Felipe Dutra Caldeira
	Prof. Marcio Vieira Costa
	Prof. Marco Eduardo do Nascimento Rocha
	Prof. Paulo Antônio Pereira Igreja
	Profa. Rachel Cristina Santos Pires

PREFÁCIO

É interessante a análise da Engenharia como a arte de solucionar problemas. Em primeiro lugar, pelo modo como o qual se apresenta esta ideia: arte, de outra forma, pela construção do conceito de que a Engenharia se divide em teoria e prática.

Ao retornarmos ao conceito do que é a Engenharia e de como ela foi alicerçada, compreende-se que esta só pode ser compreendida em todo o seu sentido se a teoria e a prática forem exercitadas em conjunto, pois ambas são intrarrelacionadas. Isto quer dizer que, não pode haver Engenharia sem a teoria e não pode haver Engenharia sem a prática, tal como paradoxo. Desde a antiguidade o homem experimenta e registra suas descobertas, avançando continuamente na trajetória da sua evolução.

Essa experimentação nos permite contemplar e ao mesmo tempo analisar a maneira como nos comportamos como sociedade, pois a experimentação é um indicativo de que temos a capacidade de evoluir. Como observar as grandes pirâmides e não se questionar o modo como foram construídas? Como observar o Burj Khalifah e não se questionar com a mesma pergunta? Afinal, como construímos nosso mundo? O que nos faz concebermos “as” ideias? O que nos faz imaginarmos o que ninguém nunca imaginou? E, o mais importante, o que ainda nos encanta neste pensamento?

A Engenharia tem este poder, de materializar aquilo que o homem sonha, de concretizar seus projetos, dos mais simples, aos mais ambiciosos. E se esta é a concepção do que a Engenharia pode fazer, sim, ela é uma arte. E como toda arte, ela é orquestrada por um artista. Não um único mentor, mas uma rede de ideias, relacionadas por um conjunto de pessoas que tem um objetivo em comum, transformar a teoria do que pode ser feito na prática do que pode ser realizado.

Sendo assim, é honroso acompanhar a trajetória acadêmica daqueles que se dispõem a materializar com arte a construção do nosso mundo, seja na aplicação de novos materiais, seja na articulação da aplicação das tecnologias que já dominamos, mas de modo diferenciado, seja na análise do bem estar do ser humano nas diversas fases da sua vida. É honroso acompanhar e compartilhar seu conhecimento, para que tantos outros graduandos em Engenharia se sintam impelidos a colaborar com o suas ideias também, afinal, nenhum conhecimento deve ser trancado dentro de um indivíduo, mas sim partilhado para a construção de uma sociedade saudável e cada vez mais moderna em termos de bem estar, qualidade de vida e, sobretudo, preservação do meio ambiente, sempre em vista com as gerações futuras.

A todos aqueles que participaram deste volume, intitulado Engenharia na Prática: Construção e Inovação, meus sinceros agradecimentos pela bravura de terem enfrentado tão árdua jornada, e minha admiração pela generosidade em compartilhar seu conhecimento, suas experiências e sua dedicação no servir a sociedade, tal como a Engenharia se propõe a fazer.

É, indiscutivelmente um orgulho tê-lo consolidado como obra, que poderá ser compartilhada com tantos outros que terão a oportunidade de ver, em cada trabalho aqui apresentado, um traço da grande obra de arte que é a Engenharia. A cada um, meu respeito e minha gratidão, vocês são mais que vitoriosos.

Prof.^a DSc. Vanessa da Silva de Azevedo

Engenheira Civil formada pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro com ênfase em Construção Civil. Mestre em Engenharia Civil e Doutora em Engenharia Civil formada pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – PGECIV UERJ com ênfase em Estruturas. Professora Titular da Universidade Estácio de Sá.

“muito se fala sobre como ensinar, mas pouco sobre como aprender”.
Engº Péricles Brasiliense Fusco

SUMÁRIO

<i>Capítulo 1</i>	09
A UTILIZAÇÃO DE MATERIAL RECICLADO COMO SUBSTITUTO DE AGREGADO MIÚDO NA FABRICAÇÃO DE CONCRETO REDUZINDO O IMPACTO NO MEIO AMBIENTE	
<i>Érika Teles dos Santos; Larissa Barbosa Iulianello; Bruno Matos de Farias</i>	
<i>Capítulo 2</i>	27
RESIDÊNCIA RURAL AUTO-SUSTENTÁVEL COM FOCO EM SISTEMA DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTOR	
<i>Michele Gomes Sobrinho; Bruno Matos de Farias</i>	
<i>Capítulo 3</i>	41
PATOLOGIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL (CONCRETO ARMADO)	
<i>Arlei Deivisson da Silva Rodrigues; Fernanda de Aquino da Silva; Thaynara Ferreira França; Bruno Matos de Farias</i>	
<i>Capítulo 4</i>	62
O PAPEL DO ENGENHEIRO CIVIL NO GERENCIAMENTO DA OBRA: DO LEVANTAMENTO À ENTREGA DAS CHAVES	
<i>Luiz Soares Gouy; Bruno Matos de Farias</i>	
<i>Capítulo 5</i>	85
ADEQUAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA ACESSIBILIDADE A TERCEIRA IDADE	
<i>Thatyane Lopes Marques de Casto; Bruno Matos de Farias</i>	
<i>Capítulo 6</i>	99
ENGENHARIA LEGAL E AUTO VISTORIA PREDIAL: UMA ANÁLISE DE SEGURANÇA NA EDIFICAÇÃO	
<i>Filipe Fonteles do Nascimento; Rafael Moura de Souza; Bruno Matos de Farias</i>	
<i>Capítulo 7</i>	110
CANTEIROS DE OBRAS MODULARES: UTILIZAÇÃO DE <i>CONTAINERS</i> COMO ALTERNATIVA AO USO DE BARRACÕES DE MADEIRA EM ÁREAS DE VIVÊNCIA	
<i>Pedro Emanuel da Costa Oliveira; Rodrigo Vinicius Alves da Silva; Bruno Matos de Farias</i>	
<i>Capítulo 8</i>	135
ESTUDO DA VIABILIDADE DO USO DE <i>CONTAINERS</i> NA CONSTRUÇÃO CIVIL RESIDENCIAL	
<i>Nathália Torres Soares; Bruno Matos de Farias</i>	
<i>Capítulo 9</i>	147
PROPOSTA DE GERENCIAMENTO E SISTEMA CONSTRUTIVO DE OBRAS EM ÁREAS TOMBADAS PELO PATRIMÔNIO HISTÓRICO	
<i>Márcio André Machado Paschoal; Vitor Vinicius Alves da Silva; Bruno Matos de Farias</i>	

Capítulo 10 171
CONCRETO VERDE – A ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO
AXIAL COM UTILIZAÇÃO DO POLIETILENO TEREFTALATO COMO AGREGADO DO
CONCRETO

Bruno Ricardo F. de Oliveira; Bruno Matos de Farias

Capítulo 11 186
AS PATOLOGIAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO: ESTUDO DE CASO DA
PONTE PEDRO DUTRA NICACIO NETO DE CATAGUASES-MG

Dalila Cristina Miranda Ribeiro; Bruno Matos de Farias

Érika Teles dos Santos

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Larissa Barbosa Iulianello

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

Atualmente, pode-se notar o aumento da geração de resíduos, isso acaba se tornando um dos maiores problemas de uma central dosadora de concreto. Esses resíduos são provenientes de sobras que retornam no caminhão betoneira, lavagens dos caminhões e sobras que acabam aderindo aos pátios das centrais. A destinação desses resíduos costuma apresentar gastos elevados até o despejo em aterros legalizados. O objetivo do presente trabalho busca analisar minuciosamente a origem da lama cimentícia, suas composições e sua incorporação no processo de fabricação do concreto substituindo parcialmente o agregado miúdo pela mesma. Dessa forma, pretende-se avaliar suas influências nas propriedades mecânicas e analisar a viabilidade da utilização da lama. Para esse estudo foram coletadas amostras da lama cimentícia em seu estado seco numa Central Dosadora de Concreto. As mesmas foram submetidas a ensaios de caracterização como: granulometria, análise do teor de umidade, análises da determinação da massa unitária e volume de vazios e determinação da massa específica e massa específica aparente. Os resultados identificaram que a lama é considerada um agregado fino, porém faltam estudos para se determinar melhores características. A probabilidade da utilização da lama na fabricação do concreto foi possível, mas não houve resultados satisfatórios para a sua finalidade estrutural.

Palavra-Chave: Resíduo; Concreto; Agregados; Lama Cimentícia

INTRODUÇÃO

Em estudo realizado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (2012), a demanda por cimento avançou mais de 80% e o aumento do concreto preparado em centrais foi de 180%. Segundo a pesquisa, estima-se que as concreteiras tenham produzido 51 milhões de m³ no ano passado. O grande responsável pelo aumento da produção de concreto foi o crescimento geral da construção civil, principalmente em obras de infraestrutura e habitação (VIEIRA, 2013). As construtoras vêm escolhendo diversos sistemas construtivos à base de cimento, gerando esse crescimento expressivo. Haja vista este cenário, a demanda de concreto via concreteiras cresceu 136% entre 2006 e 2011. De todo esse volume de resíduo gerado, apenas uma pequena parcela recebe o descarte pelas centrais dosadoras de concreto com destino a aterros licenciados, devido à prática existente em muitas concreteiras de apenas contratar uma empresa para executar a

retirada do resíduo de seu terreno, sem exercer um controle de quais são os destinos usados por essas empresas e suas regularidades juntos aos órgãos ambientais responsáveis (VIEIRA, 2013). A ABESC (Associação Brasileira de Serviços de Concretagem) estima que 2% do volume produzido retornam às concreteiras e é descartado como resíduo. Outras associações apresentam números ainda mais elevados.

A FIHP (Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado) estima esse número em 3% e a ERMCO (European Ready Mixed Concrete Organization) estima em 1% (Vieira, 2013). O desperdício da produção de concreto abrange não só o resíduo que é gerado na concreteira, como também o desperdício causado na própria obra. O concreto excedente da obra tem duas maneiras peculiares de destinação: aterros e a devolução do material para a concreteira. Todo custo relativo ao transporte do resíduo da obra até a destinação final e disposição em aterro é pago pelo construtor. Se o resíduo é devolvido para a concreteira, essa responsabilidade passa para a mesma. Assim, com o aumento no controle de gastos e do rigor no manejo de resíduos na obra, o volume de concreto que é devolvido às usinas dosadoras tem matéria-prima utilizada no desenvolvimento de estudos de dosagem e controle da produção. Essas sobras devolvidas juntamente com o volume de resíduos gerados das lavagens dos caminhões betoneiras e dos pátios, passam por processos de segregação até se transformarem na lama cimentícia, onde são encaminhadas para os devidos locais de destino. Este resíduo corresponde a cerca de 5% do total de resíduo gerado, segundo o referido levantamento. Por sua vez, os resíduos gerados na fase de entrega são decorrentes de devoluções de sobras e de bate lastro que correspondem respectivamente a 52% e 43% do volume total de descarte efetuado pela concreteira (VIEIRA, 2013).

Trazer para o centro das discussões o conceito de reutilizar a lama cimentícia, como forma empregatícia na fabricação de concreto, gerada nas centrais dosadoras a fim de reduzir a utilização da matéria prima e mostrar como ela pode vir a impactar diretamente nos custos de produção de concreto, podem ser passos decisivos para que a lógica de consumo intensivo de recursos naturais seja revista. Discutir as consequências da reutilização e suas relações com o consumo tem reflexos diretos na implantação de ações sustentáveis. Assim, as empresas podem vislumbrar um caminho de competitividade sustentável, sem esgotamento de recursos, enquanto a empresa se beneficia da redução dos custos e níveis de poluição (SEALEY, 2001).

A sociedade, empresas e o mercado podem se beneficiar da discussão a respeito do reaproveitamento da lama cimentícia e dos seus impactos sem negar a importância das questões sustentáveis, análises econômicas, sociais e ambientais, pois a negação dessas questões podem levar ao aceleramento do esgotamento dos recursos e o agravamento de situações que podem comprometer a própria sobrevivência. Como a produção científica tem como objetivo de adequar-se da realidade para melhor analisá-la e, posteriormente, produzir transformações, a discussão sobre o reaproveitamento da lama no consumo de recursos, além de aspecto prático muito relevante, envolve-se de importância para o meio acadêmico. Nesse contexto, a maior produção de estudos e conteúdos sobre reutilização de resíduos e sustentabilidade pode ser o início de um processo de transformação que começa na academia e amplia seus reflexos para a realidade social (SEALEY, 2001).

Algumas usinas de concretagem nos EUA, têm desenvolvido alternativas para eliminação de resíduos, visto que há uma diminuição de locais apropriados para o lançamento de rejeitos. No Reino Unido, com relação ao aumento das exigências dos órgãos ambientais, identifica-se uma evolução na conscientização com os produtos elaborados com concreto e sua responsabilidade ambiental, o que pode ser comprovada através de novas estratégias, as quais visam até a reutilização da água das lavagens dos caminhões betoneiras. Toda via, existe uma parte significativa de 25 profissionais não qualificados e classificam inadequadamente os resíduos e descarregam o material no meio

ambiente (SEALEY, 2001).

Dentre os instrumentos voltados para a gestão dos resíduos sólidos da construção civil, destaca-se a Resolução nº307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Com as normas regulamentadoras e as resoluções do CONAMA sendo exigidas à nível de licenciamento dos empreendimentos, a gestão ambiental de resíduos no canteiro de obras apresenta-se de forma favorável, trazendo para o setor da construção civil inúmeras vantagens, onde destacam-se: redução do desperdício de materiais e serviços, redução no tempo gasto na execução da obra, ambiente de trabalho organizado propiciando ordem e segurança na hora de executar tarefas, aumento na reciclagem dos materiais que antes eram descartados (ZAMARCHI, 2015).

REFERENCIAL TEÓRICO

Concreto

Pode-se definir concreto como um material composto, constituído por cimento, agregado miúdo, água, agregado graúdo e ar. Outros componentes como aditivos químicos que tem como finalidade a otimização ou a modificação das suas propriedades básicas, também se incorporam na mistura (BASTOS, 2006). O concreto é o material mais utilizado na construção civil, e de acordo com suas relações, a pasta é o cimento misturado com a água, a argamassa é a pasta misturada com a areia, e o concreto é a argamassa misturada com a pedra ou brita, também chamado concreto simples (concreto sem armação), e seu estado fresco tem consistência plástica e o estado endurecido tem uma elevada resistência à compressão e baixa a à tração. No entanto, a durabilidade é alta, e com o aumento da cura sua resistência mecânica aumenta (HELENE, 2009).

Agregados

Os agregados podem ser estabelecidos como materiais minerais, sólidos, estáticos, que entram na constituição das argamassas e concretos, eles “não” devem conter substâncias de natureza orgânica e em quantidades que possam abalar a hidratação e o endurecimento do cimento” conforme a ABNT NBR 7211:2005.

São muito relevantes, pois cerca de 70 % da sua composição é constituída pelos agregados, e são os materiais de menor custo dos concretos e quanto sua classificação, é adotada através da sua origem, naturais e artificiais. Pode-se encontrar os agregados naturais na natureza, como areias de rios e pedregulhos, figura 1(HELENE, 2005).

Figura 1: Areia/ pó de pedra



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Na classificação de forma que suas dimensões são, os agregados são chamados de miúdo, como as areias, e graúdo, como as pedras ou britas. O agregado miúdo tem partículas, ou seja, diâmetro máximo igual ou inferior a 4,8 mm, e o agregado graúdo tem

diâmetro máximo superior a 4,8 mm. As britas são os agregados graúdos mais usados no Brasil, com uso superior a 50 % do consumo total de agregado graúdo nos concretos (BASTOS, 2006). A água é indispensável na dosagem do concreto para proporcionar as reações químicas do cimento, ou seja, processo de hidratação que o concreto sofre, e através dessas reações, as propriedades de resistência e durabilidade do concreto são mantidas. Há também o emprego da lubrificação das outras partículas para proporcionar o manuseio do concreto. A água potável é geralmente indicada para a dosagem dos concretos. Ao preparar o concreto, um ponto de atenção é o cuidado com a qualidade e a quantidade da água utilizada, pois ela é a responsável por ativar a reação química que transforma o cimento em uma pasta aglomerante. Se a quantidade for muito pequena, a reação não ocorrerá por completo e se for superior a ideal, a resistência diminuirá em função dos poros que ocorrerão quando este excesso evaporar (BONFIM, BALDIN, PEREIRA, & PAULA, 2017).

Dosagem do concreto

Dosagem do concreto trata da proporção ideal dos componentes constituintes da mistura, sendo eles: cimento, água, agregados e, em algumas situações, aditivos. De acordo com Rodrigues (2008), o produto dessas proporções deve atender diretamente os seguintes requisitos: a) trabalhabilidade, no estado fresco; b) resistência, no estado endurecido; c) boa relação custo-benefício.

Dentro dessas condições, compreende-se a dificuldade de dosar e produzir concreto e a necessidade da experiência do profissional responsável. Percebe-se também que a qualidade perante estes requisitos depende diretamente dos recursos e equipamentos disponíveis. A demanda de projeto na qual será utilizado respectivo concreto, especificará qual resistência mínima do mesmo. Normalmente, os projetos solicitam apenas a resistência à compressão simples, a qual o concreto bem executado responde muito bem.

Entretanto, existem os projetos especiais, que demandam ainda resistência aos esforços de tração e as deformações (RODRIGUES, 2008). Segundo Rodrigues (2008), outro ponto importante, são as condições de cura as quais o concreto executado está exposto. Frequentemente o concreto não é produzido no local, ele é feito em uma usina dosadora e levado até o local de aplicação. Durante o transporte, o processo de cura do concreto é iniciado, portanto cabe a consideração deste fator, já que ele afetará diretamente na trabalhabilidade da mistura na obra. Perante a dificuldade de avaliar todos os parâmetros para dosar um concreto, faz-se necessário produzir alguns traços experimentais antes da dosagem final. Diante desse cenário, é possível fazer algumas correções e facilitar a visualização do traço que harmoniza melhor com as condições mais importantes a serem atendidas por determinação de projeto (RODRIGUES, 2008).

Inicialmente, o concreto era produzido com a mistura de somente três materiais: cimento, agregados e água, sendo que o cimento era, quase sempre, o cimento Portland. Com o passar do tempo, com o objetivo de melhorar algumas propriedades do concreto, quanto no estado fresco quanto no estado endurecido, quantidades muito pequenas de produtos químicos foram adicionadas às misturas (BELINE, MAFFEIANGELOTTI, COELHO, & SANTOS, 2015).

As principais propriedades mecânicas do concreto endurecido, como resistência, retração, permeabilidade, resistência ao intemperismo e fluência, também são afetadas por outros fatores. A tendência geral é que cimento com menor velocidade de endurecimento tenha uma resistência final um pouco maior. O comportamento de baixa resistência inicial e elevada resistência final comprova a influência da estrutura inicial do concreto endurecido no desenvolvimento da resistência final. Quanto mais lentamente for

formada a estrutura, mais denso será o gel e maior a resistência final. O aumento na velocidade de ganho de resistência do cimento de alta resistência inicial é obtido por meio de um teor mais elevado e pela moagem do clínquer resultando em maior finura (HELENE, 2005).

Então, quanto maior for a relação água/cimento, mais fina será a granulometria necessária para uma maior trabalhabilidade. Na realidade, para uma relação água/cimento, existe uma relação entre agregado graúdo e agregado miúdo (para determinados materiais) que resulta em maior trabalhabilidade. A trabalhabilidade é determinada pelas proporções volumétricas das partículas de diferentes dimensões, de modo que, quando são utilizados agregados de diferentes massas específicas (HELENE, 2005).

Visto isso, existe uma grande variedade de tipos de concreto, cada um atendendo a um tipo de exigência nas construções, dentre eles, o concreto jateado, concreto bombeável, concreto armado, concreto simples, concreto protendido, concreto de alta resistência (CAD), concreto auto adensável, concreto leve, concreto pesado, entre outros. E para a execução dos concretos, existem padrões normativos que precisam ser seguidos rigorosamente segundo a NBR (Norma Brasileira Regulamentadora).

Materiais alternativos

Na sequência, outros materiais de natureza inorgânicas foram introduzidos nas misturas de concreto. A motivação original para o uso desses materiais normalmente era econômica, já que eles costumavam a ser mais baratos do que o cimento Portland, pois existiam na forma de depósitos naturais, exigindo nenhum ou pouco beneficiamento, ou por serem, algumas vezes resíduos de processos industriais. Um impulso adicional para a incorporação desses materiais “suplementares” ao concreto foi dado pelo aumento do custo da energia na década de 1970, e deve ser lembrado que a energia representa a maior proporção na composição de custos da produção do cimento (BRASIL, 2010).

Outro incentivo ao uso de alguns materiais incorporadores foi dado pelas preocupações ambientais surgidas, por um lado, pela exploração de jazidas para as matérias primas necessárias à produção do CP e, por um outro, pelas maneiras de disposição de resíduos industriais, como a escória de alto forno, a cinza volante ou a sílica ativa. Além disso, a produção do cimento em si é ecologicamente prejudicial, já que, para a produção de uma tonelada de cimento, aproximadamente a mesma quantidade de dióxido de carbono é liberada na atmosfera (BRASIL, 2010).

Seria erroneamente afirmar, baseado no histórico apresentado, que os materiais suplementares somente foram introduzidos no concreto pela sua viabilidade econômica. Esses materiais também conferem várias propriedades desejáveis ao concreto, algumas vezes no estado fresco, mas com maior frequência no estado endurecido. Esse atrativo, combinado com os “incentivos”, resultou em uma situação onde, em muitos países, uma elevada proporção do concreto contém um ou mais desses materiais suplementares (BELINE, MAFFEIANGELOTTI, COELHO, & SANTOS, 2015).

A utilização de agregados alternativos na construção civil, que tem como função promover estabilidade dimensional aos elementos do concreto, vem aumentando com o objetivo de melhorar as propriedades deste ou reduzir os recursos financeiros gastos com o material na construção.

Assim, a utilização de processos e matérias-primas alternativas na construção civil já é realidade, necessidade em inúmeras construções (BELINE, MAFFEIANGELOTTI, COELHO, & SANTOS, 2015).

Em diversos Países estudos utilizaram como agregados alternativos rejeitos de borrachas, vidros e rejeitos da própria construção civil. Com o concreto não é diferente, já

que este, é o material mais utilizado na construção civil. Isso se deve a sua versatilidade e propriedade de assumir a forma do molde que o contém. De acordo com esse cenário, os materiais utilizados como: carvão vegetal, poliestireno expandido (EPS), argila expandida e resíduos como lama cimentícia para mistura junto à uma massa de cimento, areia e água, estão ganhando espaço na substituição dos agregados comuns. Com isso, obtém-se um concreto com características de leveza e resistência, porém com as mesmas características e facilidade de moldagem do concreto estrutural (BELINE, MAFFEIANGELOTTI, COELHO, & SANTOS, 2015).

A lama cimentícia ou lama residual, é definida como um resíduo proveniente do processo da fabricação do concreto, onde esse resíduo pode ser gerado através de perdas no próprio processo construtivo, durante a fase da entrega e lançamento nas obras e a principal fonte geradora que é formada pela lavagem dos caminhões betoneiras dentro das próprias centrais dosadoras de concreto, conforme a Figura 2 (SILVA, 2016).

A partir deste item, o estudo apontado para a realização deste trabalho, apresenta soluções para serem aplicadas na gestão dos resíduos gerado nas centrais dosadoras de concreto.

Figura 2: Lavagem dos caminhões betoneira



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Dentro das CDC, os agregados e o cimento são armazenados em silos e dosados juntamente com aditivos e água. Após o processo de dosagem, eles passam por um misturador mecânico e carregados aos caminhões betoneiras que realizarão seu transporte até as obras, nas quais serão destinadas, conforme processo mostrado na Figura 3 (VIEIRA & FIGUEIREDO, 2013).

Segundo Vieira (2013), dentro das centrais dosadoras de concreto, o resíduo é gerado pelas perdas do processo produtivo antes da saída do concreto para a obra, e abrange os seguintes casos: materiais desperdiçados durante o transporte no interior das centrais; concretos com abatimento inadequado que são descartados ainda na central; materiais usados no desenvolvimento de estudos de dosagem e controle da produção do concreto.

Figura 3 (A) Processo de dosagem do concreto; (B) Dosador de água; (C) Dosagem de água

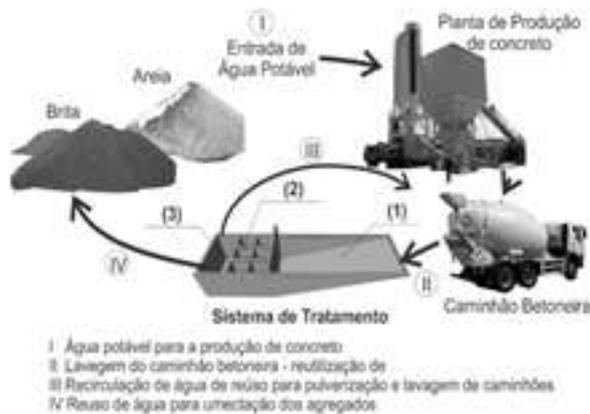


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Durante a fase de entrega e lançamento do concreto na obra, também são gerados resíduos provenientes de sobras, que são consideradas como todo o volume de material residual que não foi descarregado na obra, e de lavagem do bate-lastro (local onde os caminhões realiza sua lavagem), que é caracterizado como material impregnado no interior dos caminhões betoneira após o descarregamento total do material na obra (SILVA, 2016).

O processo de produção do concreto e o sistema de tratamento se dá conforme a Figura 4:

Figura 4: Processo de produção do concreto e o sistema de tratamento



Fonte: Tecnolegis, 2015

No esquema apresentado, os agregados e cimento armazenados em silos são dosados juntamente com aditivos e água, que pode ser potável ou de reúso. Após a dosagem eles podem passar por um misturador mecânico, movido a energia elétrica ou a diesel e carregados aos caminhões betoneiras que realizam seu transporte até as obras a que são destinados (SILVA, 2016).

Não especificamente voltados apenas ao ambiente de obras, o resíduo de concreto também é gerado ao longo do processo de fabricação do concreto, nas quais os resíduos podem ser gerados através de perdas no próprio processo produtivo ou durante a fase de entrega e lançamento nas obras (VIEIRA & FIGUEIREDO, 2013).

Segundo Vieira (2013), dentro das centrais dosadoras de concreto, o resíduo é gerado pelas perdas do processo produtivo antes da saída do concreto para a obra, e abrange os seguintes casos: materiais desperdiçados durante o transporte no interior das centrais; concretos com abatimento inadequado que são descartados ainda na central; materiais usados no desenvolvimento de estudos de dosagem e controle da produção do concreto. Já os resíduos gerados durante a fase de entrega e lançamento do concreto na obra são decorrentes da devolução de sobras, que são consideradas como todo o volume de material residual que não foi descarregado na obra, e de lavagem do lastro, que é caracterizado como material impregnado no interior dos caminhões betoneira após o descarregamento total do material na obra. A devolução de sobras de concreto usinado pelas obras para as centrais representa a maior parte do resíduo e tem como causa mais frequente a diferença existente entre o volume solicitado pelas obras para a concretagem de uma estrutura e a quantidade que se faz realmente necessária para a execução dessa atividade, representando cerca de 80% das devoluções. Outras causas usualmente encontradas para essas devoluções são a impossibilidade de aplicação do concreto devido a uma ultrapassagem de seu tempo de aplicação e recusa do material na obra devido a abatimento inadequado do mesmo (VIEIRA & FIGUEIREDO, 2013).

Nos casos nos quais há o descarregamento efetivo do concreto na obra qual ele foi destinado, se estima que um caminhão, de capacidade de carregamento de 8m³ de concreto, retorna a central com cerca de 100 litros de lastro aderido às paredes e facas do misturador. A lavagem dos caminhões para a retirada desse lastro se faz necessária como um modo de evitar a sua secagem no interior do mesmo, que pode vir a prejudicar a eficiência do equipamento durante a mistura e homogeneização do concreto. Esse processo de lavagem consiste no preenchimento, ao final do período de operação do caminhão betoneira, de sua betoneira com água, sendo então acionada a rotação de seu tambor de modo a se realizar a retirada do concreto residual de seu interior, sendo então essa água de lavagem encaminhada para um tanque de decantação. O consumo de água nessa operação é se situa entre 500 e 900 litros por lavagem realizada (SOUZA, 2007).

A perda do concreto associada a ultrapassagem de seu tempo de aplicação se dá pelo atendimento da norma brasileira NBR 7212:2012, para execução de concreto em central, que define que o tempo máximo de transporte do mesmo da central até a obra como sendo de 90 minutos, assim como o tempo máximo para aplicação desse concreto sendo de 150 minutos. Esses tempos limites, entretanto, devido à dificuldade cada vez maior imposta pelo trânsito nas grandes cidades, acabam sendo ultrapassados em muito, o que por sua vez leva a rejeição da mistura pela obra (POLESELLO, 2012).

Esses resíduos gerados costumam ser descartados internamente na central em tanques de decantação, no qual ficam armazenados. Dentro do tanque decantador, os finos de concreto quando for o caso sedimentam no fundo do tanque e a água e transportada para outro tanque, sendo reservada e analisada. Dependendo das características da água analisada a mesma pode ser reutilizada juntamente com a água para a dosagem de novos concretos.

METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa é qualitativa e descritiva, sendo realizada por meio de um estudo de caso que foi realizado pela análise técnica, buscando caracterizar a lama cimentícia resultante da lavagem dos caminhões betoneiras e pátios. Foi realizado o estudo das propriedades e características físicas da lama cimentícia e a compreensão da sua atuação nas propriedades existentes do concreto. A partir desse cenário, foi feito um programa experimental coletando amostras em uma central dosadora de concreto. Após realizado o estudo de avaliação do seu padrão físico, foi incorporado em um traço de concreto e será presente em todo o estudo, os padrões normativos como auxílio na elaboração, armazenamento, controle e análise da amostra. Tendo como proposta a substituição da areia na fabricação de um novo concreto juntamente com os seus benefícios ambientais e econômicos. A pesquisa foi realizada em uma concreteira localizada no Estado do Rio de Janeiro.

RESULTADOS

O caminho percorrido para chegar aos objetivos do presente trabalho, inicia-se por uma análise técnica, que buscará a obtenção dos agregados e da amostra em questão, no caso, a lama cimentícia (resíduo resultante das lavagens dos caminhões betoneiras e pátios das usinas dosadoras), realizará toda sua caracterização, manipulação e o concreto resultante composto pelo mesmo, por fim, será avaliado seu comportamento com o emprego da lama cimentícia como substituto de agregado miúdo. Para tal estudo, será necessária uma análise da composição e características físicas e fundamentais da lama cimentícia seca, e quais suas principais influências nas propriedades do concreto, quando a mesma for adicionada a este, em substituição aos agregados miúdos. O processo

consiste em coletar amostras da lama cimentícia em seu estado seco numa Central Dosadora de Concreto, adotada como CDC, no município de Duque de Caxias no Estado do Rio de Janeiro. A amostra, que ficou no tanque de decantação por aproximadamente 1 (um) mês, antes de ser seca na baía de secagem (Figura 5), precisa ser coletada numa quantidade inteiramente homogeneizada, com a ajuda de um instrumento, como por exemplo uma pá de bico, armazenada em saco plástico e transportada até o laboratório de controle tecnológico. A escolha desse resíduo como parte substituta do agregado miúdo (área), deveu-se a elevada geração deste nas centrais dosadoras e a falta de processos de reutilização do mesmo.

Figura 5: Tanque receptor de água oriunda da lavagem dos caminhões

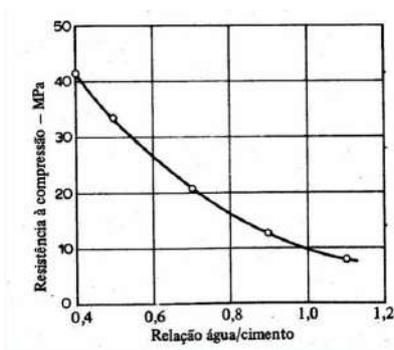


Fonte: Elaborado pelo autor, 2018

Para a produção do concreto serão utilizados como agregado a areia lavada, brita 0, pó de pedra e o cimento utilizado foi Cimento Portland CII 40 RS. A escolha do cimento foi levada em consideração pela boa trabalhabilidade e boa resistência inicial. O conhecimento de algumas características dos agregados é uma exigência para a dosagem do concreto. Já a massa específica ou a porosidade, a granulometria, a granulometria, a forma e textura determinam as propriedades do concreto. Para se definir o melhor método de utilização da amostra na dosagem do concreto, será necessário realizar ensaios de caracterização físico da lama. Para os ensaios, foram escolhidos a determinação da composição granulométrica afim de se verificar a distribuição granulométrica mais apropriada, massa específica e massa específica aparente e determinação da massa unitária e volumes de vazios, também foi escolhido o ensaio da determinação da umidade e umidade higroscópica com a finalidade de comprovar a secagem do material, ou seja, a propriedade que o material possui em absorver água. Assim como a lama cimentícia, faz-se necessário executar todo processo de caracterização dos agregados de origem comum para a dosagem do concreto. Sendo o concreto mais utilizado em toda a construção civil, o concreto de cimento Portland, terá sua metodologia de dosagem apresentada pelas condições brasileiras pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) e *American Concrete Institute (ACI)*.

Diante de uma gama de métodos dispostos nas bibliografias em todo o mundo, a Associação Brasileira de cimento Portland (ABCP) define seu próprio método. Para esta metodologia, deve-se obrigatoriamente preparar uma mistura experimental com o intuito de verificar se as quantidades desejadas foram atingidas. O método preocupa-se diretamente com a trabalhabilidade do concreto. Obtendo o domínio dessas informações, estipula-se o fator água-cimento, ilustrada pela Figura 6. Esta relação é definida a partir de parâmetros do projeto, como durabilidade e resistência mecânica.

Figura 6: Gráfico para determinação do fator água/cimento



Fonte: Rodrigues, 1998

Após finalizada esta etapa, determina-se uma aproximação para o consumo de água do concreto. Há uma ligação direta com as características dos materiais utilizados. No Brasil, é praticamente impossível dimensionar a quantidade por um método matemático, visto isso, existem tabelas que auxiliam na relação do consumo de água. O consumo de agregados, é dado após as quantidades de água e cimento serem definidos.

Porém, vale a observação de que os agregados são compostos por miúdo e graúdo, necessitando de atenção na proporção de cada um. Após as definições necessárias, o traço é representado na seguinte disposição: Cimento: agregado miúdo: agregado graúdo: relação água-cimento, onde se quantifica a porção necessária de cada elemento para uma unidade de cimento. Para a formulação da mistura, foi simulado um traço onde a proposta é um concreto não estrutural, previsto 20 Mpa (Tabela 1).

Tabela 1 - Simulação do traço inicial

Cimento (kg)	Areia (kg)	Pó de pedra (kg)	Brita 0 (kg)	Água (L)
50	54	18	71	30

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

A proposta do experimento consiste em formular 4 traços com proporções gradativas da lama cimentícia em substituição do agregado miúdo, no caso, a areia natural. No primeiro traço (Tr), traço real, será formulado conforme as características da dosagem de origem, sem acrescentar porcentagens da lama. O segundo traço (T1), será formulado um traço com 15% da lama cimentícia em substituição de 15% do agregado miúdo. É observada suas características e faz-se necessário a correção da mistura adicionando mais água e cimento à mistura. Como de conhecimento, a adição de água na mistura, ocasionada um aumento da relação A/C e, com isso, diminui-se a resistência à compressão dos concretos. Para a formulação dos traços, não será considerado o uso de aditivos, poderá ser corrigido com aditivos com a finalidade de obter as características esperadas em estudos futuros. No terceiro traço (T2), terá 50% da areia substituída por 50% da lama cimentícia. Novamente, é observada suas características e faz-se necessário a correção da mistura. Por fim, o quarto traço (T3), será substituído 100% da areia pela lama cimentícia. Por se tratar de um material novo e sem conhecimento de suas características, mantêm-se as proporções do Tr, apenas alterando a proporção de cimento de acordo com a necessidade. As misturas foram reduzidas proporcionalmente, utilizando os consumos de materiais informados na Tabela 2.

Tabela 2 - Consumo de materiais

Mistura	Cimento CP II E 40 (kg)	Água (L)	Areia (kg)	Brita 0 (kg)	Pó de pedra (kg)	Lama cimentícia (kg)
Tr	11,5	9	60	17	5,5	0
T1	13	10	51	15	3	9
T2	13	10	30	15	3	30
T3	13	10	0	15	3	60

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Foram utilizados os seguintes materiais na composição do concreto:

1. Lama cimentícia;
2. Cimento Portland (CP II E 40);
3. Areia média (Sol nascente);
4. Agregado graúdo brita 0 (Magé Mineração LTDA);
5. Pó de pedra (Magé Mineração LTDA).

Após a definição dos traços, serão adicionados, um traço de cada vez, respeitando suas proporções em uma betoneira (CSM 120 litros), conforme Figura 6.

Figura 6: Betoneira misturadora



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

O controle do concreto no seu estado fresco é de vital importância para garantir suas propriedades no estado endurecido. Sabendo disso, é de suma importância que seja realizado o ensaio de abatimento, cujo nome *Slumptest*, onde a principal função deste ensaio é medir a consistência e fluidez do material, e o controle da uniformidade da trabalhabilidade do concreto. O componente físico mais importante da trabalhabilidade é a consistência, ou seja, aplicado ao concreto, transfere propriedades fundamentais da mistura fresca.

Tabela 4 - Correlações entre o ensaio de abatimento e trabalhabilidade

Trabalhabilidade	Abatimento (mm)
Abatimento zero	0
Muito baixa	5 a 10
Baixa	15 a 30
Média	45 a 75
Alta	80 a 155
Muito alta	160 ao desmoronamento

Fonte: Clube do concreto, 2013

Será considerada as especificações dos concretos. No entanto, deve-se ter a garantia que o concreto foi dosado adequadamente e verificada a trabalhabilidade durante o seu preparo. O método é aplicável à determinação em laboratório ou em canteiro de obra a concretos que apresentam abatimento igual ou superior a 1 cm.

O molde deve ser confeccionado em chapa metálica de, pelo menos, 16mm de espessura, em forma de tronco de cone reto, com 30cm de altura e ambas as bases abertas, a inferior com 20cm e a superior com 10cm de diâmetro interno, e provido de aletas e alças, conforme Figura 7.

Figura 7: Cone abatimento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

A resistência Característica do Concreto à Compressão (f_{ck}) é um dos dados utilizados no cálculo estrutural e sua unidade de medida é o MPa (Mega Pascal). Para este ensaio, foram moldados 4 corpos de prova para cada traço e serão rompidos nas idades, conforme a Tabela 5. Neste ensaio, a amostra do concreto é "capeada" e colocada em uma prensa. Nela, recebe uma carga gradual até atingir sua resistência máxima, estabelecido pela ABNT NBR 5739:2018. Antes de proceder à moldagem, os moldes devem ser preparados com uma camada fina de óleo mineral.

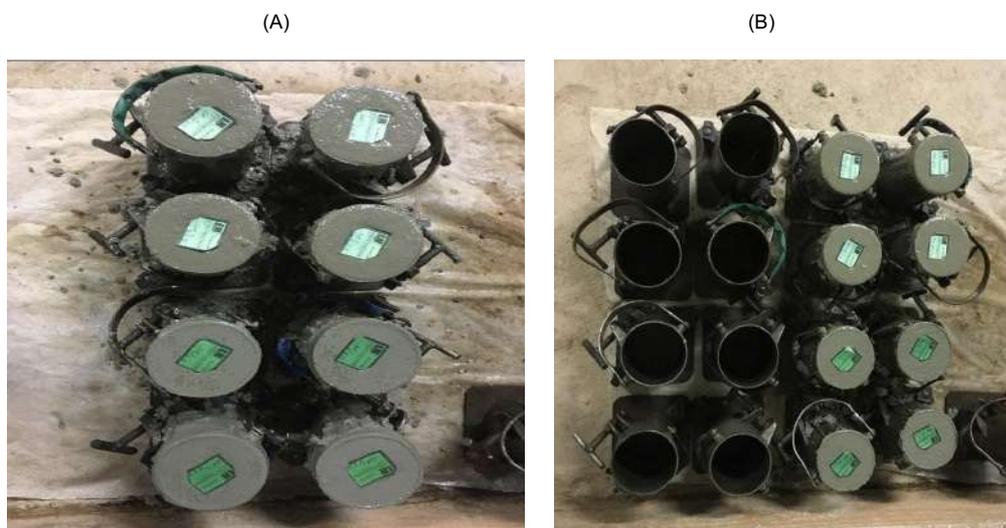
Tabela 5 - Idade dos corpos de prova

Mistura	Idades de rompimento (dias)			
Tr	7	14	21	28
T1	7	14	21	28
T2	7	14	21	28
T3	7	14	21	28

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Deve-se colocar o concreto dentro dos moldes em número de camadas de igual altura, de acordo com a ABNT NBR 5738:2015. O concreto com a haste antes de iniciar o adensamento de cada camada. No adensamento manual, os golpes devem ser distribuídos uniformemente em toda a seção. A primeira camada deve ser atravessada em toda sua altura, nas demais camadas, a haste deve atingir 20mm da camada inferior, será aplicado 12 golpes por camada. A última camada deve ser moldada com excesso de concreto; não é permitido completar o volume do molde após o seu adensamento. A última camada deve ser moldada com excesso de concreto; não é permitido completar o volume do molde após o seu adensamento. Após o adensamento de cada camada, bater levemente na face externa do molde para fechar vazios. Rasar a superfície com colher de pedreiro ou haste e cobrir com plástico.

Figura 8: Corpos de prova capeados e identificados (A) corpos de prova moldes e identificados; (B) moldes com uma fina camada de óleo mineral



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Após o desmolde e a permanência em tanque, o corpo de prova será encaminhado para o laboratório, onde será rompido e apresentará seus respectivos resultados. A verificação da resistência do concreto é feita pelo método do ensaio de compressão axial. Após o laboratório receber o corpo de prova da obra, ele é armazenado em câmara úmida

por um tempo determinado de acordo com o pedido do cliente, sempre lembrando que o concreto atinge a sua resistência característica no 28º dia. Vencido este prazo o corpo de prova segue para outro setor do laboratório onde ele passará por um nivelamento das superfícies para que encaixe perfeitamente na máquina que irá fazer o ensaio e finalmente ele é encaminhado para a última fase, chamada de rompimento.

A máquina exerce uma força gradual de compressão sobre o corpo de prova até que o mesmo venha a romper, a força exercida é dividida pela área de topo do corpo de prova em cm^2 , temos então a relação de kgf (exercido pela máquina) por cm^2 , que, para chegarmos ao MPa, basta dividir este valor por 10.

Figura 9: Corpos de prova capeados e posicionados na prensa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Impactos ambientais

Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - ABRECON, aponta que os resíduos que são descartados nas obras chegam a representar 50% do material. O número alarmante dá uma boa ideia da imensa quantidade de materiais de construção que se descarta todos os dias em decorrência das obras. E grande parte desses resíduos não são descartados em locais apropriados sendo despejados em terrenos baldios, áreas de preservação permanente, vias e logradouros públicos. Essa questão se torna cada vez mais urgente, pois a sustentabilidade ambiental é um aliado indispensável do desenvolvimento econômico.

A única solução disponível considerada pelas CDC é a destinação para aterros. Pelo lado ambiental, é a forma mais adequada para despejos de resíduos, porém pelo ponto de vista técnico, não se faz o reaproveitamento do material. Tendo em vista esse cenário, as áreas das CDC se tornam restritas impossibilitando o armazenamento da lama cimentícia. Diante das suas diferentes classificações do resíduo de concreto, referentes ao seu estado físico (lama ou endurecido), existem complicações na hora de sua destinação (SILVA, 2016). Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (2002), “considerando a viabilidade técnica e econômica de produção e uso de materiais provenientes da reciclagem de resíduos da construção civil” e que “a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental” de modo que estabeleça critérios e procedimentos para realização da gestão de resíduos, submetendo às ações necessárias para que ocorra a redução dos impactos ambientais.

Logo, define-se gerenciamento de resíduos como um sistema onde a finalidade é reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos. Portanto, um bom gerenciamento de resíduos é

essencial para qualquer concreiteira responsável e além disso, após a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, tornou-se mais sério, ou seja, zelar pelos resíduos tem demanda legal (AMBIENTE, 2010).

No Brasil, essa prática de reutilização de agregados reciclados da construção civil, é normatizado pelas NBR 15115:2004 e NBR 15116:2004, que estabelecem padrões para a produção da inclusão desses agregados e critérios para o controle de sua qualidade para o seu uso em pavimentação e concretos que dispensem a função estrutural e também, possuam como destino o seu uso em enchimentos, calçadas, contrapiso, blocos de vedação, meio-fio, sarjetas, canaletas, entre outros (SILVA, 2016).

Além da destinação do agregado reciclado para uma empresa específica que recebe esse material, existe a possibilidade de as usinas dosadoras de concreto instalar em seu próprio pátio, uma recicladora móvel, pois devido ao seu tamanho, não utilizaria todo seu espaço do terreno, além de reduzir os custos com transportes e descartes. A problemática dessa alternativa, seria talvez de os custos com manutenção da mesma fossem elevados (SILVA, 2016). Atualmente não existem meios de se obter um reaproveitamento total da lama, sendo que os processos mais efetivos (uso de aditivos retardadores de pega) permitem se chegar apenas a uma redução de 80% do resíduo (VIEIRA et al. 2010).

E essa utilização já seria de grande importância para o meio ambiente, pois a lama cimentícia é classificada pelo CONAMA 307 como um Resíduos classe A, que são os resíduos passíveis de serem reutilizados ou reciclados na forma de agregados para fins não estruturais, englobando entulhos de construção e material de terraplanagem. E é classificada pela NBR 10.004:2004 como um Resíduos perigosos (resíduos classe I), que apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. A NBR 10.004:2004 propõe que os resíduos gerados nas construções sejam separados em dois grupos, tendo-se como base o seu potencial de causar riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Então a reutilização da Lama cimentica será um grande avanço para à construção civil e para o meio ambiente. Pois a sua reutilização irá sanar o seu descarte em locais desapropriados, o desperdício e com isso irá colaborar com a preservação do meio ambiente.

DISCUSSÃO

O método de gestão implantado pelo reaproveitamento da lama cimentícia não é suficiente para eliminação total do resíduo, mas com a adição da lama nos concretos, podem reduzir o problema. Devido à falta de conhecimento do material, a trabalhabilidade do concreto foi corrigida constantemente durante a sua dosagem variando a quantidade de água utilizada. Essa técnica não é indicada para concretos com finalidades estruturais, devido a redução da resistência mecânica.

Através do consumo médio de matéria prima analisado na pesquisa e identificado seus custos, foi comprovado que a simulação da adição da lama em substituição parcial pelo agregado miúdo, apesar de não ter apresentado resultados satisfatórios, houve uma pequena redução nos custos com matéria prima.

A técnica de substituição por parte do agregado miúdo em 15% da lama, representado pelo T1, foi o mais eficaz, onde apresentou crescimento uniforme em suas resistências de acordo com as suas idades de rompimentos. Portanto, para adotar a técnica de substituição da lama pelo agregado miúdo com resultados satisfatórios ou até mesmo para utilização desse concreto com finalidades estruturais, sugere-se que faça ensaios mais específicos para indicar as influências juntamente com os agregados comuns. Fica como sugestão para futuros estudos também, o emprego de aditivos para a tentativa de melhorar suas propriedades e características

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregados para concreto - Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

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

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6467: Agregados Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7212: Execução de concreto dosado em central – Procedimento. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15116 Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7217 Agregados- Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 26 Agregados – Amostragem. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7219 Agregados – Amostragem. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 27 Agregados - Redução da amostra de campo para ensaios de laboratório. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 67 Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739 Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738 Concreto- Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655 Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015. AMBIENTE, M. D. (2010).

VIEIRA, L. B. Agregados para a construção civil no Brasil (2013).

A viabilidade do uso do poliestireno expandido na indústria da construção civil (Trabalho de conclusão de curso), p. 74. POLESELLO, E. (2012).

96 BASTOS, D. P. (agosto de 2006). Fundamentos do concreto armado. Notas de aula, p. 92. BELINE, E. L., MAFFEIANGELOTTI, A., COELHO, T. M., & SANTOS, B. D. (2015).

Concreto e suas inovações. BERLOFA, Aline. (2009).

COUTO, J. A., CARMINATTI, R. L., NUNES, R. R., & MOURA, R. C. (outubro de 2013). O concreto como material de construção. pp. 49-58. DEBS, M. K. (2017).

Concreto pré-moldado - Fundamentos e aplicações. São Paulo: Oficina de textos. HELENE, P. (2005).

CONCRETO. Microestrutura, propriedades e materiais. IBRACON. RASHWAN, S., & A., S. (1997).

Dosagem do Concreto de Cimento Portland - IBRACON. Pesquisas e realizações, pp. 439-472. Fonte: IBRACON. ISOFÉRES. (2012). Concreto leve. Fonte: Isóferes Comercio e Representação: <http://www.isoferes.com.br/imagens/ARQUIVOS%20PDF%20SITE/CONCRETO%20LEVE.pdf> MEIRA, A. M. (julho de 2002).

DIAGNÓSTICO SÓCIO-AMBIENTAL E TECNOLÓGICO DA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL NO MUNICÍPIO DE PEDRA BELA. NEVILLE, A. M. (2016).

Estruturas de concreto. RIBEIRO, C. C. (2013). Materiais de Construção civil. São Paulo: ufm. RIBEIRO, C. C., PINTO, J. D., & STARLING, T. (2003).

Evolução dos pré-fabricados de concreto. 1º encontro nacional de pesquisa projeto produção em concreto pré-moldado. 97 SILVA, D. O. (2016).

Estruturas de concreto armado - notas de aula. Universidade Federal de Lavras. SOUZA, A. F. (2007). Otimização do uso de aditivo estabilizador de hidratação do cimento em água de lavagem dos caminhões-betoneira para produção de concreto. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.

Gestão Ambiental de Resíduos na Construção Civil e Benefícios para o. XI Semana de Extensão, Pesquisa e PósGraduação - SEPesq. REPETTE, W. L. (2006).

Lama cimentícia. VALVERDE, F. M., & TSUCHIYA, O. Y. (5 de novembro de 2009). Associação Nacional de Entidades de Produtores de Agregados par Construção civil.

Laboratório de materiais de construção agregados. Universidade do Estado de Santa Catarina. BONFIM, W. B., BALDIN, V., PEREIRA, R. R., & PAULA, H. M. (2017).

Lama residual de usina de concreto: características e aplicações na confecção de blocos. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Cvil. BRASIL. (2 de agosto de 2010). Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos. CONCRETO, P. D. (2016).

Materiais de Construção Civil. Belo Horizonte: UFMG. RODRIGUES. (2008).

Parâmetros de dosagem do concreto. Associação Brasileira de Cimento Portland. SEALEY, B. J. (2001).

Política Nacional de Resíduos Sólidos. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: Acesso em 10 de setembro 2019. ARRANJO TRIBUTÁRIO, (1998). Disponível em: Diário do Nordeste On Line: . Acesso em 8 de setembro de 2019.

Portal do concreto. Disponível em: <https://www.portaldoconcreto.com.br/concreto>. Acesso em: 02 setembro de 2019.

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. TELES, J. (outubro de 2019).

Propriedades do Concreto. Rio de Janeiro: Bookman Editora LTDA. PINHEIRO, L. M., MUZARDO, C. D., & SANTOS, S. P. (março de 2010).

Reaproveitamento de concreto fresco dosado em central o uso de aditivo estabilizador de hidratação. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pp. 07-14. BERNARDI, T. (fevereiro de 2006).

Reuse of waste water from ready-mixed concrete plants. Management of Environmental Quality. LIMA C. I. V.; COUTINHO C. O. D. & AZEVEDO G. G. C (2014).

Reaproveitamento das lamas residuais do processo de fabricação do concreto. SOUZA Jr., T. F. (agosto de 2016).

Resíduos da concreteira: o aproveitamento do problema. Revista Concreto Ibracon 71. VIEIRA, L. D., & FIGUEIREDO, A. D. (setembro de 2013).

Resíduos da concreteira: o aproveitamento do problema. ZAMARCHI, M. G. (outubro de 2015).

Reciclagem de água de lavagem de caminhão betoneira para a produção de concreto. Formulário para apresentação de projetos PIBIC/ CNPq – BIP/UFSC. MEHTA, K. P., & MONTEIRO, P. J. (2008).

Substituição de agregados graúdos do concreto por materiais. IX Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. BENINI, H. R. (2007).

The properties of Recycled Concrete. Concrete internacional, p. 56. TSIMAS, S., & ZERVAKI, M. (2011).

Waste Management issues for the uk ready-mixed concrete industry. Resources Conservation & Recycling, 32, 321-331. SERRA, S. M. (3 de novembro de 2005).

Michele Gomes Sobrinho

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

O Trabalho consiste em apresentar um projeto de sistema de fossa de séptica biodigestor aplicado em uma residência uni familiar, em região rural, a tornando auto-sustentável. Onde essa região não tem sistema básico de rede de esgoto, prevenindo assim diversos problemas com o solo e não afetando o lençol freático, foi implantado esse projeto no sistema de saneamento básico dessa residência, baseado no projeto da Embrapa Biodigestor. O presente trabalho tem como objetivo analisar a vantagem dessa fossa séptica em regiões sem atendimento a concessionária que atende a rede de esgoto. A metodologia explora o método de estudo de caso, com bases no Google acadêmico e sites oficiais, foi descrita as etapas do funcionamento da fossa séptica biodigestor. Foi observado que com esse sistema através de processo de tratamento com esterco bovino a água fica livre de coliformes fecais e pode ser utilizada em plantações como biofertilizante ou jardim filtrante. Esse trabalho foi desenvolvido para a implantação desse sistema de fossa séptica em uma residência uni familiar, que vão residir e viver do plantio. Esse terreno está localizado em Cabo Frio-RJ, na Estrada Campos Novos, no bairro Vila Europa, sendo desenvolvido para atender o código de obras da região, esse projeto visa aproveitar o máximo desse recurso gerando sustentabilidade no dia a dia. Conclui-se que esse sistema construtivo visa atender essa família de baixa renda, sendo economicamente viável e de fácil instalação, logo a construção terá uma economia de parte da reutilização de água do vaso sanitário, para a agricultura, reduzindo alguns gastos.

Palavras-chave: Fossa Biodigestor; Sustentável; Lençol Freático

INTRODUÇÃO

Para o dia a dia em uma residência, ter um sistema básico de esgoto é essencial, em região que a concessionária não atende ao serviço é preciso buscar outros meios para conseguir ter um ambiente saudável e construção adequada. A norma ABNT NBR 8160 estabelece as exigências ao projeto e execução do sistema de esgoto para que atenda as exigências mínimas para higiene e conforto dos usuários adequado e com qualidade (ABNT, 1999).

Esse projeto com base nos projetos da EMBRAPA, que é uma empresa focada em inovação tecnológica, que desenvolveu o sistema de fossa séptica biodigestor para tratamento de doenças na área rural que se expandiu tendo várias possibilidades de aproveitamento. A fossa séptica da Embrapa é um método inovador, bem simples

desenvolvido para tratar o esgoto dos banheiros de residências rurais com até máximo de sete pessoas (OTENIO, et al., 2014).

Construir uma fossa séptica biodigestor garante boa preservação do meio ambiente, porque pode se utilizar o resíduo final como adubo em hortas e não agredir o solo com os resíduos fecais, prevenindo doenças causadas por fossas inadequadas. A tecnologia social foi definida como referência no Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida (Silva, 2017). Atualmente a sustentabilidade na construção civil tem sido o foco de pequenas e grandes construtoras. Cada vez mais na arquitetura e construção a busca por projetos inovadores tendo em vista construir uma casa auto-sustentável que gere melhor qualidade de vida para a população.

Foi criado no ano de 1999, pelos *United States Green Building Council* (USGBC), um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações chamado LEED Liderança em Energia e Design Ambiental, utilizado em 160 países que incentivam com premiações de projetos com foco na sustentabilidade, inovação e processo de projeto (OFICIAL, 2020).

No Brasil em 2015 foi 5º colocado no ranking de empreendimentos registrados na certificação LEED, com foco em motivar práticas sustentáveis (RECH, et al., 2018). O LEED é um sistema único que é aplicado em todo o mundo. Para o Brasil e para qualquer outro país, a forma de avaliação é a mesma.

Foram implantados outros sistemas de certificações como a AQUA e Casa Azul, que também desenvolvem planejamento com avaliação da qualidade ambiental, trazendo a sustentabilidade para área urbana. Essas certificações são importantes para promover mais projetos sustentáveis.

A área de estudo delimita um centro de diversidade de vegetal na região que recobre uma extensão de variedade de plantações, associados à ação de processos erosivos, fluviais, lacustres e costeiros, respondem pela diversidade litológica e de formas de relevo da região (Coe, et al., 2007). A região rural de Cabo Frio está em expansão com vários lotes a venda por preços acessíveis e facilidade de pagamento, porém não favorece ao comprador se não houver um projeto adequado para construção dentro da norma e que atenda a necessidade básica para uma moradia.

A Prolagos é a empresa de saneamento, concessionária responsável pelos serviços de saneamento básico em cinco municípios da Região dos Lagos Cabo Frio, Armação dos Búzios, Iguaba Grande, Arraial do Cabo e São Pedro da Aldeia no estado do Rio de Janeiro (Lagos, 2020), porém algumas regiões ainda não estão dentro da porcentagem atendida, o bairro de São Jacinto é uma delas. Que pode se avaliar nitidamente com a pesquisa de plano municipal que apenas 13,45%, tabela 1, da região de Tamoios tem atendimento existente para água encanada e esgoto sanitário.

Tabela 1- Atendimento existente de água tratada Cabo Frio RJ, 2012.

PMSB - Plano Municipal Saneamento básico de Cabo Frio RJ - % atendimento		
Descrição do sistema existente de água tratada		
MUNICÍPIO	PROJEÇÃO DE DOMICÍLIOS TOTAIS 2012	ATENDIMENTO %
Cabo Frio - Sede	80.872	73,78%
Cabo Frio - Tamoios	27.856	13,45%
Armação de Búzios	18.793	74,82%
Arraial do Cabo	20.285	44,12%
Iguaba Grande	18.236	64,18%

São Pedro da Aldeia	44.802	69,17%
Total	210.844	61,24%

Fonte: PMSB, tabela elaborado pelo autor, 2020.

Não apenas na região de Cabo Frio como em outras regiões no BR, assim como no nordeste brasileiro, sem acesso a saneamento é preciso recorrer ao próprio planejamento de esgoto e abastecimento de água. De 65% das internações hospitalares de crianças menores de 10 anos no Brasil são devido à falta de coleta e tratamento de esgotos (BERTONCINI, 2008). Já os países em desenvolvimento, são estimados 80% de doenças e mortes associadas ao contato e uso de águas contaminadas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Manzini (2011) a sustentabilidade não deve ser seguida, mas sim conquistado como um grande objetivo. O autor relata que a comunidade deve usar os recursos ciente de preservar para que tenha a renovação desse recurso.

Basear-se fundamentalmente em recursos naturais (garantindo ao mesmo tempo a renovação); Aperfeiçoar o emprego dos recursos não renováveis (compreendidos como o ar, a água e o território); Não acumular lixo que o ecossistema não seja capaz de naturalizar (isto é, fazer retornar às substâncias minerais originais e, não menos importante, às suas concentrações originais); Agir de modo com que cada indivíduo, e cada comunidade das sociedades “pobres” possam efetivamente gozar do espaço ambiental ao qual potencialmente têm direito (MANZINI, 2011).

Pode se observar como o conceito da sustentabilidade é bem complexo. Percebe-se que o autor mostra o quanto o sistema de produção e de consumo da sociedade industrial precisa ser modificado, necessitando da intervenção de toda a sociedade, para melhorias e prevenção dos recursos hídricos por exemplo.

Sistema biodigestor e reutilização dos resíduos

O sistema biodigestor é utilizado para acelerar o processo de decomposição de matéria orgânica, chamado de biodigestão anaeróbica quando há ausência de oxigênio. Contribuindo para emissão de gás metano (CH₄) é preciso ter os cuidados adequados para seu uso. A ANEEL, agência nacional de energia elétrica estabelece que essa energia seja classificada como biomassa (ATLAS, 2020).

A decomposição das bactérias da matéria orgânica que na condição anaeróbia é determinada por três fases no sistema de fossa biodigestor. Para início do processo, a primeira caixa deve ser carregada com 10 litros de uma mistura de 50% de água e 50% de esterco bovino fresco pela válvula de retenção que é instalada antes da primeira caixa. Renovando esse processo a cada 30 dias (Leonel, et al., 2013) na primeira caixa cerca de 70% das bactérias morrem, na segunda caixa o restante e na terceira caixa passa pelo processo de filtragem onde líquido residual fica livre das bactérias tornando-se adubo para preparação da terra.

Para implantação desse projeto de esgoto visto em estudo que não seria possível a reutilização dessa água para uso da residência e foi constatado que não foi desenvolvido estudo para esse tema e seguindo os parâmetros de potabilidade dessa água conforme Portaria 518/2004, resolução do ministério da saúde (OFICIAL, 2004), por tanto a fossa filtro terá aplicação apenas para agricultura do terreno. Como uma família em média, com quatro a cinco pessoas, se utilizar o vaso sanitário com descarga de aproximado 10L de água, resulta aproximado em 50L de água/resíduos por dia lançados nas caixas

biodigestores, dando um total de 1500 L/mês. Essa decomposição feita por 35 dias é o período adequado para biodigestão (NOVAES, et al., 2002).

Fossa Séptica Biodigestor x Fossa Séptica Comum

O biodigestor gera o biofertilizante e melhora a produção agrícola. Com outra opção de uso aproveitamento do biogás, gerando energia e economia com luz na propriedade e diminuir os impactos ambientais. Funciona como uma mini estação de tratamento de esgoto, colhe todo o esgoto gerado do vaso sanitário, tratando e devolvendo a água para o meio ambiente, dispensando caminhão limpa-fossa, a limpeza pode ser feita pelo próprio proprietário, requer apenas uso de uma mangueira de água, luvas higiênicas e sapatos tipo galocha apropriado para limpeza se necessário, se forem bem vedadas e conservadas o prazo de manutenção pode se estender não havendo necessidade de abrir as caixas e outra diferença deste sistema dos tanques sépticos comuns é a instalação das tubulações, que retira o efluente da parte mais baixa da caixa inicial e o lança na parte superior do próximo. Evitando assim a formação de zonas mortas e aumentando o contato da biomassa com o líquido ao longo do tratamento (OLIVEIRA, 2018).

A fossa séptica comum armazena todo o esgoto da casa como um reservatório e tem a necessidade do uso caminhão limpa-fossa, determinados pelo tamanho da fossa e pelo volume de dejetos, caso não seja feita a limpeza do esgoto pode voltar pelas tubulações prejudicando o sistema e o funcionamento da residência com ralos apresentando mau cheiro, drenagem da água em ralos e no vaso sanitário lenta, essa limpeza não pode ser feita por qualquer um e é recomendado ser feito por caminhão limpa fossa e profissionais capacitados (SALES, 2012). Além disso, os tanques devem constar uma placa de identificação de forma legível e em local visível, antes de entrar em funcionamento o tanque é submetido ao ensaio técnico de estanqueidade que é uma prática de inspeção que permite localizar vazamento de um fluido, líquido ou gasoso, realizado depois de saturado por mínimo 24 horas (Sabesp, 2019).

METODOLOGIA

O método de construção segue as normas; ABNT NBR 9062, Projeto e Execução de estruturas de concreto pré-moldado, ABNT NBR 5679 - Projeto Arquitetônico código de obras da região, ABNT NBR 6023, Informação e documentação, Referências - Elaboração, ABNT NBR 5626 - Sistema instalação hidráulica, ABNT NBR 8160 - Sistema de Esgoto Sanitário e ABNT NBR 7229 Fossa séptica Biodigestor. Para a construção da casa o Residencial Ypê, tem como por exigência de ser cobertura telhado colonial, que será instalado após construção de laje pré moldada, conforme figura 6, assim como a construção da casa que vai ser sistema de concreto pré moldado da região de Cabo Frio RJ, onde a instalação com média de 30 dias, onde um caminhão traz as placas já definidas em projeto e instaladas no terreno já nivelado com radier e fundação pré moldada pronta para receber as placas, considera-se instalação rápida e funcional e não vai interferir no projeto de fossa séptica biodigestor, figura 1.

Figura 1 - Corte B



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

A fossa séptica modelo Embrapa é um sistema com desenvolvido bem simples, sua aplicação pode ser feita por qualquer um, para tratar o esgoto dos banheiros de residências rurais ou locais sem acesso a concessionária com até no máximo de sete pessoas na utilização de um único banheiro. A pesquisa do estudo de caso tem como foco principal o modelo dessa fossa séptica biodigestor, que vai ser aplicada nesse lote para esgoto dessa residência uni familiar. A expectativa em relação à fossa, condições gerais e manejo de utilização são bons, pois apesar de ter que repor material de esterco bovino a cada 30 a 35 dias, procede como manutenção do equipamento. Com preço acessível podem ser feitas com diversos materiais, desde manilhas de cimento, caixas de PVC ou até mesmo bombonas plásticas de água, para aplicação nesse projeto será as caixas de PVC. Dentro dos padrões solicitados pela resolução da resolução CONAMA N° 357; 2005, mantendo micronutrientes no efluente abaixo do limite estabelecido (PEREIRA, et al., 2018).

As Fossas ou valas negras aplicam direto no solo os dejetos residuais do esgoto de uma residência e formam uma pluma contaminante durante sua utilização constante danificando o lençol freático criando se um problema ambiental. Multiplicando doenças para as plantas e para os seres humanos. Atraem insetos e ratos para o local, mau cheiro e em locais com poços artesianos doenças graves pela contaminação da água consumida (VAZ, 2017), figura 2.

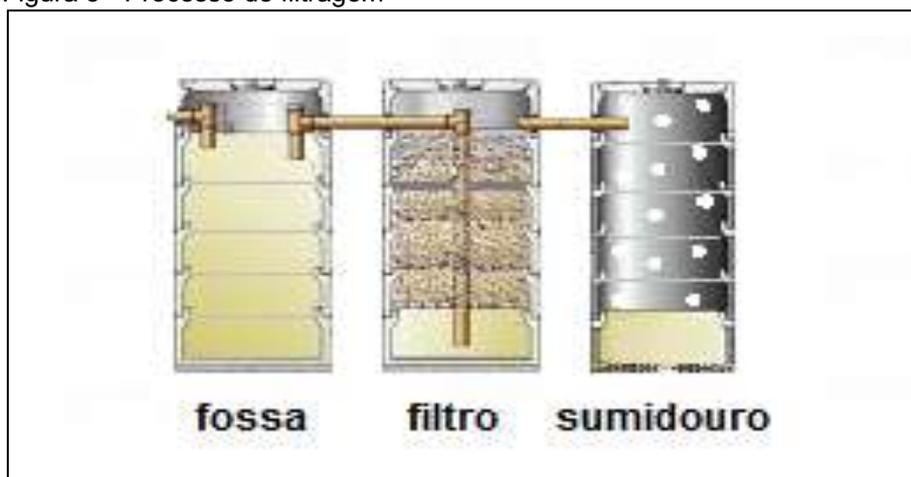
Figura 2 - Vala ou fossa negra



Fonte: Pereira, 2020.

A primeira caixa é a fossa comum, onde o primeiro despejo de dejetos acontece, mas já com a mistura do esterco bovino, após chegar no limite o líquido passa para a segunda caixa, onde passa pelas pedras britas nº 02, fazendo a filtragem, a tubulação da primeira caixa que segue para essa filtragem, deve estar posicionada para baixo para que o filtro não seja entupido pelos dejetos, no filtro a tubulação deve ir até o fundo da caixa onde ficará retido o lodo e conforme for encher a caixa o líquido sobe pelas pedras sendo filtrado e já terceira caixa que é chamada de sumidouro o líquido que passa já está limpo e próprio para fertilizar a terra como adubo, conforme figura 3.

Figura 3 - Processo de filtragem

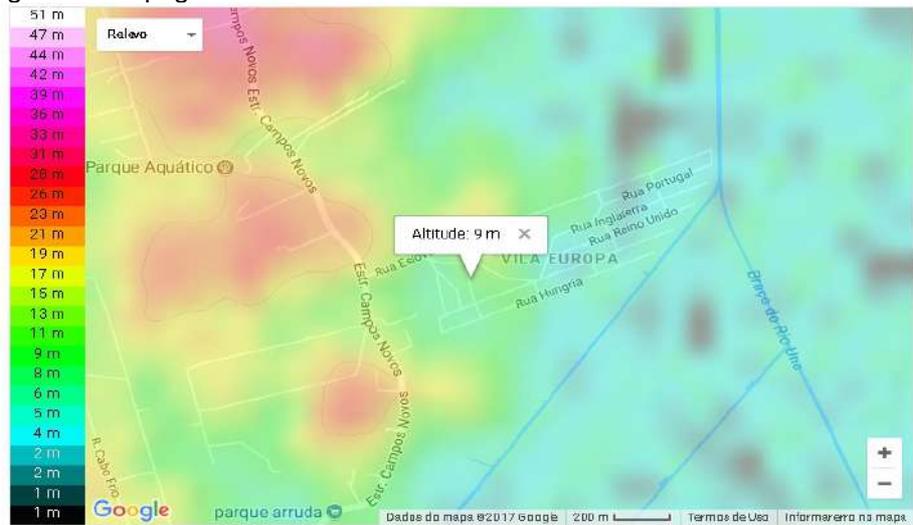


Fonte: Embrapa, 2017.

Após o processo de instalação do sistema hidráulico e esgoto da residência, a fossa séptica biodigestor passa por um teste antes de sua utilização. Verificando suas tubulações, se estão bem vedadas e sem vazamentos ou furos.

Conforme a norma ABNT NBR 13133, para execução de levantamento topográfico, foi verificada a necessidade de aterramento e nivelamento do terreno com 15 cm de aterro, mantendo o terreno plano e com levantamento de detalhes visto que, a altitude de 9 metros em relação ao nível do mar e 4 metros em relação ao rio Una que cerca todo o condomínio. Um dos primeiros passos para a nivelção do terreno foi à pesquisa de campo e verificação do lote pelo estudo da topografia, além do nivelamento do terreno para a construção da casa, necessário que o solo esteja nivelado para instalar a fossa biodigestor. E através dos recursos de georreferenciamento pelo Google Earth, nesse estudo, verificado as coordenadas exatas e demarcação do lote, nesse mapeamento é possível verificar as confrontações do terreno conforme foi demarcado em cartório, para que se tenha a regularização do terreno rural pelo INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária), conforme Lei nº 10.267 de 2001 (CROGRESSO, 2001), que é feito por meio de um processo de reconhecimento das coordenadas geográficas do local, a partir da utilização de mapas ou imagens para que o terreno e o imóvel possa está legalizado e com projeto aprovado na Prefeitura de Cabo Frio, RJ, figura 4.

Figura 4 – Topografia



Fonte: Google Maps, 2017.

Figura 5 – Georreferenciamento



Fonte: Elaborada pelo autor, 2020.

O condomínio atualmente já possui cerca de 20 casas construídas. No ano 2019, já é possível verificar algumas construções iniciadas. E na figura 5, pode se perceber a necessidade do nivelamento citado.

DESENVOLVIMENTO

Foi desenvolvido o projeto de esgoto da residência, primeiramente Tabela 2.

Tabela 2 - Contribuição de descarga

APARELHO SANITÁRIO	NÚMERO DE UNIDADES DE DESCARGA	DIÂMETRO NOMINAL MÍNIMO DO RAMAL DE DESCARGA (mm) (DN)
Banheira de residência	2	40
Bebedouro	0,5	40
Bidê	1	40
Chuveiro de residência	2	40
Chuveiro coletivo	4	40
Lavatório de residência	1	40
Lavatório de uso geral	2	40
Mictório com válvula de descarga	6	75
Mictório com c.x. de descarga	5	50
Mictório com descarga automática	2	40
Mictório de calha	* 2	50
Pia de residência	3	50
Pia de cozinha industrial – preparação	3	50
Pia de cozinha industrial – lavagem de panelas	4	50
Máquina de lavar pratos	2	** 50
Máquina de lavar roupa	3	** 50
Bacia sanitária	6	100
Tanque de lavar roupas	3	40

Fonte: Apostila Instalações prediais Estácio, 2018.

Memória de cálculo

Etapas: chuveiro da residência + lavatório da residência + pia da residência + tanque de lavar roupas + bacia sanitária

Onde $2+1+3+3+6$ =total de 15 UHC

Onde verificado número de descargas a contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga.

Canais de esgoto, para dimensionamento conforme número de unidades HUNTER de contribuição.

Enquadra-se na tabela 3, DN 75 mm, porém mantida DN 100 mm da tabela anterior 2, para bacia sanitária e tubulações da fossa biodigestor.

Tabela 3 - Dimensionamento dos ramais

Número de unidades HUNTER de contribuição	Diâmetro nominal (mm) (DN)
3	40
6	50
20	75
160	100

Fonte: Apostila Instalações prediais Estácio, 2018.

Como resultado identificado as tubulações de esgoto, Tanque 40 mm, Máquina de lavar 50 mm, Pia de cozinha 75 mm, Lavatório 40 mm, Vaso sanitário 100 mm, Chuveiro 40 mm, Caixa de passagem /Ralo sifonado 75 mm, na tabela 4.

Tabela 4 – Tubulação de ventilação

Grupo de aparelhos sem vasos sanitários		Grupo de aparelhos com vasos sanitários	
Nº de HUC	DN do ramal	Nº de HUC	DN do ramal
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75		

Fonte: Apostila Instalações prediais Estácio, 2018.

Identificado a tubulação de ventilação até 12 HUC para tubulação da pia, tanque, lavatório 40 mm e para ramal bacia sanitária 50 mm.

CONCLUSÃO

Conclui-se que para o local teve grandes vantagens na instalação da fossa biodigestor e também com a aplicação do jardim filtrante nesse projeto de saneamento básico dessa residência, atendeu as expectativas dos moradores com grandes melhorias, bons frutos na colheita de tomates e bananas. Os vizinhos da mesma quadra também foram beneficiados com o cultivo e solo preservado e vai ser disponibilizado para ao condomínio para que todos os moradores tenham acesso ao conteúdo e ajuda para instalação de seu sistema adequado de esgoto. Dentre esse projeto tem várias possibilidades de aproveitamento do resíduo. Foi constatada nesse estudo que para a instalação da fossa biodigestor precisa ter espaço mínimo 38 m² de espaço, a profundidade máxima de perfuração do solo é 2,5 metros abaixo do solo, distância de 1,5 m do lenço freático e 15 metros de distância de poços artesianos ou cursos de água que serão utilizadas para uso doméstico. Manutenção simples com limpeza anual da fossa.

O custo da implantação para uso com de caixa d' água polietileno nova e tubulações, na faixa de R\$1200, (mil e duzentos reais), varia de preço de acordo com região e material aplicado. Para custo de manutenção anual considera em média R\$680,00 (seiscentos e oitenta reais).

Em anexos dessa conclusão segue o projeto técnico dessa residência, com projeto de sistema de esgoto e projeto de jardim filtrante para as águas de sabão da residência.

REFERÊNCIAS

ABNT, NBR 7229. 1997. *Projeto, construção e operação desistemas de tanques sépticos.* 1997.

ABES. 2017. *Fossa Séptica Biodigestora – Uma Questão de Saúde.* 2017.

ABNT NBR 14653. 2019. ABNT NBR 14653-3:2019 Versão Corrigida:2019 . *ABNT.* [Online] 2019. [Citado em: 26 de Abril de 2020.] <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=420741>.

ABNT, NBR 16727-1. 2019. ABNT NBR 16727-1;2019. [Online] 2019. [Citado em: 26 de Abril de 2020.]

ABNT, NBR 6118. 2014. ABNT NBR 6118:2014 Versão Corrigida:2014 . *ABNT Catálogo.* [Online] 2014. [Citado em: 26 de Abril de 2020.] <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=317027>.

ABNT, NBR 7229. 1997. ABNT NBR 7229:1993 Versão Corrigida:1997 . [Online] 1997. [Citado em: 26 de Abril de 2020.] <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=4522>.

ABNT, NBR 8160. 1999. ABNT NBR 8160 :1999. *www.abntcatalogo.com.br.* [Online] 30 de 09 de 1999. [Citado em: 20 de Abril de 2020.] <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=5234>.

ABRAMOVAY, R. 2015. *AGRICULTURA FAMILIAR E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL.* 2015.

ANTP, Revista dos Transportes Públicos . 2008. *A política de mobilidade urbana e a construção de cidades sustentáveis.* 2008.

ARAÚJO, M. A. 2008. A moderna construção sustentável. 2008, pp. https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/30508580/moderna.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DA_moderna_construcao_sustentavel.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSBJ6BAADJYST6N%2F20200426%2Fus-east-1%2Fs.

ANEEL.ATLAS, de Energia Elétrica do Brasil. 2020. Capítulo 4-Parte II fontes renováveis biomassa. <http://www2.aneel.gov.br>. [Online] 2020. [Citado em: 01 de maio de 2020.] http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par2_cap4.pdf.

BERTONCINI, E. I. 2008. A escassez de água potável, os conflitos associados aos usos múltiplos e a cobrança pelo uso vem pressionando a tomada de decisões que envolvam o tratamento de água, esgoto e resíduos e o reúso de água. A atividade agropecuária é grande consumidora. [Online] junho de 2008. <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/06/Tratamento-de-efluentes-e-re%C3%BAso-da-%C3%A1gua-no-meio-agr%C3%ADcola.pdf>.

BRASIL.CONGRESSO NACIONAL, 2001. *LEI No 10.267, DE 28 DE AGOSTO DE 2001.* http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10267.htm : s.n., 2001.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. 2004. MINISTÉRIO DA SAÚDE. [Online] 2004. [Citado em: 26 de abril de 2020.] http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf.

CEF BIOGÁS BRASIL, 2020. <https://cibiogas.org/>. *CEF BIOGÁS BRASIL.* [Online] 2020. [Citado em: 01 de MAIO de 2020.]

COE, H. H.G. et al. 2007. *PECULIARIDADES ECOLÓGICAS DA REGIÃO DE CABO FRIO.* Rio de Janeiro : <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/626>, 2007.

COE, H. H. G., CARVALHO e DE, CACILDA N. 2010. *SERIA CABO FRIO UM ENCLAVE SEMIÁRIDO NO LITORAL ÚMIDO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO?* [<https://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema3/heloisa>] 2010.

COELHO, C. F. REINHARDT, H. A. C. DE J. 2018. *Fossa verde como componente de saneamento rural para a região semiárida do Brasil.* RIO DE JANEIRO : Engenharia Sanitária e Ambiental ,VOL.23 N4, 2018.

EMBRAPA, 2020. Quem somos. *embrapa.* [Online] 2020. [Citado em: 26 de Abril de 2020.] embrapa.com.br.

IBGE. 2014. Coleta de Esgoto. [Online] 2014. [Citado em: 26 de Abril de 2020.] <http://www.ibge.gov.br>.

LAGOS, PRO. 2020. Esgotamento Sanitário. *Pro lagos.* [Online] 2020. [Citado em: 20 de abril de 2020.] <https://www.prolagos.com.br/>.

LEED, SITE OFICIAL. 2020. Compreenda o LEED. <https://www.gbcbrazil.org.br/>. [Online] GBC, 2020. [Citado em: 20 de Abril de 2020.] <https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2017/09/Compreenda-o-LEED-1.pdf>.

LEONEL, L. F. LILIAN F. A. e S. WILSON T. L. 2013. *AValiação DO EFLUENTE DE FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA E JARDIM FILTRANTE.* [http://www.sbera.org.br/3sigera/obras/ag_tec_01_LeticiaLeonel.PDF] SP BRASIL : s.n., 2013.

MANZINI. 2011. *O design como ferramenta para a sustentabilidade: estudo de caso do couro de peixe.* Universidade Federal de Uberlândia - UFU; Faculdade de Arquitetura, Urbanismo e Design : https://www.usp.br/nutau/sem_nutau_2010/perspectivas/cardoso_juliana.pdf, 2011.

MBCOMUNICAÇÃO. 2018. *Santa Catarina institui a política de incentivo à produção de Biogás.* [<https://www.quilombomais.com.br/farol/quilombomais/blog/cidadania/santa-catarina-institui-a-politica-de-incentivo-a-producao-de-biogas/12252>] 2018.

NOGUEIRA, M. A. A. ; NAZARO, M. S. 2016. *Desenvolvimento de um biodigestor residencial para processamento de resíduos sólidos orgânicos.* s.l. : Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

NOVAES. 2002. www.embrapacom.br. *embrapa*. [Online] 2002. [Citado em: 20 de Abril de 2020.] www.embrapacom.br.

NOVAES, P. et al. 2002. *Utilização de uma Fossa Séptica Biodigestora para Melhoria do Saneamento Rural e Desenvolvimento da Agricultura Orgânica.* [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA/8905/1/CT46_2002.pdf] 2002.

OFICIAL, 2019. *Estado vai ampliar estudos sobre uso do biogás como combustível.* [<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=102522>] 2019.

OLIVEIRA, 2018. <https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10647/1/DISSERTA%20Fossa%20S%C3%A9pticaBiodigestora.pdf>

OTENIO, M. H., et al. 2014. Como montar e usar a fossa séptica modelo Embrapa: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor. <https://www.embrapa.br>. [Online] 2014. [Citado em: 20 de abril de 2020.] <https://www.embrapa.br/instrumentacao/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1004077/como-montar-e-usar-a-fossa-septica-modelo-embrapa-cartilhas-adaptadas-ao-letramento-do-produtor>.

PENA, R. F. A. 2020. *O urbano e o rural reúnem diferentes práticas econômicas e distintas espacialidades.* [<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/espaco-urbano-rural.htm>] 2020. acesso em 01 de maio de 2020.

PEREIRA, F. 2020. *Quais são os perigos das fossas negras?* [<https://neoipsum.com.br/2019/09/03/quais-sao-os-perigos-das-fossas-negras/>] 2020.

PEREIRA, M. A. B, BESSA, N. G. F. e FREITAS, G. A. 2018. *Eficiência de fossa séptica biodigestora no tratamento de esgoto doméstico no assentamento Vale Verde, Tocantins.*

[<http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-12-2018/volume-12-n-1-2018/02-011805-eficiencia-de-fossa-septica-biodigestora.pdf>] PB JOÃO PESSOA : s.n., 2018.

PEREIRA, T. G. et al. 2010. *DIVERSIDADE DUNAR ENTRE CABO FRIO E O CABO BÚZIOS –RJ.* s.l. : Revista de Geografia. Recife, 2010.

RECH, A. S. S. et al. 2018. *Certificação LEED e sua importância nas construções brasileiras.* 2018. V.7,n.2.

ROCHA, M. F.SANTOS, B. e CARVALHO, G. L. 2016. *A Biotecnologia dos Jardins Filtrantes na Despoluição da Lagoa da Pampulha/ MG.* 2016.

SABESP, AESABESP – Associação dos Engenheiros da. 2019. *ETAPAS DO ENSAIO DE ESTANQUEIDADE .* 2019.

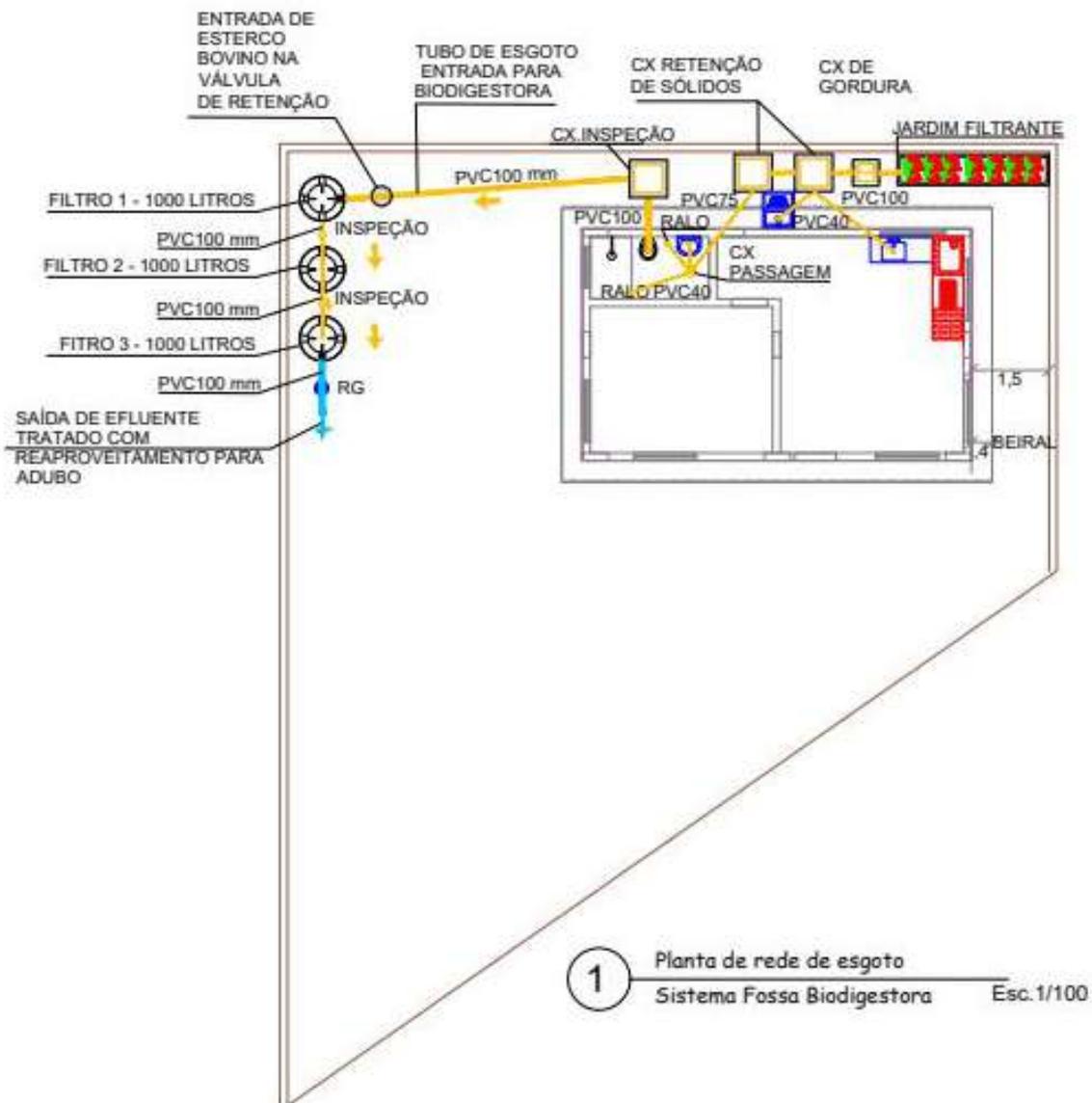
SALES, 2012. AVALIAÇÃO DO DESAGUAMENTO DE RESÍDUOS DE ESGOTAMENTO DE CAMINHÃO LIMPA-FOSSAS ATRAVÉS DE TÉCNICA DE DESÁGUE EM GEOTÊXTIL E APLICAÇÃO DE POLÍMEROS
http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/7671/1/2012_dis_espaula.pdf

SILVA, W.T. L. 2017. Governo adota Fossa Séptica Biodigestora desenvolvida na Embrapa como política pública. www.embrapa.com.br. [Online] 23 de 05 de 2017. [Citado em: 20 de Abril de 2020.] <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/23030934/governo-adota-fossa-septica-biodigestora-desenvolvida-na-embrapa-como-politica-publica>.

VAZ, A. J. 2017. *A Importância da Rede Coletora de Esgoto na Promoção da Qualidade Sócio-Ambiental*
[<http://www.observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/71.pdf>] Universidade do Estado do Rio de Janeiro : s.n., 2017.

ZANONI, M. 2004. *A questão ambiental e o rural contemporâneo.* s.l. : <https://revistas.ufpr.br/made/article/viewFile/3098/2479>, 2004.

ANEXO 1 : PLANTA DE ESGOTO SANITÁRIO DA FOSSA SÉPTOCA BIODIGESTOR E JARDIM FILTRANTE



ANEXO 2: MAQUETE VIRTUAL



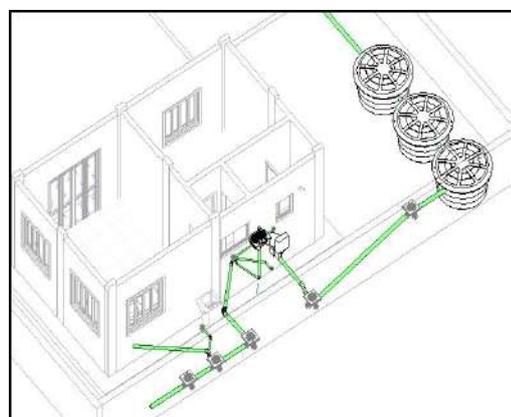
ANEXO 3 : VISTA 3D - 01



ANEXO 4 : VISTA 3D - 02



ANEXO 5 : VISTA 3D - ISOMÉTRICA 01



Arlei Deivisson da Silva Rodrigues

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Fernanda de Aquino da Silva

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Thaynara Ferreira França

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

Desde os períodos mais antigos, o homem edifica. E com o passar dos tempos, com a evolução, o homem vem-se aprimorando em suas técnicas e métodos, desenvolvendo novos e melhorados materiais, aplicando-se novas tecnologias. Tal evolução visa melhor estabilidade e segurança das edificações, com maior organização e clareza fazendo com que as edificações sejam adaptadas as necessidades dos usuários, sejam elas habitacionais, laborais ou de infraestrutura. Em uma edificação, sua estrutura está em constante movimentação, um acontecimento no qual é provado por muitos pesquisadores, a estrutura “trabalha”. Sendo assim a estrutura é passível a inúmeras patologias decorrentes ao processo, estas ocasionadas por problemas de concepção de projeto, execução ou por ausência de manutenção. As patologias não se restringem apenas em edificações de idade avançada. Porém, com o grande avanço em métodos, técnicas e levando em conta a grande evolução tecnológica ficou possível diagnosticar com precisão a maioria dos problemas patológicos. Portanto, o presente trabalho tem como objetivo descrever as patologias mais presentes nas estruturas de concreto armado por meio de um estudo de caso do Viaduto Padre João Musch. A metodologia é qualitativa, bibliográfica a partir de dados do Google Acadêmico e de estudo de caso. Para o estudo de caso, foi apresentado um estudo sobre o Viaduto Padre João Musch, localizado no Centro de Nova Iguaçu, aonde foram identificadas algumas patologias comuns em obras de artes como a desagregação da estrutura ocasionando a exposição de parte da armadura; o desgaste das juntas de dilatação, fissurações, exposição a temperaturas extremas e efeitos químicos; falhas nas instalações de drenagem; falhas na pista de rolamento e manchas de coloração esbranquiçada ocasionadas pela eflorescência. Conclui-se a extrema importância, que em todas as etapas de uma estrutura de concreto armado devem ter precauções e medidas para o não ocasionalmente de falhas, pois é a partir destas que se originam as patologias.

Palavras-chave: Patologia; Estrutura; Concreto Armado.

INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais primórdios, o ser humano constrói. Porém, com o passar dos tempos, com a evolução, o ser humano vem-se aprimorando em suas técnicas e métodos, desenvolvendo novos e melhorados materiais, aplicando-se novas tecnologias. Visando melhor estabilidade e segurança das edificações, com maior organização e clareza. Fazendo com que as edificações sejam adaptadas as necessidades dos usuários, sejam elas habitacionais, laborais ou de infraestrutura.

As patologias não se reduzem apenas em edificações de idade avançada. Até mesmo edificações estrutura mais elaborada, com projeto detalhado e execução podem apresentar desempenho insatisfatório. Contudo, com o desenvolvimento de métodos, técnicas e levando em conta o grande avanço tecnológico tornou-se possível identificar com precisão a maioria dos problemas patológicos.

A ausência de manutenção faz com que as edificações apresentem pequenas manifestações patológicas, que sendo tratadas inicialmente, possuem um breve reparo. Assim tendo um baixo custo de recuperação. Contudo quando não tratadas de acordo, podem evoluir para situações aonde a edificação apresenta um desempenho inferior do que foi projetada, tanto em seu aspecto estético a uma possível insegurança estrutural, levando uma recuperação de maior complexidade. Logo de alto custo de recuperação.

Dentro da patologia na construção civil, destaca-se o concreto armado, que é uma das composições mais utilizadas na construção civil. A movimentação de estruturas é um acontecimento provado por muitos pesquisadores, a estrutura “trabalha”. Sendo assim a estrutura é passível a inúmeras patologias decorrentes ao processo, estas ocasionadas por problemas de concepção de projeto e execução. Com isso, o trabalho proposto vem como resposta as principais causas patológicas (fissuras, trincas e entre outras patologias presentes em estruturas de concreto armado).

O presente trabalho tem como objetivo descrever as patologias mais presentes nas estruturas de concreto armado por meio de um estudo de caso do Viaduto Padre João Musch.

CONCRETO ARMADO

Conceito

O concreto armado é definido como uma estrutura cuja composição é o concreto e armaduras de aço. Tendo em vista que a aderência entre os elementos de composição é de grande importância (NBR 6118:2014).

No Concreto Armado é tido a união do concreto (baixo custo, durabilidade, boa resistência à compressão, ao fogo e à água) com as do aço (ductilidade e excelente resistência à tração), o que admite a construção composições de variadas formas, relativamente rápidas e com facilidade em sua elaboração, para grande diversas construções (BASTOS, 2014).

Vida útil

A vida útil de uma estrutura tem a definição englobada no conceito de desempenho formulado pela ISO 6241 e na ISO 13823 e que só em 2010, foi introduzido na normalização brasileira através da NBR 15575 e depois na NBR 6118. A vida útil é definida o período de tempo durante o qual a estrutura é capaz de desempenhar bem as funções para as quais foi projetada, sem ações imprevistas de manutenção ou reparo. Contudo ao decorrer do tempo, esta é submetida a deterioração, devido à ação das cargas e sobrecargas, bem como

os recalques distintos na fundação, com idade de edificação, erosão e cavitação pela atuação de agentes sólidos e líquidos em estruturas de compartimento de matérias (reservatórios, canais, tanques). Fazer com que a vida útil das edificações seja prolongada, é um dos objetivos trabalhados na construção civil.

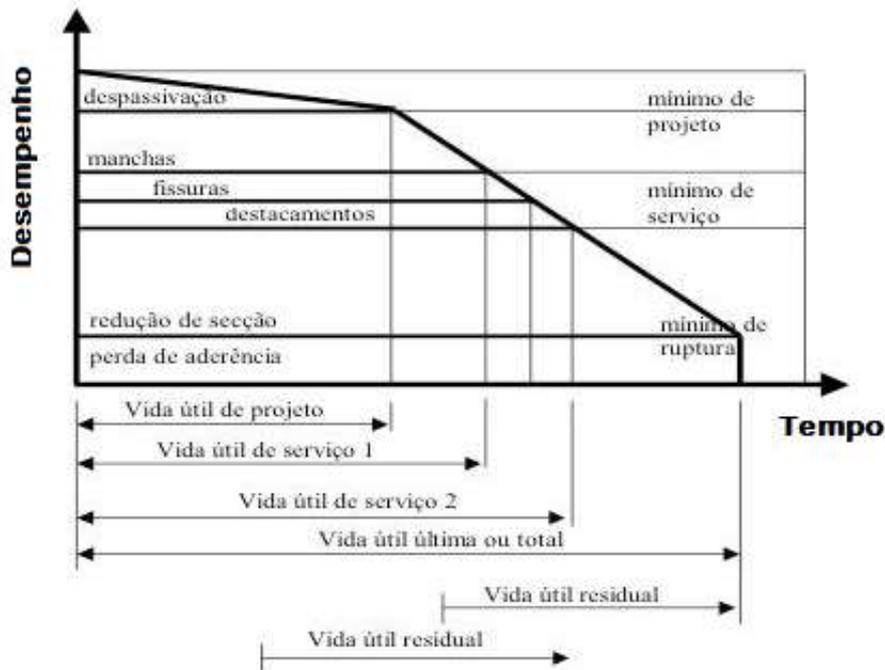


Figura 1 - Conceituação de vida útil das estruturas de concreto tomando por referência o fenômeno de corrosão de armaduras. Fonte: HELENE (1997)

Com base a figura1, tem-se as definições apontadas a seguir (HELENE,1997):

- I. Vida útil de projeto: Período de tempo até a conclusão do processo de despassivação da armadura, o que não significa que esteja em ação de corrosão;
- II. Vida útil de serviço: Período inicial das manifestações de agentes agressivos, isto é, apresentando os efeitos na construção, de manchas na superfície do concreto até o destacamento do cobrimento da armadura;
- III. Vida útil total: Período de tempo no qual a estrutura entrou em processo de colapso, parcial ou total. Consequentemente a estrutura será passível a ser condenada ou a ter reparos de custo elevado;
- IV. Vida útil residual: Período decorrente a uma vistoria e/ou intervenção, aonde a estrutura ainda apresenta a capacidade de desempenho nos quais foi projetada.

Desta maneira tem-se que a vida útil é o período de tempo entre o início da construção ou uso da própria, e o momento em que seu desempenho não atende mais as exigências pré-estabelecidas do usuário.

Ao longo do desenvolvimento na construção civil, diversas estruturas vêm apresentado desempenho insatisfatório, por meio de falhas, imperícia, utilização indevida de materiais, envelhecimento natural, erros de projetos, entre diversos outros fatores que permitem a degradação estrutural das construções.

A identificação e diagnóstico adequado das causas de deterioração das estruturas é de extrema importância, para maior precisão no uso de procedimentos e técnicas de recuperação, para que assim a vida útil, segurança, durabilidade e estética das estruturas sejam garantidas, tendo custos de manutenção menor, extinguindo determinados fatores que contribuíam a formação de patologias nas estruturas de concreto armado (AMBRÓSIO, 2004).

Durabilidade

A durabilidade é definida como a capacidade de resistência de uma estrutura as influências prováveis, no qual são definidas no início da elaboração do projeto (NBR 6118:2003).

Com base a mesma norma, as estruturas de concreto armado devem ser projetadas e construídas sob as condições ambientais previstas e empregadas conforme o especificado no projeto, conservando sua integridade, segurança e estando apta aos serviços destinados, durante o período estabelecido, de vida útil, da construção.

Deste modo, o concreto é tido como um material de longa duração, desempenhando as funções previamente especificadas, mantendo a resistência e condição de uso, durante um período determinado.

Normas técnicas

No País a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) prepara e divulga normas técnicas que são usadas no mercado como padrão de referência, ao qual refere-se sobre concreto armado, podemos destacar as principais normas técnicas:

- NBR 6120 (1980): Cargas para o cálculo de estruturas de edificações;
- NBR 7191 (1982): Execução de desenhos para obras de concreto simples ou armado;
- NBR 8548 (1984): Barras de aço destinadas a armaduras para concreto armado com emenda mecânica ou por solda - Determinação da resistência à tração;
- NBR 9607 (1986): Provas de carga em estruturas de concreto armado e protendido;
- NBR 6122 (1988): Forças devido ao vento em edificações - Procedimento;
- NBR 12654 (1992): Controle tecnológico de materiais componentes do concreto;
- NBR 12655 (1996): Concreto - Preparo, controle e recebimento;
- NBR 7480 (1996): Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado;
- NBR 6118 (2003): Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 8681 (2003): Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- NBR 14931(2003): Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 7211 (2005): Agregados para concreto – Especificação;

VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE CONCRETO ARMADO

Tendo em vista que todo processo ou aplicação de material, a utilização do concreto armado possui vantagens e desvantagens.

As vantagens na aplicação do concreto armado:

- Economia: Dada a facilidade disponível de seus componentes e o baixo custo relativo a estes, principalmente no Brasil;
- Conservação: o concreto apresenta alta durabilidade, desde que este seja dosado adequadamente. É grande importância que as armaduras estejam com seus cobrimentos mínimos;
- Adaptabilidade: De fácil modelagem, favorecendo o design arquitetônico;
- Rapidez de construção: a implantação e o recobrimento são consideravelmente rápidos;
- Segurança contra o fogo: é assegurado desde que seu cobrimento mínimo apropriado;
- Impermeabilidade: é assegurado desde que seja implantado e dosado adequadamente;
- Resistência a choques e vibrações: dada sua composição, os desgaste mecânico e fadiga são menores.

Contudo, o concreto armado também possui algumas desvantagens consideráveis, tendo como principais:

- Peso próprio alto, relativo à resistência;
- Reparos e adaptações são de difícil aplicação;
- Fissuração (existe, acontece e tem que ser controlada);
- Baixo grau de proteção térmica, permitindo a transferência de calor e som.

PATOLOGIA EM CONCRETO ARMADO

No contexto da Construção Civil, a patologia alinha-se a definição aplicada a Medicina, na qual estudam-se as origens de sintomas e a natureza das doenças. As Patologias na construção civil, são os estudos dos danos ocorridos em edificações. Essas patologias podem se manifestar de diversas formas: trincas, fissuras, rachaduras, entre outras. Por ser encontrada em diversos aspectos, recebe o nome de manifestações patológicas (DEGUSSA, 2008).

Dadas situações no qual o caso apresenta, alguns tem a possibilidade de que o diagnóstico das patologias ser realizado apenas visualização. Contudo, dada a complexidade do caso, sendo necessário verificar o projeto, investigar as cargas aos quais a estrutura foi submetida; avaliar detalhadamente o método de execução da obra e como foi realizada e, até mesmo, como a patologia reage diante de determinados estímulos. Assim, a identificação da causa dos problemas apresentados é possível, podendo assim fazer as correções necessárias para não haja mais manifestações novamente (SOUZA E RIPPER, 1998).

Com o crescimento da construção civil, há a necessidade de inovação tendo em vista dos riscos que acabam sendo submetidos, estando eles dentro dos limites toleráveis. Assim tendo necessidade do aumento do conhecimento sobre estruturas e materiais, a partir de estudos e análises dos erros resultantes, resultantes das ações sofridas pela estrutura, em sua deterioração precoce ou acidentes.

Contudo, algumas estruturas vêm apresentando o desempenho insatisfatório, não desempenhando a finalidade que foi projetada. A união desses fatores é denominada de deterioração estrutural.

As prováveis causas de falhas podem ser por diversos fatores, tais como:

- Projetos inadequados (com ausência ou má apresentação de cálculo, de informações, e avaliações da área submetida a construção);
- Ausência compatibilidade entre os projetos da mesma construção;
- Especificações não padronizadas dos materiais;
- Erro ou insuficiência de detalhamento;
- Detalhes construtivos ineficazes;
- Ausência padronização das representações (convenções);
- Erros de dimensionamento.

O planejamento é primordial, dado que o processo de construção civil é apresentado por uma sequência lógica, aonde cada etapa da construção deva ser iniciada somente após o término da etapa de concepção, isto é, com todo o escopo do estudo e projetos que são característicos.

As principais falhas que podem ocorrer durante a etapa de execução da estrutura são:

- Deficiências de concretagem (tanto no seu transporte a cura do concreto);
- Colocação inadequada de escoramentos e fôrmas;
- Deficiência nas armaduras
- Má utilização ou utilização incorreta dos materiais (fck inferior ao especificado, aço diferente do

especificado, solo com características diferentes, utilização inadequada de aditivos, dosagem inadequada do concreto);

- Inexistência de controle de qualidade.

A partir de estudos, foi visto que grande parte dos problemas patológicos na construção é originado nas fases de planejamento e projeto. Essas falhas que comumente possuem alto grau de gravidade que está relacionada à qualidade dos materiais e aos processos construtivos. Dada a falta de investimento tanto no setor público quanto no privado, em projetos de maior complexidade e detalhamento, fazendo com que projetos mais básicos de baixo custo sejam aplicados, levando muitas vezes na necessidade de adaptações durante a fase de execução do projeto e posteriormente em problemas de ordens funcional e estrutural.

A figura 2 a seguir mostra os percentuais das causas das manifestações patológicas em uma edificação.

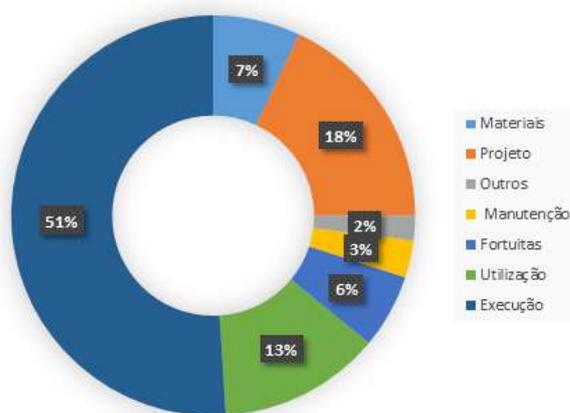


Figura 2 – Incidência de Sintomas Patológicos. Fonte: unumarquitetura.com

Tendo-se as etapas de concepção da estrutura adequadas, as estruturas podem vir a apresentar problemas patológicos originados da utilização errônea ou da falta de um programa de manutenção adequado.

Entre os problemas mais comuns e de maior efeito no concreto, são as eflorescências, as fissuras, as flechas excessivas, a corrosão da armadura, as manchas no concreto aparente, os deformidades aterramento e compactação e dificuldades devido à segregação dos elementos do concreto.

Dada a possibilidade de manifestações patológicas, a partir de um estudo, é possível identificar a origem e natureza dessas manifestações, assim como suas consequências.

Na tabela 1, está sendo apresentada as manifestações patológicas mais frequentes, (MACHADO, 2002):

Manifestações Patológicas	Ocorrência(Percentual)
Deterioração e degradação química da construção	7%
Deformações (flechas e rotações) excessivas	10%
Segregação dos materiais componentes do concreto	20%
Corrosão das armaduras do concreto armado	20%
Fissuras e trincas ativas ou passivas nas peças de concreto armado	21%
Manchas na superfície do concreto armado	22%

Tabela 1 – Incidência de Manifestações Patológicas. Fonte: MACHADO(2002)

METODOLOGIA

O trabalho apresentado foi estabelecido a partir da pesquisa e coleta de dados de ações patológicas apresentadas em uma edificação e soluções possíveis. Logo caracterizando-se como estudo de um caso.

A pesquisa pode ser classificada como qualitativa e teórica, dado as informações coletadas da edificação e a atribuição de soluções são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Estas serão comparadas com base bibliográfica disponível referentes a situações usuais investigadas e pertinentes de patologias.

Planejamento da pesquisa

Visto a grande quantidade de edificações com problemas relacionados a um mau desempenho, tem-se a necessidade de se analisar os problemas apresentados, individualmente e buscar por inserção de procedimentos para tais investigações.

A prática profissional no qual analisa esses problemas tem sido muitas vezes caracterizada pela falta de uma metodologia que seja aceita. Geralmente são as intuições pessoais fundamentadas na experiência que prevalecem e estas não podem ser transmitidas. Muitas vezes é são estas “habilidades” que prevalecem, ao invés do método. A habilidade na Patologia das Construções não pode ser expressa e sim no máximo transmitidas a pessoas receptivas na prática.

Ainda que a patologia não deva se basear somente nas intuições pessoais, a eficiência na resolução dos problemas é função da vivência do técnico envolvido. O sucesso na resolução dos problemas depende do alcance, da abertura e plenitude da capacidade do técnico de perceber e vivenciar a própria experiência (Lichtenstein, 1985).

Procedimento de coleta e interpretação dos dados

Para maior controle no procedimento de coleta e interpretação dos dados, usou-se como auxílio o fluxograma apresentado na figura 3, que foi adaptado de KRUG, 2006.



Figura 3: FLUXOGRAMA Fonte: Adaptado De KRUG, 2006

De acordo com KRUG et al. (2006), os procedimentos para controle são:

I. Identificar o problema

- Quais são fatores responsáveis pelo surgimento de patologias na edificação apresentada? As condicionantes apresentadas, sendo materiais, técnicas ou maneira de utilização da edificação.
- Quais os mecanismos de ocorrência dessas patologias? Para se entender como estes fenômenos ocorrem.
- Quais as soluções viáveis? Investigando-se, mediante ao conhecimento dos mecanismos de ocorrência, caminhos para solucionar os fenômenos situados.

II. Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica ocorre de maneira símil às atividades da pesquisa, dado que é nesta etapa em que promove o desenvolvimento da pesquisa (LERSCH,2003).

III. Início do estudo

É a fase do estudo em que se tem o alcance de resultados e onde se implementa o levantamento de dados usando-se de fotografias realizando localizações e detalhamentos.

IV. Reconhecimento das prováveis causas das manifestações patológicas

É a etapa do estudo aonde tem-se a identificação dos agentes causadores dos fenômenos patológicos, sejam eles remotos ou imediatos. Mesmo que não tenha a diferença em bibliografia entre tais termos, destaca-se a importância de realizar tal relevância. O agente remoto é representado como aquela causa de um fenômeno patológico visto que irá gerar outro, neste meio tempo o agente imediato é aquele responsável pelo surgimento de um fenômeno patológico. A etapa apresentada também identifica os agentes, assim como também realiza descrições dos mecanismos de ocorrência de cada fenômeno.

V. Elaboração de conclusões

É a etapa final, aonde implementa-se a execução de exames adicionais para maior precisão, analisando-se a situação no caso de não intervenção e, enfim, definem-se soluções viáveis aos problemas.

Contudo, a perspectiva dos dados fotográficos será visual e auxiliada pela bibliografia disponível, aonde dada a cada situação de patologia serão apresentadas soluções características.

Análise dos dados e conclusão

A interpretação de um problema patológico pode ter como descrição, geração de hipóteses ou modelos e o seu respectivo teste. Ou seja, a partir de dados fundamentais específicos, o técnico formula hipóteses que analisam a situação e compara estes modelos ao quadro sintomatológico geral e ao conhecimento que tem da patologia (LICHTENSTEIN,1985).

METODOLOGIA DO CASO

O estudo de caso é uma tática aplicada aonde a partir da pesquisa detalhada na qual se baseia em fontes proeminentes, para que assim seja desenvolvidas proposições teóricas aos quais conduzem a coleta e análise de dados (YIN, 2001).

Fundamentando-se no método para levantamento e diagnóstico de manifestações patológicas, é feito um estudo de informações aonde todas as essenciais serão organizadas, através de vistorias no local da pesquisa, informações orais e análises complementares visuais (fotografias) (LICHTENSTEIN,1985).

Posteriormente, a partir das informações coletadas será possível atuação diagnóstica da situação, onde os fenômenos entendidos e identificando as relações que caracterizam a patologia.

Enfim, definido a conduta no qual deve ser adotada para possíveis soluções dos problemas patológicos constatados.

ESTUDO DE CASO

Local e histórico do estudo de caso

A pesquisa foi realizada no Viaduto Padre João Musch, localizado no Município de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro.



Figura 4 -Localização do Viaduto Musch Fonte: Google Maps

O viaduto foi construído em 1968, foi construído pelo governador nomeado do Estado do Rio, Geremias Fontes. O viaduto é composto por uma estrutura convencional de concreto armado (pilares e tabuleiro), com pista de "mão dupla" com pavimentação em asfalto e passeios laterais para pedestres. Até o ano de 2018 este não havia passado por nenhuma reforma estrutural, apenas recapeamentos e pintura.

Através de informações fornecidas pela defesa civil de Nova Iguaçu, foi constatado que o viaduto apresentava trechos colapsados. É necessário o imediato reforço estrutural para eliminar a progressão do progresso de ruptura e o risco de desabamento. O viaduto apresentou rachaduras profundas ao longo dos 120 metros de extensão, as juntas

comprometidas e a estrutura estava em movimentação, isto é, balançava muito. Também não foram encontradas plantas estruturais e arquitetônicas do período de planejamento da obra.

Diagnóstico de patologias

Com base na metodologia de apresentada por Lichtenstein, a primeira etapa para a verificação estrutural tem início com a produção das plantas arquitetônicas e estruturais, através de medições feitas no local, plantas aos quais foram disponibilizadas pela equipe de restauração, conforme mostra a seguir.

Figura 5 – Planta e elevação Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu

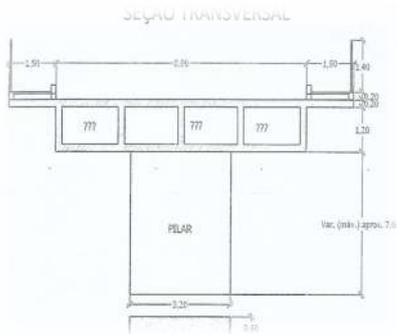
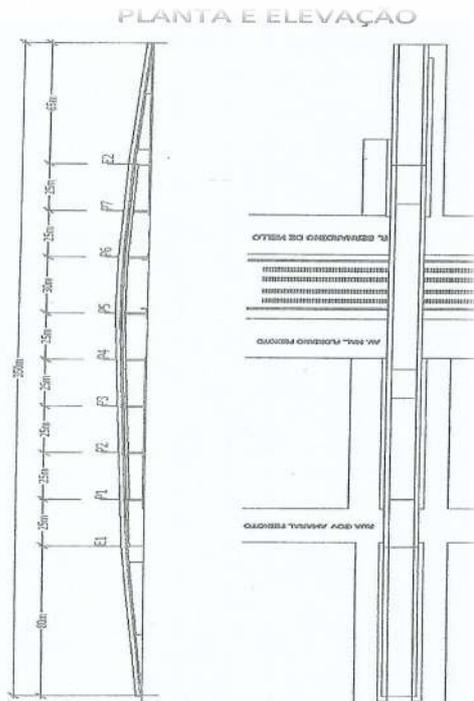


Figura 6 – Seção Transversal do Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



OBS: Para determinação da forma interna da seção celular, é necessário que existam acessos (aberturas) para vistoria e medição.

Figura 7 – Vão Gerber P3-P4 Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu.



Figura 8 – Vão com Altura Reduzida E1-P1 Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu

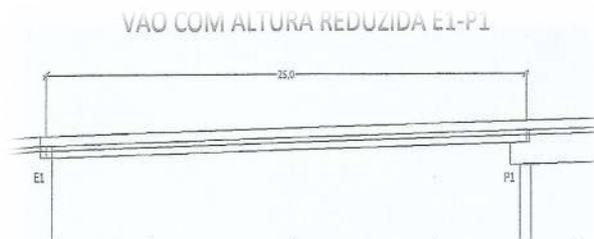


Figura 9 – Dente Gerber no Trecho P7-E2 Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu.

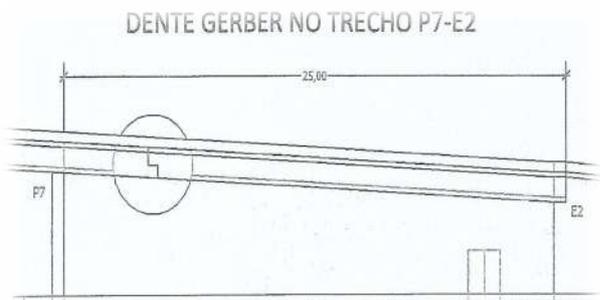
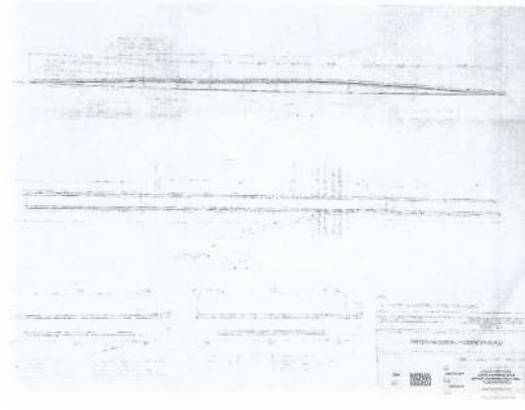
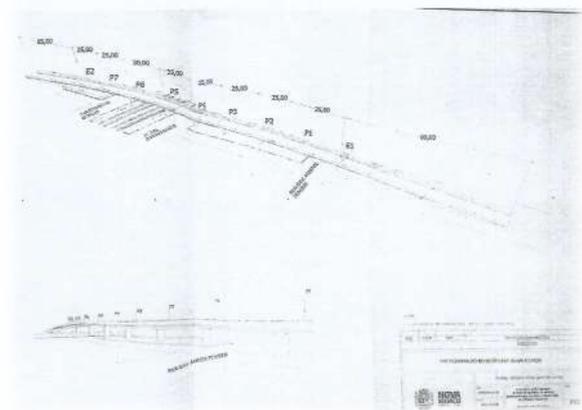
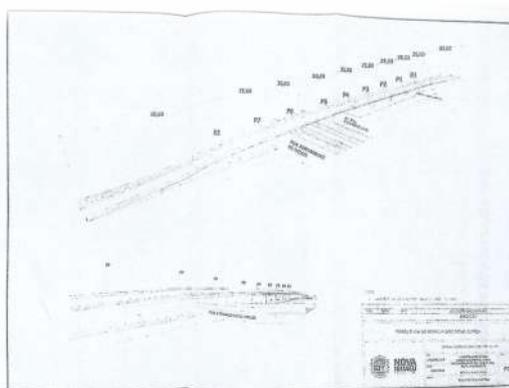
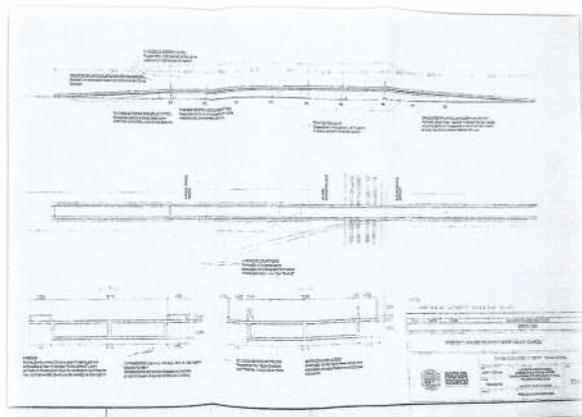


Figura 10 – Trecho do acesso (E1) com escoramento Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



Figura 11 – Plantas do Viaduto Padre João Musch. Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



As figuras e fotografias, apresentadas anteriormente nos quais deram início ao diagnóstico de patologias, são plantas e cortes da estrutura levada a análise.

Figura 12 – Macaco hidráulico no Viaduto Padre Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



Figura 13 – Içamento do Viaduto Padre João Musch Fonte: Autoral

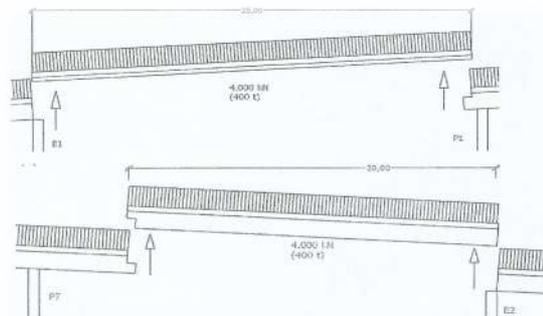
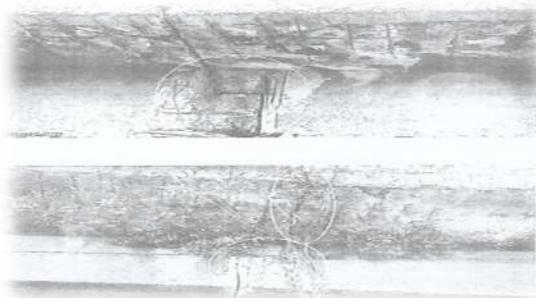


Figura 14 – Dente Gerber do Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



DENTES "GERBER": Suspender o vão, recuperar, reforçar e instalar elastômeros de apoio.

Vistoria de andamento de recuperação:

Ao todo, serão içados três vãos do viaduto, cada um com cerca de 15.5 m de comprimento por 11m de largura cada. A meta é subir de 80 centímetros a um metro, altura suficiente para que sejam feitos os reparos. Cada um pesa em média de 320 toneladas.

Figura 15 – Tabuleiro do Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



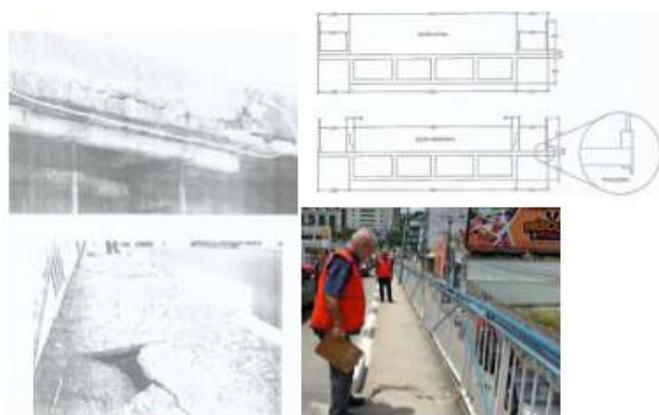
Figura 18 – Plataforma de trabalho suspensa Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



INFRADORSO: Recuperar áreas danificadas E Instalar pingadeiras ao longo de todos as bordas.

Figura 17 e 18 – Passeio do Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu

Figura 19 – Seção do tabuleiro do Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



PASSEIO: Remoção do meio-fio e do enchimento para a execução de barreira tipo “New Jersey”, com armadura fixada por meio de soldagem química na laje, com previsão de duto de serviço e drenagem.

Figura 20 e 21 – Junta de Dilatação do Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu



JUNTA DE DILATAÇÃO: Renovação, limpeza, lábios poliméricos e juntas tipo “Jeene”.

TRECHO DE LAJE COLAPSADA (EM BALANÇO): Demolir e executar nova laje sobre as cortinas laterais.

MUROS LATERAIS DOS ENCONTROS : Executar cortina atirantada com 8,0m de extensão, prevendo drenos.

MUROS FRONTAIS DOS ENCONTROS: Executar cortina atirantada em toda a expressão, prevendo drenos.

Figura 22 – Murros lateral e frontais do Viaduto Padre João Musch Fonte: Defesa Civil de Nova Iguaçu

Figura 23 – Murro Frontal do Viaduto Padre João Musch Fonte: Autoral

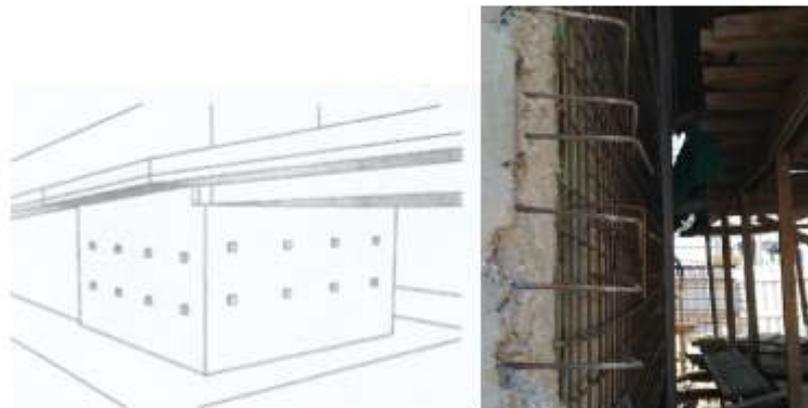


Figura 24 – Murro lateral do Padre João Musch Fonte: Autoral



BASES DOS PILARES E MUROS (ATÉ 1,50 DE ALTURA): Apicolar, alcalinizar, aplicar inibidor de corrosão e ponte de aderência, encamisar com graut incluindo armadura de reforço.

GUARDA CORPO METÁLICO: Recuperar ou repor trechos danificadas, inclusive pintura.



Ainda na etapa do levantamento de subsídios, foi realizado diversas visitas para análise no local, assim foi possível ter um contato direto com as manifestações. Utilizando uma máquina fotográfica foi possível registrar as inconformidades estruturais presentes no Viaduto, e por meio das imagens realizadas, verificaram-se todas as manifestações patológicas encontradas correlacionando os sintomas e fenômenos com outros estudos. O viaduto apresenta armadura exposta, oxidada, perda de seção de aço e deslocamento de concreto deteriorado.

Os indícios de carbonatação existentes são percebidos claramente, os seus sintomas sendo manifestados como fissuração do concreto, perda de aderência, redução da seção da armadura e deslocamento manifestados no concreto armado. E algumas das condições ideais necessárias para que elas aconteçam como umidade do ambiente.

Observando as fotografias do viaduto, é possível verificar as manifestações patológicas causadas pelas intempéries, como a eflorescência que ocorreu devido ao grande volume de água que eram submetidas as estruturas de concreto armado do viaduto, se tratando que foi identificado um sobrecarga de água acumulado, com peso de uma tonelada, A porosidade contribuí bastante para o agravamento do problema patológico. E a corrosão das ferragens da estrutura que ficaram expostas, a umidade e gás carbônico, durante anos, alternado as propriedades do aço, incluindo a perda de resistência. Além disso, cerca de 28 centímetros de massa asfáltica colocada ao longo do tempo estavam gerando um sobrepeso no viaduto concreto armado, não recebeu impermeabilização e nem proteção adequada agravando mais a situação e posteriormente devido aos ataques químicos resultante da ação da população e das diversas reações que ocorriam constantemente na estrutura.

Notou-se também nas que além dos danos de carbonatação, corrosão, eflorescência e trincas, falhas causadas por erros de execução, como falta de cobertura mínimo da viga e falta de espaçamento entre das ferragens, dificultando a passagem do concreto pela armadura.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa foi baseada nos métodos estudados e não podendo ter maior aprofundamento devido ao curto prazo existente para execução da pesquisa.

A partir das visitas e vistorias acompanhados pelos engenheiros responsáveis pela manutenção e restauração do viaduto, foram identificadas diversas manifestações patológicas indicadas anteriormente, onde apresentaram sintomas bastante evoluídos não necessitando de grandes testes para constatação das inconformidades.

Os resultados das análises estruturais feitas indicaram que o estado do viaduto era preocupante, visto que ele apresenta elevado grau de corrosão e a instabilidade

decorrente a movimentação que a estrutura tinha, deixando a estrutura inviável para utilização.

Para analisar se a recuperação da estrutura é aceitável, além dos reforços estruturais necessários para viabilizar a utilização da edificação deve-se tratar todas as falhas de construção corretamente.

Teve como conclusão que a maioria das manifestações patológicas encontradas tem como causa a infiltração de água de chuva e sobrecarga, que só de pavimentação tinha mais de 28cm de espessura.

A recuperação dos elementos que forem confirmados a ocorrência de carbonatação, consiste em retirar a umidade do concreto, realizar o cobrimento mínimo para evitar a reação com o gás carbônico, impedindo assim a recorrência dessas reações e que o concreto retorne aos valores de Ph que possuía antes.

A melhor solução para a calcinação, no caso de a estrutura ter perdido muita resistência, é a demolição dessa estrutura, visto que atuam diversos problemas em conjunto comprometendo a segurança e resistência da estrutura por completo. Já para a eflorescência, que foi encontrada em grande parte da base dos vãos, torna-se muito complicado dimensionar seu grau de agressividade.

Nos locais que tiveram desagregação de concreto deve-se realizar um revestimento com graute, que confere uma alta resistência e recuperação de algumas propriedades ligantes de volta à estrutura e ser feito o cobrimento mínimo da estrutura.

Por fim, a solução para as barras que apresentaram corrosão é a retirada desse ferro afetado, seguido de uma limpeza feito no concreto para eliminar a parte contaminada, e posteriormente, a inserção de uma nova barra e a proteção dessa barra, para evitar novamente esse problema.

Chegando ao entendimento que a estrutura apresenta muitas manifestações patológicas que agem em conjunto com as inconformidades estruturais apresentadas, essa união de fatores agrava consideravelmente a instabilidade da estrutura.

REFERÊNCIAS

- ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) Guia básico de utilização do cimento portland. 7.ed. S.,o Paulo, 2002. 28p. (BT-106)
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 5674. Manutenção de edificações Procedimento, 2012.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 5738. Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova, 2015.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 5739. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos, 2007.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6118. Projeto de estruturas de concreto — Procedimento, 2014.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 6467. Agregados - Determinação do inchamento de agregado miúdo - Método de ensaio, 2006.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 7211. Agregados para concreto - Especificação, 2009.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 7222. Concreto e argamassa — Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova

cilíndricos, 2011.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 7584. Concreto endurecido — Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão — Método de ensaio, 2012.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 7680. Concreto - Extração, preparo e ensaio de testemunhos de concreto, 2015.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 8802. Concreto endurecido — Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica, 2013.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 8953. Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência, 2015.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 8965. Barras de aço CA 42 S com características de soldabilidade destinadas a armaduras para concreto armado - Especificação, 1985.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 9204. Concreto endurecido — Determinação da resistividade elétrico-volumétrica — Método de ensaio, 2012.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 9607. Prova de carga em estruturas de concreto armado e protendido — Procedimento, 2012.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 9778. Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica, 2005.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 9935. Agregados – Terminologia, 2011.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 12654. Controle tecnológico de materiais componentes do concreto - Procedimento, 2000.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 12655. Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento, 2015.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 14026. Concreto projetado — Especificação, 2012.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 14931. Execução de estruturas de concreto - Procedimento, 2004.

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15575. Edificações habitacionais — Desempenho, 2013.

AGUIAR, J. E. *Avaliação dos ensaios de durabilidade do concreto armado a partir de estruturas duráveis*. Tese de M. Sc., Programa de Pós-graduação em Construção Civil – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2006.

AGUIAR, J. E. *Durabilidade, proteção e recuperação das estruturas*. Notas de aula. Especialização em Construção Civil (Especialização) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2011.

ANDRADE Y PERDRIX, Maria Del Carmo, trad. Antonio Carmona, Paulo Roberto Lago. *Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras*. Ed. 5, São Paulo, 1992.

- ARIVABENE, Antônio Cesar. *Patologias em estruturas de concreto armado estudo de caso*. Monografia (MBA gerenciamento de obras, tecnologia e qualidade da construção) - Instituto de pós-graduação IPOG, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico de Utilização do cimento portland. 7.ed. São Paulo, 2002. 28p. (BT-106)
- AZEVEDO, M. T. *Patologia das Estruturas de Concreto*. In: ISAIA, G. C. (Ed.). *Concreto – Ciência e Tecnologia*. v.2; São Paulo, 2011.
- BASTOS, P. S. S. *Fundamentos do Concreto Armado – Notas de Aula*. UNESP. Bauru, São Paulo, 2006.
- BENEVOLO, Leonardo. *História da Arquitetura Moderna*. São Paulo, Perspectiva, 1976.
- BEZERRA, J. E. A. *Estruturas de Concreto Armado: Patologia e Recuperação – Fortaleza*, 1998.
- BRANDÃO, A. M. S.; PINHEIRO, L. M. *Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto*. Cadernos de Engenharia de Estruturas. EESC. Universidade de São Paulo. São Carlos, 1999.
- BROOMFIELD, J. P. *Corrosion on Steel in Concrete*, 1.^a edição. Londres, E. & Fn Spon, 1997.
- CÁNOVAS, M. F. *Patologia e terapia do concreto armado*. Tradução de M. Celeste Marcondes, Beatriz Cannabrava. São Paulo: PINI, 1988.
- CARMONA, T. G. *Modelos de previsão da despassivação das armaduras estruturas de concretos sujeitas à carbonatação*. Tese de M. Sc. USP, 2005.
- CASCUDO, O. *Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Concreto com Problemas de Corrosão da Armadura*. In.: *Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações*. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.
- CASCUDO, O. *Técnicas de laboratório e de campo para avaliação da durabilidade de estruturas de concreto*. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.
- CASCUDO, Oswaldo. *O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas*. Goiânia. UFG. São Paulo: Pini, 1997.
- COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. *Assessment of concrete structures and design procedures for upgrading (redesign)*, Bulletin, Lausanne, 1983.
- CORREIA, Marcelo. *Manifestações patológicas na construção - Implantação de programas de manutenção preventiva e corretiva em estruturas de concreto armado*. Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas – CINPAR. João Pessoa, 2013.
- COUTO, J. P.; COUTO, A. M. *Importância da revisão dos projectos na redução dos custos de manutenção das construções*. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO 2007, 3, 2007, Coimbra, Portugal. Universidade de Coimbra, 2007.
- DAIHA, K. C. *Estudos da agressividade ambiental nas estruturas de concreto armado*. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade Salvador – UNIFACS, 2004.
- DA SILVA, T. J. *Como estimar a vida útil de estruturas projetadas com critérios que visam a durabilidade*. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2002.

- DAL MOLIN, D.C.C. *Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul*. Tese de M. Sc. – Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988.
- EVANGELISTA, A. C. J. *Avaliação da Resistência do Concreto Usando Diferentes Ensaio Não Destrutivos*. Tese de D. Sc., UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.
- FERREIRA, Rui Miguel. *Avaliação dos ensaios de durabilidade do betão*. 2000. 246 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2000.
- FIGUEIREDO, E. P. *Mecanismo de Transporte de Fluidos no Concreto*. In: ISAIA, G. C. *Concreto, Ensino, Pesquisa e Realizações*. São Paulo: IBRACON, 2005.
- FREITAS, L. B., *Reforço de vigas de concreto armado ao esforço cortante com chapas de aço coladas*. Tese de M. Sc., COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1997.
- GRANATO, J. E. *Apostila: Patologia das construções*. São Paulo, 2002.
- HELENE, P. R. L. *Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto*. 2ª ed - São Paulo: PINI, 1992.
- HELENE, P. R. L. *Introdução da vida útil no projeto das estruturas de concreto*. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.
- ISAIA, G. C. *Durabilidade do concreto ou das estruturas de concreto*. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.
- JOHN, V. M. *Durabilidade e sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira*. WORKSHOP SOBRE DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES. São José dos Campos, 2001.
- JOHNSON, S. M. *Deterioro, conservacion y reparacion de estrueltas*. Editorial Blumc, Madrid, 1973.
- LIMA, M. G. *Ação do meio ambiente sobre as Estruturas de Concreto*. In.: *Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações*. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.
- LICHTENSTEIN, N. B. *Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações*: São Paulo: Escola Politécnica da USP. Tese de M. Sc., Universidade de São Paulo, 1985.
- MALHEIROS, A. M. *Patologia e recuperação das estruturas de concreto*. Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2007.
- MAZER, W. *Ensaio sobre o concreto – Notas de Aula*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTPR), 2012.
- MARCELLI, M. *Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras* - São Paulo: Pini, 2007.
- MEDEIROS, M. H. F.; HELENE, P. R. L. *Durabilidade e proteção do concreto armado*. Revista Técnica, São Paulo, 2009.
- MEHTA P. K.; MONTEIRO, P. J. M. *Concreto – Microestrutura, propriedades e materiais*. São Paulo: Instituto Brasileiro do Concreto, 2008.

- MORAIS, E.; GROSSI, M.V. F. *Reforço estrutural em estruturas de concreto armado*. Mackenzie, São Paulo, 2013.
- NEVILLE, A. *Consideration of durability of concrete structures: past, present and future*. *Materials and Structures*. Nova Iorque, 2001.
- PFEIL, W. *Concreto armado*, Rio de Janeiro, Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1989.
- PIANCASTELLI, E. M. *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado*. Apostila para Curso de Extensão, Ed. Depto. Estruturas da Escola de Engenharia da UFRG, Belo Horizonte, 1997.
- RELVAS, FERNANDO JOSÉ. *Curso de estruturas de concreto: projeto, execução e reparo. Reforço de peças de concreto armado, com chapas de aço*. Apostila. Dezembro 2004.
- REZENDE, L. V. S. *Resistência do concreto dosado em central - classificação e aspectos de durabilidade*. CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL. Florianópolis, 1996.
- RIGAZZO, ALEXANDRE DE OLIVEIRA. *Reforço em pilares de concreto armado por cintamento externo com mantas flexíveis de fibras de carbono*, Tese M. Sc., Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2003.
- RILEM CPC-18 *Measurement of hardened concrete carbonation depth*, 1996.
- RINCÓN, O.; CARRUYO, A. *Manual de Inspeccion, Evaluacion y Diagnostico de Corrosion en estructuras de hormigón armado – CYTED*, 1997.
- ROQUE, J. A. *Sistema construtivo em aço patinável e bloco de concreto celular autoclavado: análise de protótipo de Moradia de Interesse Social*. Tese de M. Sc. PPGSS-ECM, Universidade São Francisco. Itatiba, 2003.
- SABINO, M. A. *Avaliação da carbonatação em pilares de concreto armado em garagens*. Monografia (Graduação). UniCEUB, Brasília, 2014.
- SANTOS, M. R. G. *Deterioração das estruturas de concreto armado*. Monografia (Graduação). UFMG, Belo Horizonte, 2012.
- SHEHATA, I. A. M., *Reparo e reforço de estruturas de concreto armado e protendido*. Notas de Aula, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1998.
- SOUZA, E. S. *Técnicas de recuperação e reforço de estruturas de concreto armado*. Monografia (Graduação). Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2006.
- SOUZA, R. A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: Aplicação às janelas de uso habitacional. Tese de M. Sc. - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1983.
- SOUZA, V.; RIPPER, T. *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. – São Paulo: Pini, 1998.
- TAKEUTI, A. R. Reforço de pilares de concreto armado por meio de encamisamento com concreto de alto desempenho. Tese M. Sc., São Carlos, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1999.
- TULA, L. S. Contribuição ao estudo da resistência à corrosão de armaduras de aço inoxidável. Tese D. Sc. USP, São Paulo, 2000.
- VAN GEMERT, D. Stress analysis in epoxy bonded steel-concrete joints, in *Mechanical Behaviour of Adhesive Joints*. Bruxelas, 1987.

VASCONCELOS, A. C. O concreto no Brasil. Pini. São Paulo, 1992.

ZIPPER, T., SCHERER, J. Avaliação do desempenho de plásticos armados com folhas unidirecionais de fibras de carbono como elemento de reforço de vigas de betão armado. 41º Congresso Brasileiro de Concreto. Salvador, 1999.

LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das Construções: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações: São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1985. Dissertação (M estrado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, 1985.

SITTER, W. R. Cost for service optimization the “Law of Fives”. Comitê Euro International du Beton – CEB. Copenhagen, Denmark, n. 152, p.131 - 134, 1983.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira; RIPPER, Thomaz. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Paulo: Pini, 1998.

VASCONCELOS, Augusto Carlos de; CARRIERI JÚNIOR, Renato. A escola brasileira do concreto armado. 1. ed. São Paulo: Axis Mundi, 2005. 207 p. ISBN 85- 85554- 34-7.

YIN, Roberto K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2ª Ed. Porto Alegre. Editora: Bookmam. 2001.

Luiz Soares Gouy

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

Buscando um processo construtivo mais racionalizado e eficiente, o gerenciamento de obras surge como opção para empreendimentos de pequeno, médio e grande porte. Nesse cenário, o engenheiro civil aparece na função de gestor do processo administrando conflitos e buscando soluções integradas. Como problema de pesquisa, busca-se analisar as principais mudanças no comportamento do engenheiro civil, que precisou ampliar as suas funções dentro da construção civil, assumindo uma posição cada vez mais ligada à gestão do processo em sua totalidade. Para tanto, o presente trabalho teve como objetivo analisar as questões relacionadas ao gerenciamento de obras, abordando a função do engenheiro civil exercendo o papel de gestor de obras. A metodologia utilizada foi bibliográfica, exploratória utilizando o método de estudo de caso. A pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados Google acadêmico. Para o estudo de caso, foi realizada a descrição das etapas de gerenciamento utilizadas em uma obra com enfoque nas atribuições do engenheiro civil dentro do processo. Foi observado que, tanto as habilidades humanas quanto as habilidades técnicas são importantes para que o engenheiro desempenhar um papel mais relacionado à gestão dentro gerenciamento de uma obra. Seu potencial para resolver problemas são tão essenciais quanto o desenvolvimento de um bom relacionamento interpessoal na busca do resultado: entregar a obra no prazo, dentro do custo previsto e com a máxima qualidade. Conclui-se que o engenheiro civil vem modificando seu perfil nos últimos anos a medida em que o setor da construção civil vem requisitando profissionais com perfil de gestor. O estudo de caso comprovou que esse novo papel exercido pelo engenheiro é essencial para obter sucesso em todas as etapas do processo.

Palavras-chave: Gerenciamento; Engenheiro Civil; Obra.

INTRODUÇÃO

A construção civil vem sofrendo constantes modificações onde empresas, profissionais e demais partes envolvidas inseridas nesse cenário vêm buscando, cada vez mais, um melhor custo-benefício para esse mercado. Métodos de gerenciamento vêm sendo aprimorados ao longo dos anos e hoje são comumente aplicados às mais diversas áreas da construção, em todas as suas etapas, por profissionais e empresas cada vez mais especializados (CASTELAN, 2009).

Em meio a este cenário, à globalização e à limitação de recursos, as empresas precisam saber lidar com a concorrência, aumentando a eficiência e eficácia nas atividades

que desenvolve para sua própria sobrevivência e evolução. Para isso, são criados projetos e esses precisam ser gerenciados do início ao fim. É aí que se faz necessária a participação do engenheiro civil, contribuindo com seu conhecimento e expertise (MARTINS, 2017).

Planejar uma obra possibilita ao gestor uma maior eficiência no gerenciamento, pois ao absorver o conhecimento geral e minucioso sobre o processo, a detecção de situações desfavoráveis e as tomadas de decisões ocorrem com maior celeridade e, com isso, minimiza riscos de possíveis impactos no custo e no prazo. Por isso, é importante ressaltar que uma gestão eficiente, onde o planejamento tem lugar de destaque, é essencial para atingir os objetivos desejados (CHAVES, 2017).

Podemos dizer que, quanto maior o tempo gasto com planejamento em todas as etapas de uma construção, maiores as possibilidades de se obter sucesso na entrega. A elaboração de um cronograma, por exemplo, é uma atividade que requer tempo suficiente para um minucioso estudo do processo como um todo, pois sua relevância para a obra é fundamental (PALHOTA, 2016).

É notória importância do gerenciamento em uma obra e o papel exercido pelo engenheiro civil dentro desse processo, em todas as suas etapas, com enfoque no seu perfil e atribuições como gestor, levando-se em consideração que uma boa gestão e o monitoramento contínuo de todas as fases da obra são fundamentais para o sucesso do resultado (CUSTÓDIO, 2013).

Diante do aumento das atividades exercidas pelo engenheiro civil nos dias de hoje, o tema deste trabalho ganhou importância. Exercendo um papel cada vez mais ligado ao gerenciamento, o engenheiro passa a caracterizar-se como um gestor de obras, perfil que vem cada vez mais sendo buscado pelas empresas no mercado atualmente, onde seu foco é voltado tanto para o canteiro, quanto para o cliente (CHAVES, 2017).

O trabalho se justifica pelo crescimento da competitividade na construção civil, que forçou empresas e profissionais a buscarem, respectivamente, por novas metodologias e formas de atuação visando a obtenção de melhores resultados. Tendo como objetivo os ganhos em qualidade e produtividade, a procura pelo gerenciamento de obras vem se tornando cada vez mais frequente na construção civil e, com isso, aumentando a procura das empresas por engenheiros com perfil de gestor, onde apenas conhecimento técnico não é o suficiente (LEOPOLDO, 2015).

O tema gerenciamento está constantemente presente na pauta diária das organizações, haja vista que as atuais demandas exigem a condução simultânea de diferentes projetos dentro de prazos restritos estabelecidos e com qualidade e orçamentos rigorosos. Na engenharia, setor em que a complexidade dos empreendimentos é grande, um eficiente gerenciamento da obra pode garantir o sucesso e reduzir os impactos de atrasos e mudanças que ocorrem durante a execução (JUGEND E SILVA, 2014).

Um bom gerenciamento de obra não é apenas necessário, mas sim obrigatório para que a obra se torne lucrativa e, conseqüentemente, viável. O estudo de um caso real somado às literaturas existentes pode ajudar muito no desenvolvimento profissional de futuros gerenciadores de obras e demais estudiosos do assunto, possibilitando assim o desenvolvimento de novas técnicas e tecnologias para gerenciamento de projetos (CASTELAN, 2009).

O entendimento dos engenheiros sobre as suas novas atribuições no gerenciamento de um canteiro de obras e da necessidade de ir em busca de metodologias que melhorem a produtividade e aumentem a qualidade da obra, têm se tornando essencial na construção civil. Desta forma, os resultados obtidos através de experiências no “campo” são relevantes e de extrema importância para que possam ser definidos os parâmetros para melhorar a produtividade (CHAVES, 2017).

Portanto, pela grande quantidade de atividades a serem controladas e suas diversidades, é de extrema importância o estudo e a aplicação desse tema. Além disso, a

escolha dele procura deixar como legado para os alunos da graduação, que não tiveram a oportunidade estagiar em uma grande obra, uma visão que a faculdade muitas vezes não proporciona (MARTINS, 2017).

A execução de qualquer empreendimento na construção civil exige uma combinação de recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos e capital), os quais estão sujeitos a limitações e restrições, cabendo ao planejamento alocar cada recurso no seu tempo (ARAÚJO; MEIRA, 1997).

O controle de todas as etapas deve ser contínuo e permanente na obra, possibilitando assim a verificação do desempenho de todas as partes envolvidas, dos processos e procedimentos utilizados. Por natureza, o engenheiro civil possui um perfil profissional técnico devido às atividades com as quais se envolve. Associado à necessidade do enfoque à gestão e liderança, torna-se fundamental o desenvolvimento de novas competências por parte desse profissional para gerir pessoas e processos, tornando-se o responsável direto pelo acompanhamento do desenvolvimento do projeto (SASSO, 2016).

Na construção civil, a utilização de métodos de gerenciamento visando o aprimoramento dos projetos e processos construtivos, agrega maior rendimento, menor custo de produção e manutenção, melhor relação com o ambiente, com o homem, e maior eficiência das construções. Porém, não devem ser aplicadas somente na fase de construção, mas sim, desde o projeto, e devem ser alvo da atenção dos responsáveis pelo funcionamento e manutenção, mesmo após o término da obra (PINHEIRO, 2002).

O gerenciamento e gestão da construção envolve áreas do conhecimento como escopo, riscos, tempo, integração, qualidade, custos, aquisições, recursos humanos e comunicação. Todas essas características podem ser encontradas no PMBOK, parametrizando o gerenciamento de projetos (PMI, 2013).

O engenheiro civil tem grande importância no que diz respeito ao relacionamento interpessoal enquanto gestor da obra, pois é ele o interlocutor entre todas as partes envolvidas no processo. Portanto, é sua responsabilidade administrar os conflitos durante o percurso de forma a tornar o ambiente de trabalho favorável entre os colaboradores, conscientizando-os da importância de cumprir os objetivos, de forma a obter o resultado esperado pelo cliente (CHAVES, 2017).

Objetivo geral

Esse estudo tem como objetivo geral analisar as questões relacionadas ao gerenciamento de uma obra, dando enfoque ao papel exercido pelo engenheiro civil dentro do processo de gerenciamento, identificando sua importância atuando como gestor e descrevendo pontos específicos sobre a sua formação e sobre o perfil requisitado para atuar nesta função. Em seguida, será apresentado um estudo de caso em uma obra em que o sucesso dos resultados teve participação fundamental de um engenheiro civil no processo gerencial.

REFERENCIAL TEÓRICO

O gerenciamento na construção civil

As crescentes exigências por obras de infraestrutura nos países em desenvolvimento, associadas ao aumento da complexidade dos projetos, têm gerado importantes desafios para a gestão de obras públicas. Entre eles, estão o desenvolvimento de formas de contratação e de gestão de projetos que evitem os aumentos de custo e prazo. O gerenciamento de obras pode ser capaz de detectar e controlar custos e prazos

mantendo a competitividade a fim de superar as expectativas dos clientes. (MARTINS, 2017).

Os benefícios do gerenciamento indicam as vantagens, podendo ser eficaz em conseguir os resultados dentro do prazo e do custo. A principal vantagem do gerenciamento é que não é restrito a projetos gigantescos, de alta complexidade e custo. Ele pode ser aplicado em empreendimentos de qualquer complexidade, orçamento e tamanho, em qualquer linha de negócios, podendo gerar economia de recursos e garantir o resultado esperado pelo cliente (VARGAS, 2003).

Com grupos de processos de gerenciamento, conforme representado na Figura 1, as organizações conseguem melhor controle e a confiança do cliente, sendo capaz de apresentar melhor administração e mais alto número de projetos bem-sucedidos. “A tarefa central do gerenciamento de projetos sempre foi a combinação do trabalho de diferentes pessoas para a execução de tarefas que seriam úteis para os clientes ou as organizações” (VARGAS, 2003).

Figura 1: Grupo de processos do gerenciamento



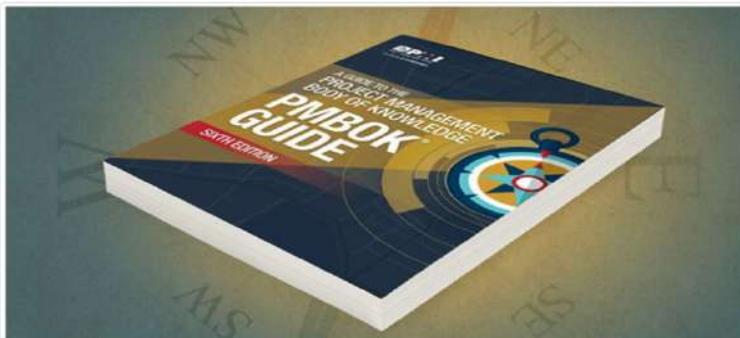
Fonte: Consultoria Coach, 2020.

O planejamento e controle das atividades refletem diretamente na melhora dos resultados econômicos e financeiros da obra, tornando assim o projeto inicial lucrativo. Antes de iniciar uma obra, faz-se necessária a realização de um estudo quanto à viabilidade de execução onde, em alguns casos, meses de apuração e orçamentação são dedicados ao projeto. Nesse contexto podemos observar várias vertentes da realidade gerencial. As características de um gestor e as suas tomadas de decisões, por exemplo, podem influenciar diretamente no andamento (CASTELAN, 2009).

Os aspectos intervenientes na gestão de um empreendimento são inúmeros, começando nos serviços preliminares da obra até sua plena execução e entrega ao cliente. A coordenação do projeto compreende a obtenção de licenças, atendimento aos requisitos legais, planejamento e controle, e segurança do trabalho, além da gestão de pessoal, de suprimentos, de terceirizados, de contratos, de qualidade, ambiental, financeira e de documentos” (PALHOTA, 2016).

O *Project Management Institute* (PMI) é uma associação para profissionais de gerenciamento de projetos, a qual foi acreditada como desenvolvedora de padrões pelo Instituto Nacional Americano de Padrões (ANSI). De acordo com a Organização Internacional para Padronização (ISO), padrão pode ser definido como um documento aprovado por um órgão reconhecido que fornece, para uso comum e repetido, regras, diretrizes ou características para produtos, processos e serviços cujo cumprimento não é obrigatório (MARSHALL JÚNIOR, 2006).

Figura 2: PMBOK



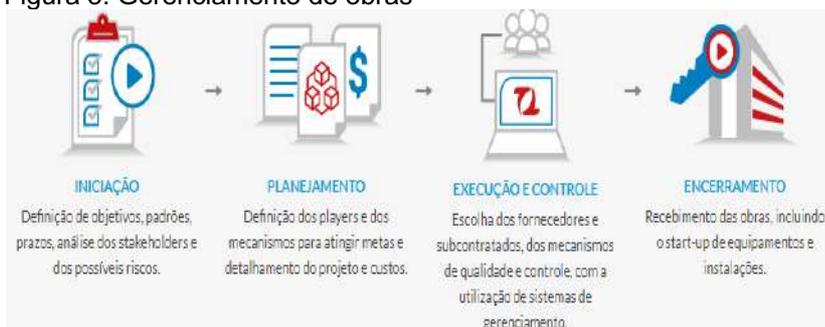
Fonte: Consultoria Coach, 2020.

Desenvolvido pelo PMI, o guia PMBOK (Figura 2) contém um padrão, no qual o conhecimento nele contido foi ampliado pelas boas práticas reconhecidas por profissionais de gerenciamento de projetos que contribuíram para o seu desenvolvimento através da aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas para elevar a chance de sucesso de projetos, cabendo à equipe determinar o que deve ou não ser aplicado em seu projeto (PMI, 2013).

A *International Organization for Standardization* (ISO), traduzindo para a língua portuguesa “Organização Internacional para Padronização” é uma organização não governamental composta por diversas entidades em vários países do mundo que realizam o trabalho de definir, divulgar e aprovar normas técnicas. Reconhecida mundialmente, a família de normas ISO 9000:2015 foi elaborada para apoiar organizações, de todos os tipos e tamanhos, na implementação e operação de sistemas de gestão da qualidade eficazes (MARTINS, 2017).

Para o Project Management Institute (PMI), o projeto se define pelo conjunto de atividades realizadas em grupo, com a finalidade de produzir um produto ou serviço. Como tem um início e fim definidos no tempo, o projeto é considerado temporário, com escopo e recursos previamente definidos. Não se trata de uma operação de rotina, mas um conjunto de operações específicas desenvolvidas para atingir um determinado resultado (PMBOK, 2013).

Figura 3: Gerenciamento de obras



Fonte: Tallento Gerenciadora, 2020.

O ciclo do gerenciamento, representado na Figura 3, define-se pelos conhecimentos e habilidades aplicadas para a execução de projetos, buscando eficiência e efetividade. Permite a união dos resultados dos projetos e dos objetivos do negócio, possibilitando melhor competitividade no seu respectivo mercado. Projetos bem gerenciados diminuem incertezas e atingem a satisfação do cliente. Um fator de sucesso é que o cliente seja envolvido e participe em todas as fases do projeto (FONSECA, 2006).

Atualmente as empresas buscam a competitividade com a finalidade de assegurar a sua sustentação e sobrevivência no longo prazo. A competitividade pode ser considerada como a capacidade de atender concomitantemente aos requisitos de mercado e/ou clientes - fatores competitivos – bem como aos requisitos internos da empresa, ou seja, seus objetivos estratégicos. Ao longo das últimas décadas, as exigências do mercado foram se agregando aos fatores já esperados de desempenho empresarial, ampliando consideravelmente a complexidade da gestão na busca por competitividade (BRANDALISE, 2017).

Neste contexto observa-se a redução do investimento em projetos na grande maioria das construtoras, fato este que gerou a necessidade do investimento no planejamento deste produto, pois gerenciando o ciclo de vida do projeto, consegue-se controlar os principais indicadores de desempenho do sucesso almejado: qualidade, custo e prazo (CHAVES, 2017).

METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado consistiu na pesquisa exploratória e qualitativa feita através de uma revisão bibliográfica à literatura especializada, onde foram consultadas dissertações, teses de mestrado, teses de doutorado e pós-doutorado, monografias de cursos de especialização e artigos técnicos encontrados através de pesquisas feitas no Google Acadêmico, assim como sites especializados que abordam os aspectos relacionados ao tema que é objeto do presente trabalho.

Buscou-se analisar o que já foi abordado em trabalhos anteriores no que diz respeito à atuação do engenheiro civil no papel de gestor de obras, mais precisamente olhando do ponto de vista de um profissional inserido em uma gerenciadora. Foram consultados sites de empresas especializadas no gerenciamento de obras, identificando as etapas e os principais procedimentos em comum adotados, de forma a estabelecer os parâmetros fundamentais para o trabalho.

O estudo destacou que uma nova atribuição tem sido desempenhada pelo engenheiro civil: a de gestor de obras. Verificou-se que, além das suas atribuições já estabelecidas, os engenheiros se encarregam também de toda a gestão das obras desde a análise até o planejamento e execução de projetos, desenvolvendo habilidades de coordenação, execução e fiscalização de obras.

A análise prática se deu através de um estudo de caso, onde foi possível verificar as etapas do gerenciamento e os procedimentos utilizados por uma determinada empresa de engenharia especializada no gerenciamento de obras, assim como as atribuições do engenheiro civil no processo. As informações foram obtidas pela coleta de dados das atividades realizadas em uma determinada obra, possibilitando analisar a eficácia de seus resultados.

No estudo de caso foi feita a apresentação da empresa responsável pelo gerenciamento do empreendimento estudado, assim como os seus principais produtos oferecidos. Trata-se de uma empresa de engenharia com 47 anos recém completados no mercado da construção civil, mas que começou com o “produto” gerenciamento há aproximadamente 15 anos. Foi feita uma explanação do seu enfoque dentro da construção civil, descrevendo seus principais tipos de clientes, assim como a apresentação das suas certificações que a credenciaram para o desenvolvimento do gerenciamento de obras.

O empreendimento estudado foi apresentado, detalhando seu tipo de atividade e os produtos oferecidos aos clientes. Trata-se de uma rede de clínicas que buscou o serviço de gerenciamento oferecido por uma empresa especializada visando a construção de algumas de suas unidades. Antes da execução das obras, esse cliente contratou a gerenciadora

para todas as etapas antecessoras, como estudo de viabilidade dos imóveis, levantamento, análise de projetos, etc.

Os recursos utilizados foram as fontes internas da empresa responsável pelo processo de gerenciamento da obra estudada, entre outros, os quais serviram como base para realização da pesquisa. A metodologia empregada nesse trabalho aborda a descrição do processo de gerenciamento adotado pela gerenciadora para a obra em referência, descrevendo os instrumentos que foram aplicados para atingir os objetivos, contando com colaboração da experiência deste autor, enquanto parte integrante do processo de gerenciamento em referência.

O procedimento utilizado para efetuar a coleta de dados foi a análise dos documentos internos da empresa (relatórios, planilhas, softwares e demais procedimentos), elaborados pela mesma. O trabalho consistiu em verificar as etapas do gerenciamento, com ênfase no engenheiro civil enquanto gestor do processo, aplicadas em uma obra de implantação de uma clínica médica na cidade do Rio de Janeiro-RJ.

DESENVOLVIMENTO

O papel da gerenciadora

A empresa responsável pelo gerenciamento do empreendimento em referência é uma construtora de grande porte que presta serviços de gerenciamento adequando a engenharia à necessidade de cada negócio. Como gerenciadora, a empresa desenvolve, dentre outros serviços, estudo de viabilidade, pré-projeto, book de padrão para obras e projetos, projetos legais, planejamento, gerenciamento da execução, comissionamento, operação, manutenção e gerenciamento de aprovações legais.

Como não foi solicitada a autorização para divulgação da sua identidade, a empresa será nomeada neste trabalho como “Gerenciadora MTD”. Um dos grandes desafios das empresas que não são focadas em engenharia é gerenciar a expansão e manutenção de seus ativos em larga escala. Diante disso, a “Gerenciadora MTD” se especializou em oferecer soluções personalizadas para franquias e redes de atendimento, para que os clientes possam focar em atender seus clientes.

O Sistema de Integrado de Gestão – que abrange, além da qualidade, a saúde ocupacional e a segurança do trabalho - foi adotado pela “Gerenciadora MTD” para atender às necessidades dos clientes, seguindo normas como NBR ISO 9001 – norma que estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) de uma organização -, ISO 14001 (Gestão Ambiental) e OHSAS 18001 (Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho), nas quais possui certificação.

O SIG (Sistema Integrado de Gestão) foi desenvolvido considerando a abordagem de processos, ou seja, foram levantados os processos considerados principais e suas inter-relações, os processos de apoio da empresa e em seguida foram estabelecidos orientações, procedimentos documentados, tabelas, treinamentos, cronogramas e outras providências para que os mesmos apresentem bons resultados para a empresa.

O empreendimento estudado

Trata-se de uma rede de clínicas criada para oferecer consultas médicas básicas e especializadas, exames laboratoriais e de imagem oferecendo instalações confortáveis, estrutura tecnológica e principalmente, profissionais dedicados, com elevada qualidade e atendimento diferenciado. Sua principal missão é oferecer aos seus pacientes um atendimento diferenciado, visando o seu cuidado integral e a busca pela promoção e prevenção de sua saúde.

Como não foi solicitada a autorização para divulgação da sua identidade, a empresa será nomeada neste trabalho como “Clínica NVM”. O cliente em referência contratou a “Gerenciadora MTD” para gerir as obras de implantação de três unidades de suas clínicas no Rio de Janeiro – RJ, porém apenas umas das três unidades foi finalizada. Diante do exposto, o estudo será embasado na experiência obtida nesta unidade, localizada em Botafogo, Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro.

O imóvel escolhido pela clínica “NVM” ocupa a loja “A” que pertence a um edifício residencial e possui uma área de 952,52m², onde é composto por um pavimento térreo e um mezanino. Trata-se de projeto de reforma de edifício comercial, sem aumento de área, onde será reformado para implantação de clínica médica que contará com Recepção, Consultórios, Esperas, Sanitários PCDs, Sanitários Comuns, Enfermagem, Salas de Pequenos Procedimentos, Sala de Mamografia, entre outros.

Na etapa que antecedeu ao projeto, a “Gerenciadora MTD” foi acionada para realizar um levantamento físico e um estudo de viabilidade no imóvel supracitado. Para realização deste levantamento, fora disponibilizado um engenheiro da “Gerenciadora MTD”, o “Gestor MTD”, que foi ao imóvel coletar as informações necessárias definidas pelo *check list* desenvolvido pelos projetistas com base nas necessidades do cliente, além de croqui com todas as dimensões. Essa etapa é comumente chamada de “levantamento”.

Após essa etapa, os projetos foram elaborados por dois escritórios de projetos renomados no mercado onde um ficou responsável pelos projetos de instalações (elétrica, hidráulica, combate a incêndio, dados, etc) enquanto o outro se encarregou de elaborar as pranchas de arquitetura e de fazer as devidas compatibilizações. Para cada disciplina, foram disponibilizados pelos projetistas os respectivos memoriais descritivos e cadernos de especificações para consulta dos “*stakeholders*”.

Para a execução da obra em referência, a “Clínica NVM” contratou a “Gerenciadora MTD” para assegurar o planejamento, a supervisão, a qualidade e o controle da execução em conformidade com as disposições dos projetos e memoriais descritivos, de modo a integrar todas as demais atividades de campo ao pleno cumprimento do respectivo cronograma físico-financeiro e responsabilidades da construtora contratada.

Etapas do gerenciamento e procedimentos utilizados na obra estudada

Conforme evidenciado no capítulo anterior, o conhecimento multidisciplinar do engenheiro civil o torna a melhor opção de contratação para as gerenciadoras. Para a obra estudada, a “Gerenciadora MTD” destacou de seu corpo de funcionários um engenheiro civil para acompanhamento e gerenciamento da obra devido ao à sua versatilidade técnica, tendo em vista a diversidade do escopo contratado. Esse profissional vamos chamar de “Gestor MTD” neste estudo de caso para melhor leitura.

Poderá ser verificado neste estudo todas as vantagens que um engenheiro civil pode oferecer para um processo de gerenciamento, em relação às demais engenharias ou arquitetura. Suas habilidades técnicas, desenvolvidas desde a sua formação, para lidar com as mais diversificadas disciplinas dentro de uma mesma obra o diferenciam dos demais profissionais, tornando-o a melhor opção de contratação.

Pré-obra

Antes de iniciar a obra, foi realizado um planejamento, conforme descrito nos processos de gerenciamento do PMBOK. O trabalho em referência tem enfoque na etapa de obra, visto a partir do ponto de vista do “Gestor MTD”, responsável pelo gerenciamento e fiscalização da obra em referência. Porém, é importante ter o conhecimento das

atividades que precederam esta etapa para melhor entendimento do processo de gerenciamento estruturado para o referido cliente.

Foi realizado um estudo de viabilidade para a escolha do melhor imóvel para implantação da clínica, que determinou o padrão da obra e o que a clínica iria oferecer de serviços aos clientes. Todo este estudo foi analisado quanto ao prazo de conclusão e custos, onde foi definida a sua viabilidade. Esse estudo foi apresentado ao cliente, que optou por aprová-lo, dando continuidade ao desenvolvimento dos projetos, legais e executivos) da obra.

Foram elaborados os memoriais descritivos, junto com os projetos bases de cada uma das disciplinas, que permitiram a elaboração de uma estimativa de custos, realizada pelo engenheiro civil da gerenciadora “Gestor MTD”, que foi apresentada para o cliente. Na sequência, essas estimativas de prazo e custo foram analisadas pelo cliente, que julgou viável e solicitou a continuidade do processo de contratação de obra. Após o “de acordo” do cliente, foram elaborados os materiais que compõem os projetos executivos.

Após a elaboração e aprovação dos projetos executivos e legais, o setor de compras do cliente realizou uma concorrência, onde foram convidadas para participar apenas as construtoras parceiras, ou seja, empresas com histórico de bons serviços prestados. Após o prazo determinado pelo cliente e visitas técnicas realizadas pelas participantes, as propostas foram encaminhadas ao cliente que, por sua vez, as encaminhou para a gerenciadora realizar uma minuciosa análise para verificação e determinação da vencedora.

Ao analisar as propostas, o “Gestor MTD” analisou, não só a menor proposta apresentada para execução do escopo, mas sim a verificação e equalização das propostas certificando-se que todas as empresas levaram em consideração o mesmo escopo para composição dos preços. Após essa análise, foi definida como vencedora a “Construtora AW”, sendo a mesma a responsável pela execução da obra em referência no imóvel escolhido.

Após a assinatura do contrato entre as partes (“Clínica NVM” e “Construtora AW”), a gerenciadora foi acionada pelo cliente para agendar a reunião de início de obra junto às partes envolvidas. O “Gestor MTD” então, agendou a reunião junto à “Construtora AW” e ao representante do cliente para definição dos aspectos mais relevantes para o bom andamento dos serviços e definição da data de início, determinante para definição do cronograma de obras e data da entrega.

Nessa reunião, foram discutidos itens relevantes previstos em contrato deixando claro as obrigações de cada uma das partes. Neste momento, a construtora foi solicitada a apresentar o cronograma de obra juntamente com a curva “S” para acompanhamento da equipe de engenharia da gerenciadora. Além dos itens previstos em contrato, foram colocados em pauta as lições aprendidas e boas práticas definidas a partir de obras anteriores no intuito de minimizar os problemas dentro do processo.

Reunião de início de obra

O *start* dos serviços foi determinado pela reunião de início de obra que foi agendada e mediada pelo “Gestor MTD”. Todos os assuntos tratados nesta reunião foram inseridos na ata de reunião, que foi submetida à assinatura de todos os participantes. Foram preenchidos nesta ata de reunião, conforme Figura 4, os dados gerais que identificam a obra, os participantes presentes e os cargos que ocupam em suas respectivas organizações, assim como o prazo e a descrição do escopo da obra.

A lista dos documentos disponibilizados para a construtora (projetos, memoriais, manuais, boas práticas, detalhes construtivos, etc) e a relação de certificados (ART’s e atestados) que devem ser apresentados pela construtora antes, durante e ao final da obra,

foram preenchidas no corpo do documento, conforme Figura 5. Todas as observações relevantes colocadas na reunião devem ser descritas em ata e, posteriormente, todos os participantes assinam a ata.

Figura 4: Ata de reunião de início de obra

DADOS GERAIS			
CLIENTE:	_____	GESTOR CLIENTE:	_____
OBRA:	_____	DATA:	_____
ENDEREÇO	_____	CIDADE/ESTADO:	_____
SERVIÇO:	_____		_____
PARTICIPANTES			
PAPEL	EMPRESA	REPRESENTANTE	TELEFONE
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
PRAZOS E DATAS			
PRAZO DA OBRA (dias):	_____	INÍCIO (dd/mm/aaaa):	_____
		TÉRMINO (dd/mm/aaaa):	_____
ESCOPO (descrição dos Serviços)			

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

O engenheiro civil, responsável pelo gerenciamento da obra estudada, foi o principal responsável por garantir o cumprimento do acordado na reunião de início, onde foram discutidos e definidos temas não constantes no contrato, o que não exime a construtora de suas responsabilidades. Ao deixar de cumprir quaisquer itens que esteja registrado na ata da reunião de início, poderá o “Gestor MTD” aplicar as devidas punições à “Construtora AW”, como por exemplo notifica-la.

Figura 5: Ata de reunião de início de obra

DOCUMENTAÇÃO ENVOLVIDA			
	DATA	VERSÃO	OBSERVAÇÃO
<input type="checkbox"/> Memorial Descritivo	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/> Projeto Arquitetura	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/> Projeto Elétrica	_____	_____	_____
<input type="checkbox"/> Projeto Lógica/Dados/Voz/CFTV	_____	_____	_____
RELAÇÃO DOS CERTIFICADOS E ART			
<input type="checkbox"/> ART de obra civil e Atestado de Obra Concluída			
<input type="checkbox"/> ART e Atestados de Instalações Elétricas conforme NBR 5410			
<input type="checkbox"/> ART e Atestados referentes a execução das tubulações telefônicas e alarme, conforme projeto			
OBSERVAÇÕES			

ASSINATURAS DOS PARTICIPANTES			
_____	_____	_____	_____
Gerenciadora	Construtora	Cliente	

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

Nesta etapa, foi solicitado à “Construtora AW” a apresentação do cronograma de obra e curva “S” para controle e fiscalização da gerenciadora. A partir do recebimento desse material, a gerenciadora pôde elaborar os relatórios que vieram a ser apresentados semanalmente ao cliente, possibilitando o controle da obra em relação ao avanço dos serviços, determinado pelo peso físico-financeiro associado ao cronograma da obra, por todas as partes envolvidas no processo. Posteriormente, o documento foi digitalizado e enviado a todos os envolvidos no processo através de e-mail e, na sequência, armazenado na plataforma de gestão da “Gerenciadora MTD”.

Cronograma de obra

Com a finalidade de atingir a conclusão do escopo do projeto dentro do prazo previsto em contrato firmado entre as partes envolvidas, foi desenvolvido e apresentado pela “Construtora AW” o cronograma de obra (Figura 6), contendo a data de início, os prazos e a data final para execução de cada uma das disciplinas. O cronograma foi desenvolvido no MS Project, conforme representado na figura abaixo, transportado pela “Gerenciadora MTD” para o relatório gerencial apresentado semanalmente. Todo o acompanhamento e controle do cronograma apresentado pela “Construtora AW” foi feito pelo engenheiro civil da “Gerenciadora MTD”, uma vez que o mesmo é o principal responsável por buscar os objetivos da obra.

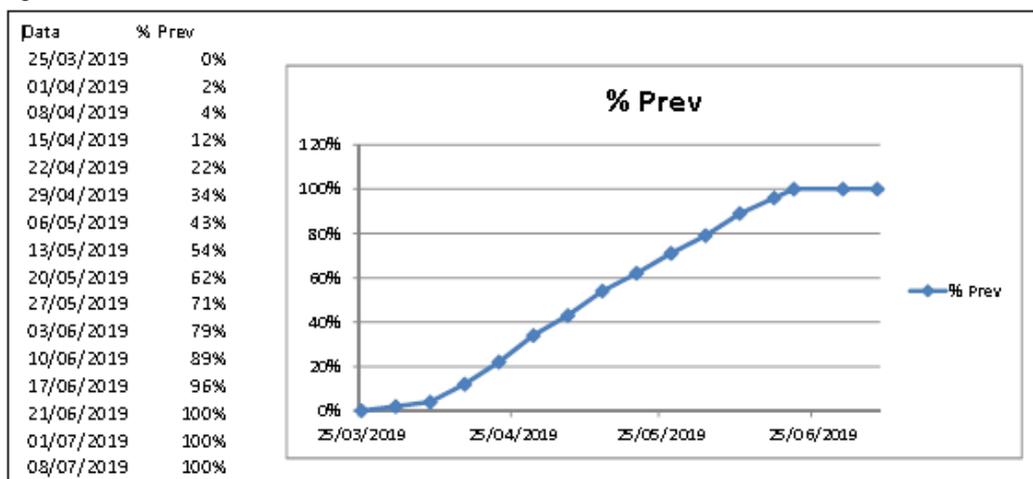
Figura 6: Cronograma de obra

Id	Modo da Tarefa	Nome da tarefa	Duração	Início	Término	Predessor
0		CENTRO CLINICO BOTAFOGO	75 dias	Seg 25/03/19	Sex 21/06/19	
1		1 SERVIÇOS INICIAIS - CANTEIRO E INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS	9 dias	Seg 25/03/19	Qua 03/04/19	
2		1.1 RECEBIMENTO DO SITE	4 dias	Seg 25/03/19	Qui 28/03/19	
3		1.2 MONTAGEM DO CANTEIRO	5 dias	Sex 29/03/19	Qua 03/04/19	2
4		2 DEMOLIÇÕES E REMOÇÕES	15 dias	Qua 03/04/19	Ter 23/04/19	
5		2.1 1º PAVIMENTO	15 dias	Qua 03/04/19	Ter 23/04/19	3
6		2.2 TERREO	7 dias	Qua 03/04/19	Qui 11/04/19	3
7		3 FUNDAÇÕES	9 dias	Qui 11/04/19	Qua 24/04/19	
8		3.1 ESTACAS	5 dias	Qui 11/04/19	Qua 17/04/19	6
9		3.2 RADIER	4 dias	Qua 17/04/19	Qua 24/04/19	8
10		4 INFRAESTRUTURA PISO	15 dias	Qui 11/04/19	Qui 02/05/19	
11		4.1 CORTE DO PISO	5 dias	Qui 11/04/19	Qua 17/04/19	6
12		4.2 MONTAGEM DE TUBULAÇÕES	5 dias	Qua 17/04/19	Qui 25/04/19	11
13		4.3 FECHAMENTO	5 dias	Qui 25/04/19	Qui 02/05/19	12

Fonte: Construtora AW, 2020.

Além do cronograma, a “Construtora AW” apresentou a curva “S” da obra (Figura 7) com periodicidade semanal de forma a possibilitar o acompanhamento da “Gerenciadora MTD”, nesta mesma periodicidade, quanto à evolução dos serviços de modo a monitorar o cumprimento do cronograma e identificar, de forma antecipada, possíveis desvios que pudessem acarretar um atraso em alguma das entregas. Com isso, tornou-se possível buscar soluções integradas para atendimento do cronograma.

Figura 7: Curva “S” da obra



Fonte: Construtora AW, 2020.

A curva ilustrada acima refere-se à meta de andamento físico traçada no início da obra pela “Construtora AW”. A curva referente ao percentual executado em cada semana foi gerada pelo “Gestor MTD” a partir da medição física realizada na obra em cada semana, onde a mesma deveria coincidir com a curva do cronograma meta, porém isso não ocorreu em nenhuma das medições. Mas todos os atrasos foram compensados durante as atividades e o prazo final foi atendido.

Relatório gerencial de obra

Compõem o relatório gerencial informações como os dados gerais da obra (prazo, valor, endereço, construtora responsável, etc), andamento físico da obra, o acompanhamento das medições financeiras, a avaliação da construtora no que diz respeito à performance da construtora “AW” (qualidade dos serviços, limpeza da obra, uso de EPI’s, uso de uniforme, organização e planejamento), descrição dos principais serviços realizados na semana, relatório fotográfico, diário de obra.

Para apresentar o relatório gerencial semanal, se fez necessário o acompanhamento da “Gerenciadora MTD” através do “Gestor MTD”. A “Gerenciadora MTD” foi contratada para realizar três vistorias semanais na obra com o objetivo de realizar a devida fiscalização, o acompanhamento e o monitoramento dos serviços. Uma das finalidades das vistorias é justamente coletar as informações necessárias para apresentar ao cliente junto ao relatório gerencial.

Para determinar o percentual de execução de obra, foi desenvolvida pela “Gerenciadora MTD” uma planilha de Medição Física (Figura 8) recheada de fórmulas na qual os pesos para cada disciplina foram determinados pelo custo. As disciplinas foram subdivididas em etapas, para as quais também foram imputados pesos proporcionais ao custo dos serviços. Por fim, foram criadas colunas com a identificação de todos os ambientes que compõem o espaço físico da obra em referência.

Desta forma, os “quadrinhos” foram preenchidos semanalmente com o número correspondente de cada semana em referência, gerando ao final o percentual de obra. Esse percentual foi apresentado semanalmente e submetido à aprovação da “Construtora AW” antes do envio ao cliente, evitando assim informações divergentes entre construtora e gerenciadora. Após o “de acordo” da construtora, a “Gerenciadora ajusta o relatório e encaminha ao cliente.

Figura 8: Planilha de medição física

Item	peso	descrição	Acum./peso	Acum.	Peso Subitem	Contagem	AMBIENTES	ESPERA	RECEPÇÃO	SANIT. INSC.	SANIT. PCD INSC.	SANIT. FEMINO	SANIT. PCD FEM.	ENFERMAGEM	CONSULTORIO 1	CONSULTORIO 2	CONSULTORIO 3	CONSULTORIO 4	CONSULTORIO 5				
								55															
1	1,54%	SERVIÇOS INICIAIS / DEMOLIÇÕES	1,43%	91,07%	0,66%	56	PROVISÓRIA/CANTEIRO	40%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
					0,25%	56	DEMOLIÇÃO DE PAREDE	15%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
					0,33%	56	DEMOLIÇÃO DE PISO	20%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
					0,25%	56	DEMOLIÇÃO DE INFRAESTRUTURA EXISTENTE	15%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
					0,02%	6	FEMOÇÃO/LIMPEZA	10%															
2	2,88%	ESTRUTURA	0,00%	0,00%	0,00%	-	MONTAGEM	80%															
					0,00%	-	CONCRETAGEM	10%															
					0,00%	-	ACABAMENTO:	10%															
					0,00%	-	GUIAS / MONTANTES / FFIADA	20%															
3	6,46%	PAREDES E PAINÉIS	0,00%	0,00%	0,00%	-	1ª PLACAS - 1/2 ALVENARIA / REFORÇO	35%															
					0,00%	-	2ª PLACAS - 1/2 ALVENARIA / ISOLAMENTO	35%															
					0,00%	-	ACABAMENTO:	10%															
					0,00%	-	PENDURAL + GUIAS	30%															
4	2,20%	FORRO	0,00%	0,00%	0,00%	-	PLACAS	60%															
					0,00%	-	ACABAMENTO:	10%															
					0,00%	-	BASE	50%															
					0,00%	-	IMPERMEABILIZAÇÃO / CONTRAPISO	30%															
5	7,81%	PISOS / IMPERMEABILIZAÇÃO	0,00%	0,00%	0,00%	-	REGULARIZAÇÃO	20%															
					0,00%	-																	

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

Com relação ao custo, o contrato firmado entre a “Clínica NVM” e a “Construtora AW” prevê medições financeiras mensais de acordo com o acumulado medido pelo “Gestor MTD”. O controle financeiro é administrado através de uma planilha (Figura 9) que se comunica com a planilha de medição física, permitindo desta forma que os pesos de cada item e subitem sejam transformados em valores de acordo com o percentual de obra medido no momento da solicitação da medição financeira.

A planilha de medição financeira, possui colunas com os valores e percentuais totais correspondentes a cada disciplina, colunas com os valores liberados em cada uma das medições financeiras já realizadas e com saldo a ser medido até o final da obra. Porém, antes de autorizar a “Construtora AW” a emitir a NF, são enviadas, pelo “Gestor MTD” as planilhas de medição física e medição financeira ao cliente para aferição e autorização de pagamento.

Figura 9: Planilha de medição financeira

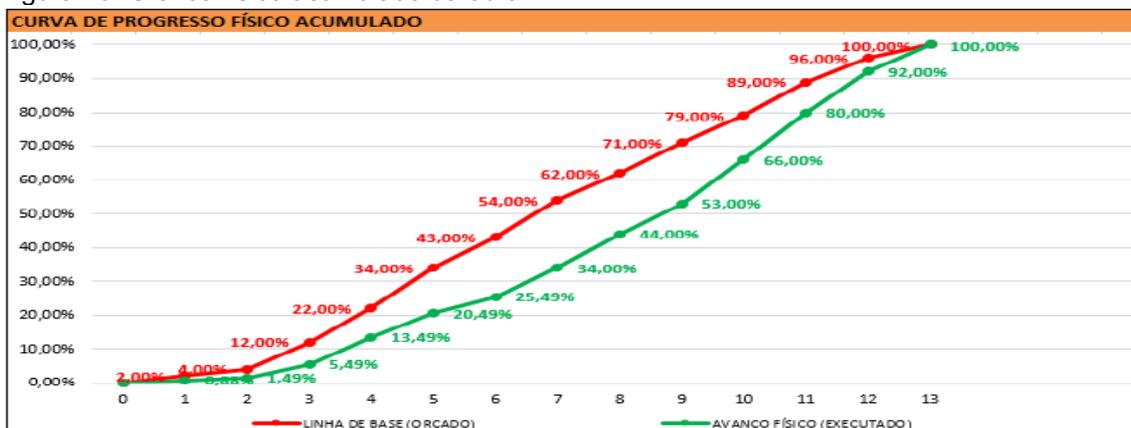
2ª MEDIÇÃO FINANCEIRA 06/12/2019												
MEDIÇÃO OBRA												
CONTRATADO		MEDIÇÃO OBRA										
Nº Item	% Item	R\$ Item	Descrição Item	1ª MEDIÇÃO 13/05/2019		2ª MEDIÇÃO 04/12/2019		MEDIDO ACUMULADO		SALDO DO		
				%	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$	
1	3,57%	R\$ 162.424,63	SERVIÇOS INICIAIS / DEMOLIÇÕES	44,03%	R\$ 11620,33	55,9%	R\$ 30.604,10	100,00%	R\$ 162.424,63	0,00%	R\$ -	
2	3,17%	R\$ 144.225,79	ESTRUTURA / FUNDAÇÃO	45,32%	R\$ 71.934,21	50,08%	R\$ 72.231,48	100,00%	R\$ 144.225,79	0,00%	R\$ -	
3	6,39%	R\$ 290.271,47	PAREDES E PAINÉIS	67,45%	R\$ 253.956,03	12,51%	R\$ 36.554,44	100,00%	R\$ 290.271,47	0,00%	R\$ -	
4	3,24%	R\$ 147.410,59	FORRO	64,58%	R\$ 124.676,43	11,42%	R\$ 22.134,10	100,00%	R\$ 147.410,59	0,00%	R\$ -	
5	8,42%	R\$ 383.085,54	PISOS / IMPERMEABILIZAÇÃO	100,54%	R\$ 383.170,63	-0,54%	R\$ -2.085,11	100,00%	R\$ 383.085,54	0,00%	R\$ -	
5	0,00%	R\$ -	COBERTURA	0,00%	R\$ -	0,00%	R\$ -	0,00%	R\$ -	100,00%	R\$ 100,00%	
7	5,23%	R\$ 240.579,63	REVESTIMENTOS PAREDES E PISOS	78,28%	R\$ 188.585,04	21,72%	R\$ 52.266,58	100,00%	R\$ 240.579,63	0,00%	R\$ -	
9	5,10%	R\$ 233.400,10	PINTURA	80,62%	R\$ 188.171,90	19,38%	R\$ 45.222,20	100,00%	R\$ 233.400,10	0,00%	R\$ -	
9	8,33%	R\$ 378.390,80	ESQUADRIAS / VIDROS / ESPELHOS	28,16%	R\$ 105.915,33	71,22%	R\$ 268.351,41	100,00%	R\$ 378.390,80	0,00%	R\$ -	
10	2,16%	R\$ 98.273,73	LOUÇAS, METAIS, BANCADAS E ACESSÓRIO	78,23%	R\$ 76.881,38	21,77%	R\$ 21.392,35	100,00%	R\$ 98.273,73	0,00%	R\$ -	
11	2,85%	R\$ 129.566,72	ILUMINAÇÃO	54,43%	R\$ 122.430,13	5,17%	R\$ 12.636,59	100,00%	R\$ 129.566,72	0,00%	R\$ -	
12	13,97%	R\$ 635.194,42	AR CONDICIONADO / EXAUSTÃO	73,50%	R\$ 467.140,37	26,50%	R\$ 158.454,05	100,00%	R\$ 635.194,42	0,00%	R\$ -	
13	2,39%	R\$ 108.283,09	HIDRÁULICAS / AQUECIMENTO	54,93%	R\$ 59.484,71	45,07%	R\$ 48.798,38	100,00%	R\$ 108.283,09	0,00%	R\$ -	
14	8,14%	R\$ 370.346,96	DETECÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO	72,03%	R\$ 268.751,16	27,97%	R\$ 103.595,80	100,00%	R\$ 370.346,96	0,00%	R\$ -	
15	7,79%	R\$ 355.760,56	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS / LÓGICA / CFTV	68,31%	R\$ 243.381,33	31,69%	R\$ 112.379,23	100,00%	R\$ 355.760,56	0,00%	R\$ -	
16	2,39%	R\$ 108.283,09	SISTEMAS COMPLEMENTARES	72,17%	R\$ 78.132,21	27,83%	R\$ 29.450,88	100,00%	R\$ 108.283,09	0,00%	R\$ -	
17	12,67%	R\$ 575.448,20	MOBILIÁRIO / MARCENARIA	42,16%	R\$ 244.574,33	57,84%	R\$ 329.573,21	100,00%	R\$ 575.448,20	0,00%	R\$ -	
18	3,73%	R\$ 170.514,11	COMPLEMENTARES / ELETR / CFTV	3,21%	R\$ 5.474,20	96,79%	R\$ 165.039,91	100,00%	R\$ 170.514,11	0,00%	R\$ -	
19	0,15%	R\$ 6.924,36	CHECK LIST	0,00%	R\$ -	0,00%	R\$ -	0,00%	R\$ -	100,00%	R\$ 6.924,36	
20	0,69%	R\$ 30.920,08	SERVIÇOS GERAIS/ LIMPEZA	64,93%	R\$ 19.914,37	35,07%	R\$ 10.805,71	50,00%	R\$ 15.014,34	50,00%	R\$ 15.905,74	
TOTAL	100,00%	R\$ 4.543.703,53		65,20%	R\$ 2.966.560,43	34,32%	R\$ 1.561.310,49	99,52%	R\$ 4.527.870,32	0,48%	R\$ 21.833,21	

2ª MEDIÇÃO 06/12/2019	PORCENTAGEM MEDIDA =	34,32%
	VALOR A FATURAR = R\$	1.561.310,49

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

Conforme representado na Figura 10, o avanço previsto pela construtora foi denominado de “linha de base” (vermelho) e o avanço identificado pela gerenciadora foi denominado “avanço físico” (verde), facilitando a visualização e o entendimento de todos os envolvidos quanto ao andamento da obra.

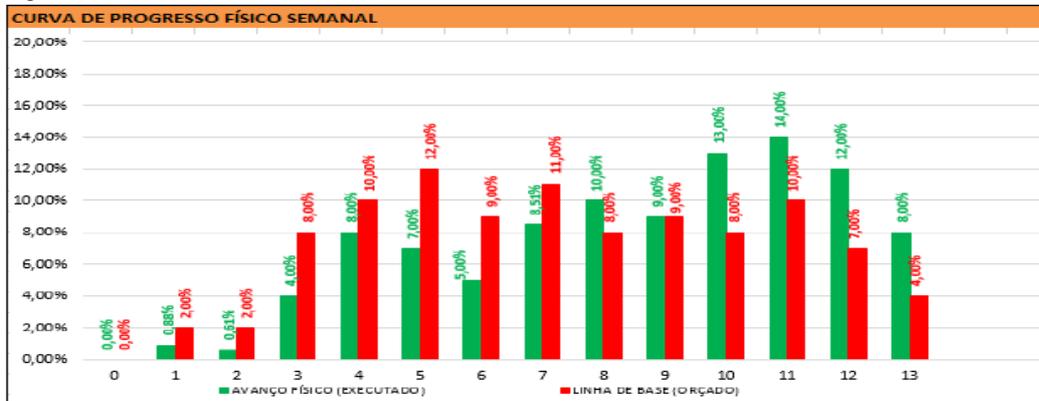
Figura 10: Gráfico físico acumulado da obra



Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

O gráfico em linhas representa o percentual acumulado, porém o relatório gerencial demonstra em um outro gráfico, em barras, que representa o avanço semanal, conforme figura 11. Os dois gráficos possuem papéis importantes no gerenciamento pois possibilitam identificar em que momento ocorreram desvios e quando foram recuperados.

Figura 11: Gráfico físico semanal da obra



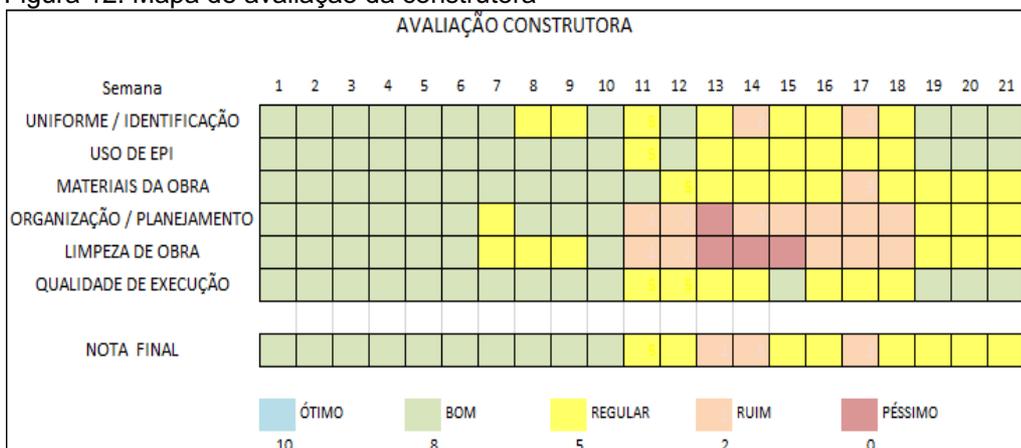
Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

A curva “S” apresentada pela “Construtora AW” no início da obra foi imputada ao relatório gerencial de forma a identificar quanto ao andamento dos serviços em relação ao prazo de obra. Em casos extremos, quando a gerenciadora identifica que a construtora não conseguirá recuperar o atraso, uma notificação é aplicada e solicitado o replanejamento da obra.

Além de controlar o prazo da obra e administrar o custo, a “Gerenciadora MTD” é a principal responsável em aferir a qualidade dos serviços prestados pela “Construtora AW”. Para isso, junto ao relatório gerencial é anexada uma ficha de avaliação da construtora, representada pela Figura 12, onde são imputados valores para os itens macro avaliados. Após o preenchimento, é calculado pela planilha a “nota” da construtora da semana em referência, devendo a gerenciadora monitorar para que seja a melhor possível.

Essa avaliação é realizada semanalmente de acordo com o que é visualizado nas vistorias realizadas pelo “Gestor MTD”. Ao persistirem as avaliações ruins, a gerenciadora deverá encaminhar uma “Nota de Inconformidade”, ou seja, uma notificação à construtora, informando o motivo pelo qual está sendo advertida as penalidades que serão impostas pela gerenciadora, conforme previsto em contrato, obrigando assim a construtora a melhorar seu desempenho e qualidade.

Figura 12: Mapa de avaliação da construtora



Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

Gestão dos projetos

O controle da qualidade da execução dos serviços, assim como garantir a melhor nota para todos os itens avaliados acima, é de responsabilidade da “Construtora AW”. Porém, cabe à “Gerenciadora MTD” o monitoramento e identificação de possíveis inconformidades durante a execução em tempo hábil de serem corrigidas, uma vez que, como gerenciadora, é a corresponsável pelo sucesso ou insucesso dos resultados obtidos.

Desta forma, o “Gestor MTD” destinou um dia por semana para se dedicar apenas à aferição dos serviços em andamento, onde se fizeram necessárias incessantes consultas aos projetos e memoriais descritivos para verificação quanto à conformidade da execução. A aplicação de materiais homologados, a utilização dos métodos construtivos recomendados pelos projetistas previstos em normas e a qualidade da execução são uns dos principais itens verificados pela gerenciadora.

Para facilitar essa verificação, foi utilizado neste gerenciamento um conhecido software de gestão de projetos, conforme representado na Figura 13, muito utilizado por grandes construtoras e gerenciadoras. Nessa plataforma foram concentrados todos os projetos e memoriais, de diferentes disciplinas, assim como os demais documentos pertinentes à obra, tornando-se uma das principais aliadas do “Gestor MTD” no gerenciamento.

Figura 13: Software de gestão de projetos

		CÓDIGO	TÍTULO	OBS.	PLOT.	DOWN.	STATUS	DATA
		_COORDENAÇÃO						09/10/2018
		_DATA BOOK						17/01/2020
		_PERMITS						09/10/2018
		AR CONDICIONADO						09/10/2018
		ARQUITETURA						09/10/2018
		COMUNICAÇÃO VISUAL						09/10/2018
		ELÉTRICA						09/10/2018
		ESTRUTURA METÁLICA						21/12/2018
		HIDRÁULICA						09/10/2018
		SITE PLANNING						10/12/2019

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

Todos os envolvidos no processo tiveram acesso às informações disponibilizadas nesta plataforma, que foi administrada e atualizada pela equipe de projetos da “Gerenciadora MTD”. Quando um projeto é revisado, todos que possuem login de acesso são notificados via e-mail quanto às alterações. É de responsabilidade da construtora “AW” que os projetos plotados na obra sejam os mesmos que estão disponíveis nesta plataforma, porém o “Gestor MTD” é responsável por essa aferição.

Figura 14: Software de gestão de projetos

		CÓDIGO	TÍTULO	STATUS	DATA
			BSP-NVM-BOT-ARQ-EX-ACA-0001-TERR-R02.pdf	(0) PLANTA DE ACABAMENTOS - TÉRREO	Liberado para Obra 12/04/2019
			BSP-NVM-BOT-ARQ-EX-ACA-0002-1PAV-R02.pdf	(0) PLANTA DE ACABAMENTOS - 1º PAVIMENTO	Liberado para Obra 17/07/2019
			BSP-NVM-BOT-ARQ-EX-COE-0001-R01.pdf	(0) CORTES E ELEVAÇÃO FRONTAL	Liberado para Obra 22/02/2019
			BSP-NVM-BOT-ARQ-EX-DEM-0001-TERR-R00.pdf	(0) PLANTA DE DEMOLIÇÃO - TÉRREO	Liberado para Obra 08/02/2019
			BSP-NVM-BOT-ARQ-EX-DEM-0002-1PAV-R00.pdf	(0) PLANTA DE DEMOLIÇÃO - 1º PAVIMENTO	Liberado para Obra 08/02/2019
			BSP-NVM-BOT-ARQ-EX-EXE-0001-TERR-R04.pdf	(0) PLANTA DE EXECUÇÃO - TÉRREO	Liberado para Obra 16/07/2019

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

Conforme representado na Figura 14, todas as disciplinas são separadas em pastas onde cada uma possui todos os projetos executivos em plantas e cortes, além dos detalhes correspondentes e memoriais descritivos. Cada prancha é identificada em colunas onde são informados o código e o título do projeto. Nas demais colunas, são informados o status de cada projeto, ou seja, se estão liberados para obra ou bloqueados, com a data correspondente à revisão, conforme Figura 36. Além da pasta de cada uma das unidades, existe uma pasta chamada “Caderno Padrão” que contém, como o nome já diz, todos os padrões e premissas determinadas pelo cliente.

Reuniões semanais de obra

Foram realizadas reuniões semanais, entre a construtora e a gerenciadora, durante todo o período de obra, a fim de tratar os assuntos pertinentes ao processo como um todo. As reuniões contavam, obrigatoriamente, com o engenheiro da “Construtora AW” com o “Gestor MTD”, porém eventualmente contou com a participação do cliente e de outras partes envolvidas no processo.

O modelo de ata de reunião adotado pela “Gerenciadora MTD” possui estrutura com cabeçalho - contendo a identificação do documento, o endereço da obra, a data de realização da reunião e os nomes e cargos dos participantes - e corpo do documento - dividido em colunas, as quais informam o assunto, o questionamento, a ação que foi ou será tomada, o responsável pela regularização e o prazo para resolução – conforme representado pelas Figuras 15 e 16.

Figura 15: Ata de reunião semanal de obra

ASSUNTO: Reunião Semanal de obra		DATA:05/06/2019
LOCAL: Botafogo – Rua São Clemente, 185. Botafogo. Rio de Janeiro.		
PARTICIPANTE	ÁREA / EMPRESA	VISTO
Fulano	Gerenciadora "MTD"	
Ciclano	Construtora "AW"	
Beltrano	Clínica "NVM"	

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

Figura 16: Ata de reunião semanal de obra

ASSUNTO	QUESTIONAMENTO/TR ATATIVA ANTERIOR	AÇÃO ATUAL	RESPONSÁVEIS	PRAZO
Mamografia	AW informa que no site planning da mamografia é incompatível com o projeto de arquitetura e solicita uma análise.	Projeto enviado pela MTD.	MTD	04/05/2019
Alterações de tamanho da sala G.O.	AW informa que houve uma necessidade de alteração nas dimensões nas salas G.O e enviará um croqui para análise.	AW informa que vai enviar esse croqui até o final da semana.	AW	07/06/2019

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

Na primeira coluna foram descritos de forma resumida os assuntos/ambientes a que se referem os itens em discussão. Na segunda coluna, foram descritos os problemas encontrados e na terceira as ações a serem tomadas até então pelo responsável descrito na quarta coluna. Todos os itens permaneceram na ata de reunião até que serem regularizados, criando assim uma linha do tempo e um histórico desde o conhecimento do problema até a sua solução.

Entrega de obra

Para a entrega da obra, foi previsto em contrato que seria realizada pelo cliente uma vistoria no dia subsequente à data de conclusão da obra com a finalidade de elaborar um *check list* com itens não aceitos pelo cliente. Essa vistoria teve foco nos acabamentos, visando garantir o atendimento do grau de exigência da “Clínica NVM”, uma vez que a parte técnica foi garantida pelo acompanhamento da “Gerenciadora MTD” durante todo o período da obra através do “Gestor MTD”.

Após essa vistoria, a “Construtora AW” teve 15 dias corridos, conforme previsto em contrato, para regularização das pendências apontadas pela “Clínica NVM”. Após esse prazo, uma nova vistoria foi realizada pelo cliente, na qual foram atestados que todos os serviços foram realizados em conformidade com o escopo e com as suas exigências e o *check list* foi assinado pelo seu representante legal. O modelo de documento utilizado pela “Gerenciadora MTD” está representado na Figura 17.

Figura 17: Check list de recebimento de obra

DATA: 17/12/2019										
LOCAL: Rua São Clemente, 185, Botafogo - RJ.										
PROJETO: XXXXXXXXXXXX IDENTIFICAÇÃO DA AÇÃO: Instalação de Clínica Multidisciplinar N° PROCESSO:										
ITEM	NÃO CONFORMIDADE DETECTADA	DISPOSIÇÃO		PROVIDÊNCIAS	RESPONSÁVEL	DATA PREVISTA	DATA REAL	REINSPETÇÃO		OBSERVAÇÕES
		AC	RT					A	R	
1	PINTURA SUPER DO PISO F15			FALTA				X		
2	VERIFICAÇÃO ACESSO DO TUBO			FALTA				X		
3	LITREZA COZINHA DA CLÍNICA			OK						
4	LITREZA TUBO DO PISO ANTER			FALTA				X		
5	PINTURA PAREDE DO BANHEIRO			FALTA				X		
6	VERIFICAÇÃO DA PINTURA			FALTA				X		
7	TRABALHO PONTUAL DO ALTO			FALTA				X		
8	REVISAR PLANO DO PISO			FALTA				X		
9	TRABALHO DO PISO ANTER			OK						
10	TUBO DO TUBO DO PISO			OK				X		
11	PAINTELA DO TUBO DO PISO			OK				X		
12	LITREZA LITREZA F15			OK						
13	REVISAR PLANO DO PISO			OK						
14	REVISAR PLANO DO TUBO			OK				X		

Fonte: Gerenciadora MTD, 2020.

O documento utilizado permitiu enumerar as não-conformidades encontradas e apontadas pelo cliente na primeira visita, as quais foram devidamente separadas por ambientes para melhor identificação. Na vistoria final, os itens foram revistos e aceitos pelo representante da clínica NVM”, o qual assinou ao lado de cada item aceito. A assinatura do *check list* representou o aceite oficial do cliente, onde a construtora pôde dar sequência à elaboração do Data Book.

Databook

Databook é um livro composto por diversos documentos que mostram o histórico de execução de um serviço, de uma obra ou da fabricação de um produto. Nesse caso em

específico, o Databook contém todos os projetos executivos e legais da obra, assim como os seus respectivos os asbuilts. Também foram inseridos os memoriais descritivos, as ARTs de projeto e execução, os laudos e certificados dos testes feitos em obra, os certificados de garantia dos equipamentos e notas fiscais.

Para o caso estudado, a construtora foi solicitada pelo cliente a entregar o Databook em três vias digitais, podendo ser em tablet, HD externo ou pendrives. A “Construtora AW” optou por entregar três pendrives contendo todas as informações descritas no parágrafo anterior que foram devidamente aferidas pelo “Gestor MTD” antes do envio à “Clínica NVM”. Para aferição desse material, a “Gerenciadora MTD” elaborou um check list descrevendo o que deve conter em cada pasta do Databook.

Análise dos resultados: prazo

A principal forma de garantir a entrega dentro do prazo é o monitoramento constante do cronograma apresentado pela construtora no formato do diagrama de barras ou gráfico de Gantt que foi gerado pelo MS Project. Analisando os gráficos representados nas figuras X e Y, é possível notar que, durante quase todo o período da obra, a “Construtora AW” esteve aquém do prazo, recuperando-o apenas nas últimas semanas de obra.

A curva vermelha, referente ao avanço previsto, começou a divergir da curva verde, que representa o avanço real, logo nas primeiras semanas de obra. Uma das principais causas foram os problemas de contratação que a “Construtora AW” teve junto aos fornecedores. Isso tornou o monitoramento da “Gerenciadora MTD” ainda mais importante, que através do “Gestor MTD” intensificou semana a semana as cobranças junto às equipes de planejamento e engenharia da “Construtora AW”.

Em dado momento da obra, mais precisamente na décima semana de obra, a diferença entre as curvas foi a mais significativa, chegando a 23%, enquanto o previsto para a semana em referência era 89% e o realizado medido pelo “Gestor MTD” foi 66%. Porém, antes mesmo desse “pico” no atraso da obra, o “Gestor MTD” já havia traçado um plano de ação juntamente com o engenheiro da “Construtora AW” para recuperação do atraso já identificado desde as primeiras semanas de obra.

Dentre as ações tomadas, podemos listar: o aumento do efetivo de todos os fornecedores; a implantação do turno da noite, pois até então a obra estava sendo executada apenas no período diurno; a divisão de tarefas por pavimentos, ficando uma equipe de cada disciplina no térreo e outra no pavimento superior; a antecipação de serviços que estavam previstos para a última semana, como segunda demão de pintura, instalação de louças e acessórios, montagem de marcenaria; entre outros.

Alguns ciclos previstos no cronograma inicial também tiveram que ser revistos, como por exemplo a instalação de louças e bancadas de toda a obra que tiveram que ser executadas em apenas dois dias, enquanto estavam previstos sete dias para este serviço. Também se fez necessário alterar o sequenciamento de algumas atividades, como por exemplo a execução do piso de alguns ambientes antes do fechamento do forro, o que implicou em custo adicional para execução de proteção de piso, porém foi uma das medidas cruciais para o cumprimento do prazo.

Todas essas ações foram devidamente monitoradas pelo “Gestor MTD” com maior intensidade, ou seja, as três vistorias semanais foram deixadas de lado e o mesmo passou a frequentar a obra diariamente no intuito de garantir a melhor eficiência possível das ações e a identificação das “frentes de obra” que poderiam ser melhor aproveitadas. Com as medidas tomadas, foi possível diminuir a diferença entre as curvas o que possibilitou a entrega da obra dentro do prazo previsto em contrato.

Análise dos resultados: escopo

O escopo foi determinado conforme projetos que foram elaborados de acordo com as premissas do cliente. Para execução do projeto, foi fundamental o controle do cronograma, a verificação dos projetos e o monitoramento dos procedimentos adotados pela “Construtora AW”. Os procedimentos exigiram a especialização dos funcionários para padronização conforme normas técnicas e do cliente, a fim de obter o menor número de variações e, portanto, ser possível controlar e corrigir erros.

Os projetos foram controlados através dos carimbos e por meio das atualizações disponibilizadas no software, conforme descrito no capítulo anterior. Muitos problemas referentes aos projetos (incompatibilidades, falta de informação, etc) foram identificados pelo engenheiro da “Construtora AW” que reportou ao “Gestor MTD”. O segundo, por sua vez, foi o responsável por acionar os projetistas e solicitar as devidas revisões em tempo hábil de serem executadas dentro do prazo.

A quantidade de revisões pôde ser monitorada através do software de gerenciamento de projetos, o que possibilitou a celeridade das tomadas de ação da equipe de obra e o monitoramento da equipe de gerenciamento. Como muitas interferências e/ou incompatibilidades só puderam ser identificadas no momento da execução, o desafio do “Gestor MTD” tornou-se ainda maior no que diz respeito à fiscalização do escopo executado pela “Construtora AW”.

Isso porque os projetos e padrões são analisados previamente pelo “Gestor MTD” antes do início da obra visando o perfeito entendimento do escopo. Porém, as alterações de projetos durante o “percurso” exigiram maior atenção da equipe de fiscalização. Foram alterados alguns encaminhamentos de infraestrutura devido às interferências de vigas identificadas após a demolição. Também foram alterados acabamentos e layout de alguns ambientes por solicitação do cliente.

Todos esses itens foram monitorados pelo “Gestor MTD”, que foi o principal responsável por administrar os conflitos junto à equipe de engenharia da “Construtora AW”, uma vez que, por solicitação do cliente, não poderia haver aditivo de custo e extensão do prazo. Desta forma, as reuniões semanais se tornaram ainda mais importantes para o alinhamento e monitoramento das informações, o que possibilitou atender às solicitações do cliente e garantir o escopo.

Análise dos resultados: custo

Em relação ao orçamento, uma vez que a contratação se deu de forma direta entre “Clínica NVM” e “Construtora AW” através de concorrência, na qual a segunda foi a vencedora, não coube à “Gerenciadora MTD” buscar a redução de custo. Esse interesse foi única e exclusivamente da “Construtora AW”, mais precisamente do engenheiro responsável pela execução, tendo em vista o bônus oferecido pela sua organização.

O papel da “Gerenciadora MTD” neste caso foi assegurar a execução de todo o escopo da obra com o orçamento contratado sem que houvesse a necessidade de aditivos. Sendo assim, foi fundamental para o “Gestor MTD” administrar os “créditos e débitos” de cada disciplina da obra. Para obter esse controle, nas vistorias semanais foram verificados os serviços contratados sem a necessidade de execução, gerando os créditos. Para gerar os débitos, a “Construtora AW” submeteu ao “Gestor MTD” os custos para a execução dos serviços necessários não previstos em escopo.

A aferição de todos esses fatores por parte do “Gestor MTD” garantiu a execução de todo o escopo da obra sem a necessidade de pleitear aditivo ao cliente. Com isso, além de garantir o custo, a gerenciadora, conseqüentemente, pôde garantir o prazo inicialmente acordado, uma vez que a aprovação de aditivos demandaria tempo para análise dos custos

por parte da gerenciadora, tempo de negociação entre as partes e tempo para aprovação do setor de compras do cliente.

Análise dos resultados: qualidade

O atendimento da qualidade exigida pelo cliente é fundamental para a consolidação das empresas de engenharia no mercado. Visando obter a máxima qualidade possível na execução dos serviços, foi fundamental o criterioso acompanhamento do “Gestor MTD” durante a execução. A verificação da “Construtora AW” é feita por meio das FVS (Fichas de Verificação de Serviço), registrando todos os casos fora da tolerância permitida.

Porém, no caso da gerenciadora não são utilizadas as FVS, pois esse é um documento que integra o controle de qualidade da empresa executante. O “Gestor MTD” faz a aferição com base nos materiais disponibilizados no software de gestão de projetos, como por exemplo, o caderno de detalhes construtivos, boas práticas, manuais, entre outros. Além desses materiais, é fundamental que se faça uma inspeção visual criteriosa, levando-se em consideração sua expertise.

Nas vistorias semanais, utilizando o método de amostragem, são verificados os serviços em execução onde, ao identificar uma não conformidade, o “Gestor MTD” deve acionar o engenheiro responsável pela execução para a tomada de providência necessária. Caso a não conformidade persista, a gerenciadora deve notificar a construtora que, provavelmente, poderá ser penalizada com multa aplicada pela contratante, conforme previsto em contrato.

No canteiro de obras, os funcionários foram avaliados de forma a verificar a aplicação das práticas determinadas pelos procedimentos. Foram traçados planos de ação para cumprimento do escopo, representado pela Figura 18, e da qualidade por parte da “Construtora AW”. O “Gestor MTD” solicitou à “Construtora AW” a tomar as devidas ações corretivas, variando desde pequenos ajustes até o retrabalho de toda a atividade para o alcance do objetivo final, sem acarretar prejuízo ao prazo da obra.

Figura 18: Planta baixa da obra



Fonte: Construtora AW, 2020.

CONCLUSÃO

O gerenciamento consiste na utilização de ferramentas e procedimentos que podem ser adequados visando a eficiência da construção de um determinado empreendimento. Além disso, é fundamental o conhecimento técnico e estratégico do profissional de

engenharia envolvido no processo de gerenciamento. Ao contratar uma gerenciadora, o cliente busca a garantia do cumprimento do que foi contratado no que diz respeito ao escopo, prazo e custo, sempre com a máxima qualidade possível.

De uma forma geral, é comum na construção civil os problemas relacionados a prazo, escopo, custo e qualidade, uma vez essas áreas se relacionam durante todo o processo. Ao não cumprir o prazo, as demais atividades são prorrogadas, gerando custos extras indesejados pelo cliente. Ao deixar de cumprir o escopo, retrabalhos serão necessários para alcançar o objetivo, gerando custos. Sem contar que os retrabalhos colocam em risco a qualidade dos serviços.

Os métodos de gerenciamento são fundamentais para melhora dos processos construtivos pois, devido à competitividade na área da construção civil, controlar, analisar e melhorar seus processos reduzem custos, produzem com qualidade, cumprem os requisitos e atingem prazos melhorando seu desempenho interno e, conseqüentemente, ganhando a confiança do cliente.

A utilização das ferramentas de gerenciamento aumenta as chances de se obter uma melhor eficácia nos processos, possibilitando a análise e o tratamento dos dados coletados em tempo hábil, de forma a identificar e corrigir os problemas sem que haja prejuízo ao cliente. Porém, o sucesso pode ser comprometido se os dados coletados não são analisados e tratados de forma adequada e em tempo hábil.

De acordo com o estudo de caso da “Gerenciadora MTD”, é possível identificar que as práticas aplicadas no gerenciamento da obra em referência em todas as etapas, não se limitando à fase da construção, foram fundamentais para a obtenção dos resultados esperados. O modelo de gerenciamento e as ferramentas utilizadas, foram adequadas às necessidades do cliente para possibilitar o sucesso da obra.

O planejamento, a execução, o controle, as verificações e os planos de ação, juntamente com os responsáveis pela execução, caracterizam um dos métodos mais importantes para melhoria contínua, o PDCA. Isso pode ser comprovado quando os problemas ocorridos durante a execução não impactaram no prazo da obra. As lições aprendidas obtidas nesse processo, podem servir como aprendizado para futuras obras.

As habilidades humanas, conceituais e técnicas foram fundamentais para o “Gestor MTD” obter sucesso no resultado. A sua capacidade de relacionamento interpessoal com as partes interessadas (cliente, construtora, projetistas, entre outros), assim como sua expertise em resolver os mais diferentes tipos de conflitos, foram essenciais para a criação de um ambiente favorável, tornando mais fácil a busca pelos objetivos.

O estudo de caso realizado na obra da “Clínica NVM” possibilitou o melhor entendimento quanto às responsabilidades dos engenheiros no desenvolvimento do empreendimento assim como a importância da flexibilização do seu perfil profissional, exemplificada pelas atribuições do “Gestor MTD” dentro do processo, para garantir o sucesso dos resultados. Por isso, é fundamental o treinamento e a capacitação dos engenheiros, tornando-os gestores ao invés de apenas executores.

O trabalho teve como principal objetivo destacar a importância do gerenciamento de uma obra por parte do gestor, descrevendo as principais atribuições e responsabilidades em cada uma das etapas da construção. Assim foi possível enxergar com maior clareza e obter o melhor entendimento das dificuldades encontradas pelos engenheiros no mercado de trabalho, que cada vez mais exige as características de gestão do processo como um todo.

Foi possível constatar que o engenheiro civil é habilitado para lidar com todos os aspectos que tangem o gerenciamento de uma obra. No que diz respeito à parte técnica, o engenheiro civil se diferencia pelas habilidades técnicas multidisciplinares desenvolvidas desde a sua formação, capacitando-o para tratar de qualquer disciplina relacionada ao escopo da obra. No que diz respeito aos aspectos humanos, também é possível verificar

que o engenheiro é capacitado para lidar com todos os aspectos relacionados à gestão, uma vez que foi habilitado para isso em sua formação.

Para estudos futuros relacionados ao tema, seria de grande valia o desenvolvimento de uma maneira de quantificar a economia gerada por um gerenciamento de qualidade, levando-se em conta o investimento feito por um determinado cliente ao contratar uma gerenciadora. Agregaria ainda mais valor ao estudo se for possível a comparação da produtividade de uma obra administrada por um gestor de uma outra obra sem equipe de fiscalização, identificando os principais *gaps* e dificuldades encontradas.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, N.M. **O Papel Do Planejamento, Interligado A Um Controle Gerencial, Nas Pequenas Empresas De Construção Civil** / Nelma Mirian Chagas de Araújo - João Pessoa / Centro Universitário de João Pessoa, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8995: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 280: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9441: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7256: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 9050: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5626: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8160: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13248: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

BAZZO, W.A. **Introdução à Engenharia: Conceitos, Ferramentas e Comportamentos** / Walter Antônio Bazzo – Florianópolis / Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BELIZÁRIO SILVA, M.V. **Gestão do tempo na construção civil e sua relação com as demais áreas da gestão de projetos** / Marcos Vinícius Belizário Silva – Cuiabá / Instituto de Pós-Graduação, 2015.

BRANDALISE, D. **A Importância do Gerenciamento do Tempo em Construção Civil** / Diego Brandalise – Rio de Janeiro / Fundação Getúlio Vargas, 2017.

CASTELAN, E.L. **Análise prática de gerenciamento de obras na construção pesada** / Ewerton Luciano Castelan - São Carlos / Universidade de São Carlos, 2009.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção: **Informação e Documentação: Citações em Documentos: Apresentação**. Rio de Janeiro, 2020.

CHAVES, T.J. **O papel do engenheiro civil como gestor de obras: aspectos técnicos, humanos e conceituais** / Thiago Jazbik – Rio de Janeiro / Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

CUSTÓDIO, J.C. **O trabalho, os papéis e as competências do gerente: reflexos à luz do modelo de gestão de Henry Mintzberg.** Artigo publicado no Simpósio de Excelência em Gestão de Tecnologia, 2013.

DUARTE, K. M. **O papel do engenheiro civil como gestor de pessoas em obras: Um estudo de caso.** Journal of Perspectives in Management, 2019.

JUNGEND e SILVA, D. e S. **Fatores críticos de sucesso no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produto em empresas de base tecnológica de pequeno e médio porte /** Daniel Jugend e Sérgio Luis da Silva - São Carlos / Universidade Federal de São Carlos, 2014

LEOPOLDO, J.V. **Estudo dos Processos Produtivos na Construção Civil Objetivando Ganhos de Produtividade e Qualidade /** João Victor Charles Leopoldo – Rio de Janeiro / Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

MARSHALL JR., I. **Gestão da Qualidade.** 8ª edição. Rio de Janeiro, RJ / Editora FGV.

MARTINS, F.S. **Ferramentas de Gerenciamento e Gestão da Construção: estudo de caso em obra de edificações /** Flávia Souza Martins. – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2017.

MEC – Ministério da Educação/Conselho Nacional de Educação, Parecer 1362, 2001: **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia,** disponível em <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>. Acesso em 25/04/2020.

PALHOTA, T.F. **Gestão de prazos em obras de edificações considerando os paradigmas atuais da construção civil.** Rio de Janeiro / Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

PEREIRA, J.M. **Manual de Gestão Pública Contemporânea /** José Matias Pereira – Brasília / Universidade de Brasília, 2009.

PINHEIRO, G.F. **O gerenciamento da construção civil e o desenvolvimento sustentável: um enfoque sobre os profissionais da área de edificações /** Gustavo Focesi Pinheiro - Campinas / Universidade de Campinas, 2002.

PMI - Project Management Institute. **PMBOK - Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos.** Project Management Institute, Pennsylvania, PA, USA, 5ª. Ed., 2013

RESENDE, C.R. **Atrasos de obra devido a problemas no Gerenciamento /** Carlos César Rigueti de Resende – Rio de Janeiro / Universidade federal do Rio de Janeiro, 2013.

SASSO, M. **Desenvolvimento de líderes no segmento da construção civil. /** Marciano Sasso – São Leopoldo-RS / Universidade do Vale dos Sinos, 2016.

TAVARES, A., LONGO, O e SUETH, R. **Conflitos na Gestão de Pessoas na construção civil. -** Aureliano Tavares, Orlando Longo, Robson Sueth / Simpósio de Excelência em Gestão de Tecnologia – SEGET, XI, 2014.

VARGAS, R.V., **Gerenciamento de projetos: Estabelecendo diferenciais competitivos /** Ricardo Viana Vargas – Rio de Janeiro – Brasport, 2003-6ª edição.

Thatyane Lopes Marques de Casto

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

O envelhecimento é um fenômeno natural e o número de pessoas idosas na população brasileira esta cada vez maior. O grupo com idade a partir dos 60 anos, até o ano de 2060, serão a maior parcela da população. Por essa razão a preocupação relacionada à acessibilidade plena em suas residências vem aumentando. Apesar de existirem normas técnicas de inclusão social, o mercado pouco valoriza a adequação dos espaços particulares para idosos, apesar dos mesmos estarem em números crescentes mundialmente. O presente trabalho mostrará as barreiras físicas encontradas em projetos e imóveis existentes, habitados por idosos, em desacordo com ABNT NBR 9050:2015. Concluímos assim, que reformas com característica de adequação a acessibilidade, possui um acréscimo no valor total de um projeto, se comparado a uma reforma em que os proprietários não necessitem de espaços acessíveis com adequação à acessibilidade. Independente do custo e prazo, a reforma é aconselhada, visto que o projeto será elaborado e conduzido com conhecimentos teóricos e ferramentas que propiciam o controle dos processos, proporcionando aos idosos um ambiente mais acessível e livre de riscos.

Palavras-chave: Acessibilidade; Idoso; Reforma.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é fenômeno natural e segundo o Artigo 37 da Lei Federal nº 10.741 (BRASIL, 2013), conhecida como Estatuto do Idoso, a pessoa com idade igual ou superior a sessenta anos é considerada idosa.

O crescente número de pessoas idosas vem acontecendo mundialmente, não só no Brasil, explica a gerente da PNAD Contínua. Os fatores que levam uma atenção maior a este novo grupo na sociedade são decorrentes do aumento da expectativa de vida, pela melhoria nas condições de saúde, quanto pela questão da taxa de fecundidade, pois o número médio de filhos por mulher vem caindo.

De acordo com a agenda 2030 e os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) a população do mundo está envelhecendo em ritmo acelerado, até 2050 uma em cada cinco pessoas terá mais de sessenta anos. O mesmo acontece no Brasil, de acordo com o Censo Demográfico de 2018 (IBGE, 2018) entre 2012 e 2017, a quantidade de idosos cresceu em todas as unidades da federação, sendo os estados com maior proporção de

idosos o Rio de Janeiro e o Rio Grande do Sul, ambas com 18,6% de suas populações dentro do grupo de 60 anos ou mais.

Por essa razão há o aumento na preocupação mundial relacionada à qualidade de vida deste grupo. É necessário prestarmos mais atenção às vulnerabilidades específicas que os idosos enfrentam e a inclusão social desta faixa etária. O Estatuto do idoso assegura que os idosos devem gozar de todos os direitos à vida, à saúde, à alimentação, à educação, à cultura, ao esporte, ao lazer, ao trabalho, à cidadania, à liberdade, à dignidade, ao respeito e à convivência familiar e comunitária.

Entre essas preocupações descritas acima está o “direito a moradia digna, no seio da família natural, substituta ou desacompanhado de seus familiares, quando assim o desejar, ou, ainda, em instituição pública ou privada”, segundo o Estatuto do Idoso (BRASIL, 2003).

Apesar de já existir norma técnica de inclusão social, o mercado ainda pouco valoriza a adequação dos espaços particulares para idosos, mesmo havendo pesquisas sobre o constante crescimento deste grupo no País.

Nas novas construções pouco é pensado sobre adequação de ambientes e casas para futuros idosos e muitos acidentes domésticos ocorrem, as lesões decorrentes dessas quedas são responsáveis pela sexta causa de morte nessa faixa etária e cerca de 5% das quedas resultam em lesões graves. A Norma da ABNT NBR 9050:2015, Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos entrou em vigor a partir de 2004 para modificar o mercado e definir condições de mobilidade residencial e urbana para o público que precisa de atenção especial em suas moradias. Para atendermos as necessidades dos usuários e a norma essas habitações precisam passar por adequações através de reformas significativas com o intuito de tornar o espaço confortável aos idosos.

Neste trabalho, faremos uma análise das principais falhas identificadas em uma residência unifamiliar. O estudo tem a finalidade de analisarmos as barreiras físicas encontradas pelos usuários e seus familiares em tornar uma residência existente num espaço seguro aos seus habitantes, de forma a possibilitar aos moradores o deslocamento, a utilização dos equipamentos e a prática de atividades gerais, de forma autônoma e segura em sua própria residência.

METODOLOGIA

Esta pesquisa trata-se de um estudo de caráter descritivo, que segundo VERGARA, 2004 expõe características de determinada população ou de determinado fenômeno. Pode também estabelecer correlações entre variáveis e definir sua natureza. Não tem compromisso em explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação”. Quando o estudo é de caráter descritivo o que se busca é o entendimento do fenômeno como um todo, na sua complexidade, é possível que uma análise qualitativa seja a mais indicada. Ainda quando a nossa preocupação for à compreensão da teia de relações sociais e culturais que se estabelecem no interior das organizações, o trabalho qualitativo pode oferecer interessantes e relevantes dados (GODOY, 1995).

O enfoque qualitativo apresenta as seguintes características: o pesquisador é o instrumento fundamental, o ambiente natural é a fonte direta dos dados, não requer o uso de técnicas e métodos estatísticos, tem caráter descritivo, o significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida é a preocupação essencial do investigador, ou seja, o principal objetivo é a interpretação do fenômeno objeto de estudo (GODOY, 1995, SILVA; MENEZES, 2008).

A abordagem qualitativa centra-se na identificação das características de situações, eventos e organizações (LLEWELLYN; NORTHCOTT, 2007). Segundo LIEBSCHER

(1998), a abordagem qualitativa é viável quando o fenômeno em estudo é complexo, de natureza social e de difícil quantificação.

A principal vantagem da abordagem qualitativa, em relação à quantitativa, refere-se à profundidade e à abrangência, ou seja, o “valor” das evidências que podem ser obtidas e trianguladas por meio de múltiplas fontes, como entrevistas, observações e análise de documentos, permitindo ao pesquisador detalhes informais (GODOY, 1995).

A opção pelo estudo de caso qualitativo permitiu uma análise real e detalhada sobre as dificuldades encontradas por um casal de idosos para adequação de seu imóvel existente, e não usual, a torna-lo acessível, seguro e prático para as rotinas diárias mediante as dificuldades físicas que a idade acarreta. Além das dificuldades encontradas para compatibilização dos custos e desgastes gerados por uma obra/ reforma.

Na primeira etapa da pesquisa foi realizado o levantamento bibliográfico em livros e trabalhos acadêmicos, com o objetivo de orientar o estudo, fornecendo informações sobre perspectiva de vida do Brasileiro, crescente número de idosos no Brasil, estudo das dificuldades físicas e mentais do idoso e como a construção civil trata a acessibilidade para idosos em suas construções. Portanto, esta etapa foi dedicada à compreensão do tema e para entendermos como o aumento do número de idosos deve estar em foco no mercado da construção civil nos próximos anos.

Na pesquisa descritiva foi realizada uma visita ao imóvel para obtenção de informações da residência e as suas configurações. Anotação das medidas dos cômodos internos e externos, com o auxílio de trena a laser e manual; Anotação de informações complementares sobre o imóvel e as modificações necessárias, como: nível do imóvel a cota da rua, desníveis do terreno, eletrodomésticos existentes e informações climáticas; Entrevista com o proprietário com o objetivo de coletar as dificuldade e necessidades específicas encontrada pelos mesmos.

As anotações dos aspectos relevantes do ambiente físico do domicílio dos idosos foi realizado através de um checklist. Segundo o American Heritage Dictionary da língua inglesa, um Checklist é uma lista de itens a ser notada, verificada ou lembrada. O checklist é um mecanismo de informação usado para reduzir falhas ao compensar os limites da memória e atenção humanas. Sua função é garantir a consistência e completude das tarefas a serem realizadas. A ANBT NBR 9050:2015 não possui um instrumento associado de checagem da acessibilidade em residências existentes. Usaremos neste trabalho como parâmetro de pesquisa o checklist com a nomenclatura de “Avaliação Ambiental” realizado junto aos alunos do programa Universidade Aberto da Terceira Idade (UATI) e foi submetido à aprovação pelo comitê de Ética em pesquisa e envolvimento da Universidade Federal de São Carlos, estando de acordo com as exigências contidas na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, conforme o parecer de número 220/2010. O checklist é dividido em três partes: A primeira parte é destinada aos dados gerais sobre ambiente físico da casa: a área de circulação livre; as transições e passagens para os cômodos; Presença livre de facilitadores, conforme tabela 1.

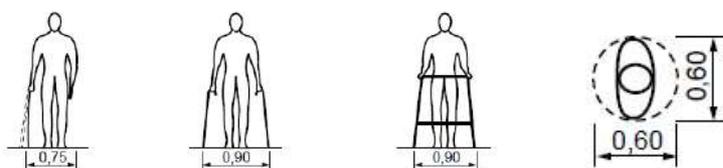
Tabela 1 – Primeira parte – Avaliação Ambiental.

CÔMODO: _____				
ÁREA DE CIRCULAÇÃO DO IDOSO	Passagens com menos de 90cm?*	Piso	Desníveis	Presença de obstáculos
	Medidas:	<input type="checkbox"/> plano <input type="checkbox"/> com vãos <input type="checkbox"/> com buracos <input type="checkbox"/> inclinado Angulo: _____** <input type="checkbox"/> mudança de textura/ tipo de piso <input type="checkbox"/> colônido <input type="checkbox"/> escorregadio***	<input type="checkbox"/> degrau Altura: _____ <input type="checkbox"/> escada**** Altura de cada degrau: _____	<input type="checkbox"/> vaso <input type="checkbox"/> fio <input type="checkbox"/> outros: Tapetes: <input type="checkbox"/> Soltos <input type="checkbox"/> Embutidos <input type="checkbox"/> Nivelados***** <input type="checkbox"/> Bordas fixadas <input type="checkbox"/> Anti-derrapante
TRANSIÇÃO OU PASSAGEM PARA	Largura*	Maçaneta	Desníveis	Passagem coberta?
	Medida:	<input type="checkbox"/> alavanca <input type="checkbox"/> giratória <input type="checkbox"/> outro tipo Altura da maçaneta ao piso: _____	<input type="checkbox"/> degrau Altura: _____ <input type="checkbox"/> escada**** <input type="checkbox"/> mudança de textura/ tipo de piso	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não OBS:
PRESENÇA DE FACILIDADES	Barra de apoio	Corrimão	Sinalização de informações	Outros
	Quantas: _____	<input type="checkbox"/> fixação estável <input type="checkbox"/> seção circular <input type="checkbox"/> diâmetro < 3cm <input type="checkbox"/> entre 3,0 e 4,5cm <input type="checkbox"/> > 4,5cm	<input type="checkbox"/> visual <input type="checkbox"/> tátil <input type="checkbox"/> sonora <input type="checkbox"/> informativa	<input type="checkbox"/> Interruptor perto da cama <input type="checkbox"/> luz de emergência <input type="checkbox"/> tapete anti-derrapante <input type="checkbox"/> cadeira de banho <input type="checkbox"/> banco <input type="checkbox"/> elevação do sanitário <input type="checkbox"/> outros:

Fonte: Agnelli, 2012

O principal critério utilizado para análise da área de circulação está ilustrado na figura 1 e diz respeito às dimensões referenciais para deslocamento de uma pessoa em pé sem qualquer dispositivo auxiliar para marcha (mínimo de 60 cm), de uma pessoa em pé com uma bengala (mínimo de 75 cm) e de uma pessoa em pé com andador ou duas bengalas (mínimo de 90 cm). O roteiro elaborado quantifica e mensura as passagens que apresentam menos do que 90 cm, a fim de proporcionar informações referentes à adequação do espaço para idosos, no presente momento e fazendo também uma projeção para o futuro, caso um dos participantes venha a utilizar alguns dos dispositivos auxiliares para deslocamento.

Figura 1 – Dimensões referenciais para o deslocamento em pé.

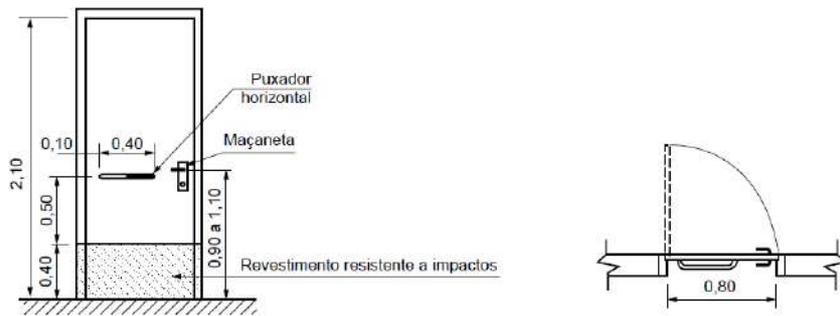


Fonte: ABNR NBR 9050:2015.

O código de obras e edificações especifica que a largura mínima nas circulações seja de 0,80 m para o deslocamento em cadeiras de rodas. Porém o mesmo não é satisfatório analisando o deslocamento em pé quanto em cadeira de rodas, o mais recomendado é 0,90m.

O checklist também considera as informações que a norma traz de transição ou passagem, respeito das portas, quanto à exigência de um vão livre mínimo (80 cm), de maçanetas do tipo alavanca e de sua altura, que pode variar de 90 cm a 1,10 cm do chão (figura 2).

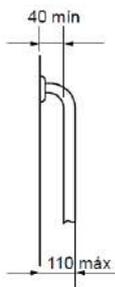
Figura 2 – Medidas referentes à porta.



Fonte: ABNT NBR 9050:2015.

Para instalação de barras de apoio e corrimãos, presentes em sanitários e vestiários devem estar firmemente fixadas em paredes ou divisórias, a uma distância mínima de 4 cm entre estas e a face interna da barra, conforme figura 3.

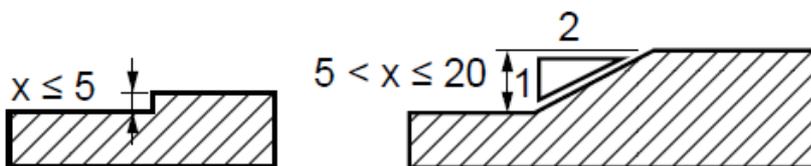
Figura 3 – Fixação da barra e corrimão



Fonte: ABNT NBR 9050:2015.

Quanto aos desníveis e diferenças no piso ao longo do percurso ou rota de acesso, desníveis de qualquer natureza devem ser evitados em rotas acessíveis. Eventuais desníveis no piso de até 5 mm dispensam tratamento especial. Desníveis superiores a 5 mm até 20 mm devem possuir inclinação máxima de 1:2 (50 %) e desníveis superiores a 20 mm, quando inevitáveis, devem ser considerados como degraus, conforme figura 4.

Figura 4 – Degraus e desníveis



Fonte: ABNT NBR 9050:2015.

O roteiro de avaliação ambiental também contempla alternativas referentes aos tapetes, que devem ser evitados em rotas acessíveis. Os capachos devem ser embutidos no piso nivelados, de maneira a não exceder 5 mm. Carpetes e forrações devem ter as suas bordas fixadas no piso e devem ser aplicados de maneira a evitar enrugamento.

A segunda parte do checklist será em relação à descrição dos mobiliários da residência, conforme tabela 2, para atendermos a ABNT NBR 9050:2015 os mobiliários do

dormitório deve atender às condições de alcance manual e visual do usuário e sua disposição no ambiente não deve obstruir a circulação. A cama deve ter altura de 0,46 m para que o idoso possa sentar-se e apoiar os pés no chão, facilitando o equilíbrio. Há camas articuladas que proporcionam mais conforto ao usuário; estas necessitam de uma tomada próxima para o seu funcionamento. Mesas laterais são ideais para deixar objetos mais próximos do usuário; devem possuir cantos arredondados e, de preferência, ser fixadas no chão ou na parede.

Tabela 2 – Segunda parte - Mobiliário.

MOBILIÁRIO:				
Frequência de uso	Situações de uso	Dificuldade na atividade assinalada	Sente-se bem neste mobiliário?	Acha perigoso?*
<input type="checkbox"/> menos de 5h/dia <input type="checkbox"/> de 5 a 8h/dia <input type="checkbox"/> mais de 8h/dia	<input type="checkbox"/> descanso <input type="checkbox"/> refeição <input type="checkbox"/> lazer (ex: TV, crochê) <input type="checkbox"/> Outros	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Por quê?	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Por quê?	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Por quê?
Possibilidade de ajustes	Dificuldade para se sentar?	Dificuldade para se levantar?	Precisa de apoio em outros locais?	Estes locais já se moveram, inclinaram ou balançaram?
<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Quais:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> tempo maior do que antes	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> tempo maior do que antes	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não Aonde:	<input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não
Ângulo assento-encosto**	Assento	Encosto	Apoio para os braços	Observações
<input type="checkbox"/> menor que 90° <input type="checkbox"/> 90° <input type="checkbox"/> maior que 90° <input type="checkbox"/> Não aplicável	Altura: Largura: Profundidade:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim Altura: Largura:	<input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim Altura: Largura: Profundidade:	

Fonte: Agnelli, 2012

Por fim a terceira parte do checklist são as medidas Antropométricas dos usuários, conforme tabela 3. Nesta parte da pesquisa conseguiremos mensurar se os mobiliários avaliados estão adequados para cada usuário e identificar o que pode ser modificado.

Tabela 3 – Terceira parte – Medidas Antropométricas.

Parte 2 - MEDIDAS DO IDOSO					
Plano vertical			Plano transversal		Plano Sagital
- altura 1 - altura poplitea - distância vertical do piso até a seção média horizontal da parte posterior das coxas, sobre o assento, com flexão do joelho de 90° e a planta dos pés apoiada sobre o piso. - altura 2 - altura dos cotovelos; distância vertical do assento à ponta do olecrano, com o cotovelo fletido em 90° e o ombro em 0°. - altura 3 - altura dos ombros; distância vertical entre o assento e a parte superior do acrómio.			- largura 1 - largura dos quadris (largura da posição sentada); a distância transversal máxima dos quadris. - largura 2 - largura dos ombros (largura bi-acromial): A distância transversal máxima entre os ombros.		- profundidade - distância sagital da parte posterior da fossa poplitea à parte posterior das nádegas
Altura 1:	Altura 2:	Altura 3:	Largura 1:	Largura 2:	Profundidade:

Fonte: Agnelli, 2012

Após pesquisa descritiva faremos a análise das informações obtidas e as técnicas construtivas necessárias para adequação da residência a acessibilidade conforme ABNT NBR 9050:2015 e ABNT NBR 15.575:2013, onde garantimos a vida útil mínima dos projetos e especificações dos materiais de acordo com este parâmetro.

REFERENCIAL TEÓRICO

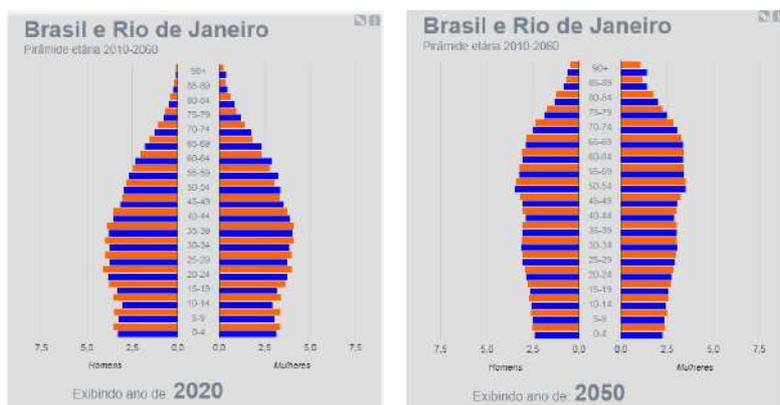
Envelhecimento da população

O envelhecimento populacional é um processo normal do desenvolvimento do ser humano, caracterizado por mudanças fisiológicas ou patológicas. O número de idosos esta cada vez maior e esse crescimento representa uma importante conquista social e é resultado da melhoria das condições de vida do Brasileiro. Hoje a facilidade aos serviços e avanço na medicina, ampliação da cobertura de saneamento básico, aumento da escolaridade e da renda populacional, entre outros são determinantes para o aumento da expectativa de vida do Brasileiro.

Segundo IBGE (2018) a diminuição da mortalidade nas idades mais avançadas fez com que as probabilidades de sobrevivência entre 60 e os 80 anos de idade tivessem aumentos consideráveis, ao todo, a expectativa de vida aumentou 30,8 anos entre 1940 e 2018.

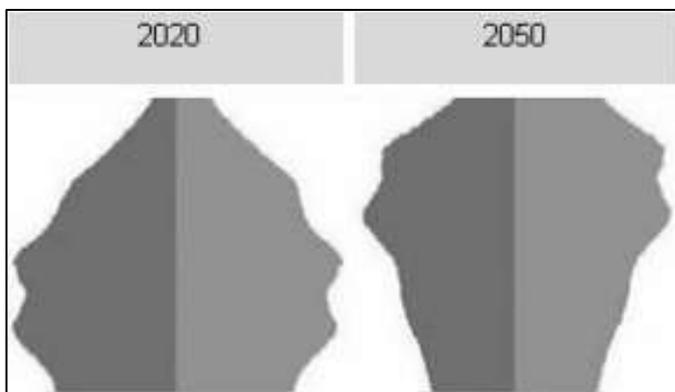
A média etária de uma pessoa nascida no Brasil em 2018 esta chegando a 76,3 anos para ambos os sexos. Em 2060, o percentual projetado da população com 65 anos ou mais de idade chegará a 25,5% (58,2 milhões de idosos), enquanto em 2018 essa proporção é de 9,2% (19,2 milhões). Já os jovens (0 a 14 anos) deverão representar 14,7% da população (33,6 milhões) em 2060, frente a 21,9% (44,5 milhões) em 2018 (IBGE – 2018), conforme ilustrado nas figuras 5 e 6.

Figura 5 – Pirâmide etária da população Brasileira, em 2020 e 2050.



Fonte: IBGE, 2020.

Figura 6 – Modificação e projeção da pirâmide etária Brasileira, em 2020 e 2050.



Fonte: IBGE, 2020.

Um novo padrão demográfico nasce, caracterizado pela redução da taxa de crescimento populacional e por transformações profundas na composição de sua estrutura etária, assim um significativo aumento do contingente de idosos vem sendo analisado. Essa mudança no cenário populacional trouxe impactos no perfil demográfico e epidemiológico em todo país, produzindo novas demandas que requerem respostas das políticas sociais, implicando em formas de cuidado, em especial aos cuidados prolongados, desigualdades sociais e atenção domiciliar no processo de envelhecimento.

Acessibilidade para idosos na Construção Civil

Mudanças biológicas, psicológicas e sociais específicas, associadas à passagem do tempo é o processo da vida, assim como a infância, a adolescência e a maturidade. No entanto, este fenômeno varia de indivíduo para indivíduo, podendo ser determinado geneticamente ou ser influenciado pelo estilo de vida, pelas características do meio ambiente e pela situação nutricional de cada um (ÁVILA, GUERRA & MENESES, 2007).

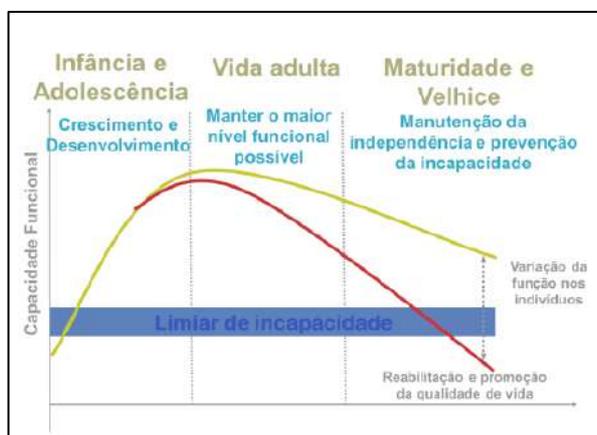
As mudanças e as limitações ocasionadas pelo processo de envelhecimento influenciam nas necessidades espaciais e na interação do idoso com a moradia, em muitas situações a casa se transforma em armadilhas capazes de provocar quedas e danos graves à saúde do idoso. Essas armadilhas podem ser eliminadas por meio de ambientes mais acessíveis que considere as limitações e as capacidades dos idosos (DORNELES, 2006).

O domicílio possui uma representação significativa, pois além de ser um espaço onde é realizada a maior parte das atividades diárias, possui uma importância nos fatores de acessibilidade, segurança emocional e psicológica. Assim, uma moradia satisfatória e acessível para o idoso é aquela que além de trazer saúde e bem estar, possibilite um ambiente sem barreiras. (ANGNELI, 2012; PRADO et. al., 2010).

Os fatores de risco para a ocorrência de quedas nos idosos são divididos em: intrínsecos - decorrentes de processos fisiológicos ou patológicos do envelhecimento, como a tendência à lentidão da marcha, déficits sensoriais e auditivos, diminuição dos reflexos posturais, e os distúrbios de percepção ambiental; extrínsecos, relacionados aos fatores ambientais, como vias públicas em estado precário, ambiente doméstico impróprio, uso de calçados inadequados, entre outros (FREITAS et al., 2011, CAVALCANTE et al., 2012).

A figura 7 apresenta a curva da capacidade funcional ao longo do curso da vida, segundo um modelo proposto pela Organização Mundial de Saúde, para ilustrar o declínio lento e progressivo das funções em geral, que ocorre a partir da idade adulta. (PERRICINI, FLÓ e GUERRA, 2009).

Figura 7 – Curva da Capacidade Funcional



Fonte: Perracini, Fló e Guerra, 2009.

Voltarmos a nossa atenção para adequação da moradia desse grupo, bastante susceptível a acidentes no lar, de forma tornar mais acessível seria efetuar ajustes, para torna-las mais adequadas às necessidades dos moradores. Para tal, a ABNT NBR 9050:2015 tem como objetivo possibilitar que um número maior de pessoas, seja qual for seu grau de mobilidade, possa aproveitar de maneira prática, segura e independente o ambiente e elementos em que se encontram.

Segundo a ABNT NBR 9050:2015, acessibilidade são possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transporte, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços.

Algumas recomendações são especificadas na ABNT NBR 9050:2015 para vários ambientes como áreas externas, cozinhas, dormitórios, áreas de serviços, banheiro e rampas, conforme tabela 4.

Tabela 4 - Itens obrigatórios da NBR 9050:2015.

SALA E CIRCULAÇÃO	Evitar tampos de vidro, capachos e tapetes;
	Adotar móveis com cantos arredondados;
	Portas com mínimo de 80 cm de largura;
	Maçanetas tipo alavanca ou barras, mínimo de 100 mm de comprimento, acabamento sem arestas e recurvado na extremidade. Instalação com afastamento mínimo de 40 mm e altura entre 0,80 e 1,10 m do piso;
	Recomenda-se utilização de cores diferentes para portas e paredes, a fim de facilitar a orientação cognitiva;
	Evitar desníveis maiores que 0,005 cm;
	Toda rota acessível deve se provida de iluminação natural ou artificial, medidos a 1,0m do chão;
	Os comandos (interruptores, campainha, tomada, telefone, quadro de luz, comando de janela, maçaneta de porta, entre outros) devem estar a altura ergométrica ideal entre 0,40 m e 1,20m;
	Os materiais de revestimento de piso devem ter superfície regular e antiderrapante (em local seco ou molhado);
COZINHA	Armários adequados (evitar uso de escadas);
	Metais e alavancas monocromado;
	Instalar "timer" para aquecedores e fogões;
	Tomadas na altura do balcão;
	A pia deve possuir altura de no máximo 0,85 m;
	Torneira de alavanca ao toque;
	Os materiais de revestimento de piso devem ter superfície regular e antiderrapante (em local seco ou molhado);
	Interruptores e comandos domésticos entre 0,40 m e 1,20 m de altura do piso;
ÁREA DE SERVIÇO	Local para armazenamento de roupa e passar, possa realizar a atividade sentada;
	Lava roupa com porta e comandos frontais;
	Os materiais de revestimento de piso devem ter superfície regular e antiderrapante (em local seco ou molhado);
	Portas com mínimo de 80 cm de largura;
	O tanque deve possuir altura de no máximo 0,85 m;
	Torneira de alavanca ao toque;
PLATAFORMA ELEVATORIA	A plataforma de percurso aberto só é permitida em percursos até 2,0 m de altura;

	Deve possuir dispositivo de comunicação (interfone ou telefone);
	As plataformas devem atender a ABNT NBR ISSO 9386-1.
RAMPAS E ESCADAS	Os materiais de revestimento de piso devem ter superfície regular e antiderrapante (em local seco ou molhado);
	Patamares para descanso;
	Instalar corrimãos;
	Iluminação de segurança nas escadas e rapas;
	Largura mínima de 1,20m;
	Rampas com inclinação inferior 8,33%;
DORMITÓRIOS	Ambientes livres e sem obstáculos;
	Evitar o uso de tapetes e capachos;
	Os materiais de revestimento de piso devem ter superfície regular e antiderrapante (em local seco ou molhado);
	A cama deve ter altura de 0,46 m e possuir cabeceiras;
	Adotar móveis com cantos arredondados;
	Projetar armários com porta de correr, de fácil manuseio, cabideiro baixo e iluminação interna;
	Iluminação noturna baixa nas áreas de circulação;
	Instalar interruptores, telefones e interfones próximos a cama;
	Janelas em dormitórios destinados a idosos devem ser de fácil abertura, de correr ou com abertura para dentro;
Maçaneta da porta tipo alavanca sob fechadura;	
BANHEIRO	Locais próximos em todos os pavimentos da edificação;
	O dimensionamento do sanitário e do box deve garantir o posicionamento das peças sanitárias com área de manobras;
	Assentos e barras de apoio no Box e vaso sanitário;
	Ducha de comando manual para adequação da temperatura;
	Os materiais de revestimento de piso devem ter superfície regular e antiderrapante (em local seco ou molhado);
	Armários entre 0,40 m e 1,20m de altura do piso;
	Bacia sanitária com assento altura de 46 cm do piso acabado;
	Ducha para higiene íntima;
	Box sem mureta (tento);
	Box com largura mínima de 80 cm;
	Assento fixo para banho;
	Fechamento do box com cortina plástica;
	Lavatório sem coluna, garantir altura frontal livre e altura superfície superior de no máximo 0,80 m;
	A porta deve ter abertura para o lado externo e puxador horizontal associado à maçaneta;

Fonte: ABNT NBR 9050:2015, adaptado pelos autores.

Segundo o Código de Obras e Edificações (COE) a construção, reforma ou ampliação das edificações deverá ser executada de modo a garantir acessibilidade às pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida a todos os compartimentos e equipamentos de suas partes comuns, observada a legislação em vigor. (LEI COMPLEMENTAR 198, 2019)

Para adequação dos ambientes, mobiliário e construções os Engenheiros e Arquitetos devem elaborar projetos novos e aprimorar os antigos com um olhar atendo para

que haja acesso a todos. A partir de 2013 entrou em vigor a ABNT NBR 16.575 - Desempenho de Edificações Habitacionais com o objetivo de criar exigências, em relação ao comportamento das edificações habitacionais em utilização e necessidade dos usuários. Destacam-se os níveis de desempenho independente dos materiais e métodos construtivos utilizados, indo de encontro com a abordagem prescritiva da maioria das normas em vigor. Com isso, a Norma de Desempenho incentiva o desenvolvimento tecnológico, criação de sistemas novos e melhoria dos consagrados (CBIC, 2013).

A ABNT NBR 15.575:2013 teve seu desenvolvimento proporcionado através da ajuda dos setores interessados na cadeia da construção civil, como: fornecedores, projetistas, universidades, fabricantes, laboratórios entre outros. Ela esta subdividida em seis partes: ABNT NBR 15.575-1 - Requisitos gerais, ABNT NBR 15.575-2 - Sistemas estruturais, ABNT NBR 15.575-3 - Sistema de piso, ABNT NBR 15.575-4 - Sistemas de vedações verticais, ABNT NBR 15.575-5 - Sistema de coberturas, ABNT NBR 15.575-6 Sistema hidros sanitários. Para outros sistemas não contemplados, como sistema de instalações elétricas, foi considerado que as normas vigentes já são suficientes para garantirmos o desempenho das edificações. Os aspectos de desempenho são agrupados em critérios de acordo com a função desejada, como segurança estrutural, segurança contra incêndio, desempenho térmico, desempenho acústico, durabilidade, entre outros (CBIC, 2013).

O conceito mais inovador que aparece nesta norma é o desempenho, pois a forma que será construída não importa, contando que o desempenho mínimo dos materiais e serviços seja atendido. É importante entendermos a diferença entre vida útil e vida útil de projeto. A primeira trata da vida útil real, já a segunda de uma estimativa teórica de tempo, que poderá ou não ser atingida, de acordo com fatores como manutenção, utilização do imóvel, mudanças climáticas, alteração do entorno, entre outros (CBIC, 2013).

A NBR 15575-1 trata das principais exigências do usuário, que são os balizadores, utilizados como referência para o estabelecimento de requisitos e critérios. Caso os critérios de desempenho sejam atendidos, considera-se que as exigências do usuário foram atendidas. São elas: Segurança: são expressas através de fatores de segurança estrutural; segurança contra fogo e segurança no uso e operação; Habitabilidade: são expressas através de parâmetros de estanqueidade, desempenho térmico, acústico e luminoso, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinamico; Sustentabilidade: são expressas pelos fatores de durabilidade, manutenção e impacto ambiental, conforme tabela 5.

Tabela 5 - Itens ABNT NBR 15.575:2013.

SISTEMA DE PISOS	Coeficiente de atrito da camada de acabamento - Visa evitar escorregamentos.
	Segurança na circulação - Limita desníveis abruptos, visando prevenção de lesões por quedas e segurança no contato direto e indica que a superfície do sistema de piso não apresenta arestas contundentes, nem liberar fragmentos perfurantes.
	Áreas molhadas - Estabelecido pela norma que a superfície da face inferior e os encontros paredes com pisos adjacentes devem permanecer secos quanto a no

	mínimo 10 mm de lamina d'água, em seu ponto mais alto, por um período de 72 horas.
SISTEMA DE VEDAÇÕES VERTICAIS	Estanqueidade à água de chuva em fachadas
	Umidade nas vedações verticais - As áreas molhadas, não devem ocorrer presença de umidade perceptível nos ambientes vizinhos.
	Desempenho térmico - Materiais das paredes externas, de forma a prevenir transmissão térmica; Ventilação em ambientes de longa permanência (dormitórios/ salas/ cozinha).
	Desempenho acústico - Materiais das paredes externas para isolamento de ruídos.
SISTEMAS DE COBERTURAS	Assegurar estanqueidade as águas pluviais;
	Proteger os demais elementos da edificação da deterioração e contribuir para o conforto acústico e térmico.
SISTEMA HIDROSANITÁRIOS	Compreende os sistemas prediais de agua fria, de agua quente, de esgoto sanitário, de ventilação e de aguas pluviais.
	Dentre os requisitos contemplados nesta parte destacam-se: desempenho estrutural, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação, estanqueidade, durabilidade e manutenção.

Fonte: ABNT NBR 15.575: 2013, adaptado pelos autores.

Com a ABNT NBR 9050:2015 e ABNT NBR 15.575:2013 a concepção na elaboração dos projetos e especificações de materiais começaram a ganhar novas prioridades e perspectivas no mercado da Construção Civil.

CONCLUSÃO

No presente trabalho, foi realizada uma análise de o ambiente domiciliar, apresentando várias características que são autênticas barreiras e representam riscos para os idosos. Foi realizada uma análise preliminar de reforma voltada para um nicho de

mercado crescente em todo o mundo, pessoas idosas com dificuldade de acessibilidade interessadas em desfrutar de moradia segura e confortável.

O setor da Construção Civil precisa ampliar seus projetos de forma a torna-los mais flexíveis e que favoreçam a adequação das necessidades específicas de cada usuário, atendendo uma gama maior de pessoas ao longo do ciclo da vida.

O trabalho foi elaborado minuciosamente, contemplando todos os custos e prazos das atividades, refletindo a realidade mais próxima possível de uma reforma de acessibilidade.

Para que os objetivos deste trabalho fossem atingidos, elaboramos um estudo detalhado dos processos a serem executados para adequação da residência a ABNT NBR 9050:2015, possibilitando através dele, a elaboração de soluções técnicas e adequação dos projetos existentes.

Analisando o cenário verificado no estudo de caso e os itens não conformes a ABNT NBR 9050:2015, os pontos que devem receber atenção maior durante o processo de adequação são: banheiro e a área externa foram apontados como cômodos de maior risco. Tapetes foram encontrados em 06 cômodos diferentes (Salas, Sala de jantar, hall, quarto, banheiro e cozinha). Ausência de luminárias próximas à cama. Ausência de telefone próximo ao sanitário. Ausência de barra de apoio no banheiro. Ausência de portas com maçanetas acessíveis. Vãos das portas com largura menores e ausência de piso antiderrapante. Os obstáculos encontrados no lado externo (varanda, jardim, garagem e churrasqueira) são escadas íngremes e sem corrimãos e irregularidades no piso.

Conclui-se que processo de envelhecimento pode trazer algumas mudanças e limitações que variam de pessoa para pessoa e que pode modificar a relação do idoso com o ambiente doméstico. A moradia deve passar por ajustes ou reformas para eliminar barreiras arquitetônicas, tais como escadas muito íngremes, e assim proporcionar ao idoso um ambiente mais acessível e livre de riscos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.575: **Desempenho de edificações habitacionais**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9386-1: **Plataformas de elevação motorizadas para pessoas com mobilidade reduzida — Requisitos para segurança, dimensões e operação funcional**. Rio de Janeiro, 2013.

AGNELLI, L. B. **Avaliação da acessibilidade do idoso em sua residência** [dissertação] [Internet]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos; 2012. Disponível Em: <http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4883> Acesso em 27 mar. 2020.

ASSUMPÇÃO, J.F.P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo de planejamento estratégico na produção de edifícios**. São Paulo 2003. 206 p.

ÁVILA, A. V.; LIBRELOTTO, L. Ilha; LOPES, O. C. **Orçamentos de obras**. Florianópolis: Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, 2003.

BRASIL. Lei Federal nº 10.741, **Estatuto do Idoso**. Brasília, DF, 1 de Outubro de 2003.

COES (Código de Obras e Edificações Simplificado do Rio de Janeiro). **Código de Obras**. Disponível em

<http://smaonline.rio.rj.gov.br/legis_consulta/57738Lei%20Compl%20198_2019.pdf>. Acesso em 15 mai. 2020.

DORNELES, V. G. **Acessibilidade para idosos em áreas livres públicas de lazer**. Florianópolis, 2006. 195f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina.

FREITAS, E.; PY, L. (Ed). **Tratado de geriatria e gerontologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

IBGE (Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística). **Projeção populacional**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps//populacao/projecao/>>. Acesso em 30. Mar. 2020.

GODOY, A. S. **A pesquisa qualitativa e sua utilização em administração de empresas**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 4, p.65-71, jul./ago. 1995A.

GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Mar./Abr. 1995B.

LIEBSCHER, P. Quantity with quality? Teaching quantitative and qualitative methods in a LIS Master's program. **Library Trends**, v. 46, n. 4, p. 668-680, 1998.

LIMA, A. M. M., Silva, H. S., & Galhardoni, R. **Envelhecimento bem sucedido: trajetórias de um constructo e novas fronteiras**. (2008).

LLEWELLYN, S.; NORTHCOTT, D. The “singular view” in management case studies qualitative research in organizations and management. **An International Journal**, v. 2, n. 3, p. 194-207, 2007.

ONU (Organização das Nações Unidas). **A ONU e as pessoas idosas**. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/acao/pessoas-idosas/>>. Acesso em 27 mar. 2020.

ONU (Organização das Nações Unidas). **Agenda 2030**. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em 27 mar. 2020.

Perracini M.R., Fló C.M., Guerra R.O. **Funcionalidade e Envelhecimento**. In: Perracini MR, Fló CM, organizadores. **Funcionalidade e envelhecimento: fisioterapia: teoria e prática clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2009. p.3-24.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

Filipe Fonteles do Nascimento

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Rafael Moura de Souza

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

Com o desenvolvimento de novas maneiras de construir, surge a necessidade de garantir o desempenho e a qualidade de execução dos projetos garantindo a segurança e bem estar dos usuários. Com isso temos a perícia e engenharia-legal, que com o projeto finalizado é possível averiguar as patologias e alterações de estrutura. Como problema de pesquisa, busca-se analisar o cenário atual da construção civil, observando no resultado da execução as falhas construtivas decorrentes de erro no planejamento, execução e tecnologia usada e as patologias que surgem com o tempo e as ações dos usuários. Para tanto o presente trabalho tem como objetivo mostrar as atividades usadas para periciar e identificar as patologias e alterações de projeto de uma construção quando pronta. A Metodologia usada foi revisão bibliográfica de artigos científicos, teses de doutorado, livros especializados. A pesquisa bibliográfica foi realizada na base de dados Google acadêmico. Mostrando a necessidade da presença de profissionais periciais para assegurar a análise correta e imparcial dos fatos, indicando as causas e danos ocorridos nas estruturas, elaborando laudo técnico e ou parecer técnico, utilizados como fonte de dados para solução dos casos, seja para a correção de uma patologia ou para ser usada em meios jurídicos esclarecendo as causas e indicando o responsável pela alteração. Conclui-se que a engenharia-legal e as perícia são de grande importância na construção para que o desempenho e a vida útil das construções sejam atingidos de maneira satisfatória, e para esclarecer de maneira clara as causas de patologias e colapsos de construções.

Palavras-chave: Engenharia; autovistoria; Perícia; Patologia; Laudo.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a origem da engenharia vem da área militar em 1810, quando D. João VI criou a academia militar do Rio de Janeiro, havia a necessidade do desenvolvimento de construções, principalmente nos setores de saneamento, portos e ferrovias, em 1874 escola politécnica do Rio de Janeiro foi fundada, com isso estendendo a engenharia para civis. Com a industrialização e o crescimento pós guerra a partir da década de 1950, o crescimento urbanístico das principais cidades é evidente, e há uma maior incidência de ações judiciais envolvendo casos técnicos, sendo necessário da elaboração da prova

técnica, ocasionando nomeações de peritos para atuar nesse ramo na área da engenharia, conforme (DEUTSCH, 2013).

Por se tratar de uma antiga cidade, com mais reformas que construções novas e a incidência de casos como o do edifício Liberdade - RJ, em 2013 a prefeitura do município do Rio de Janeiro decretou a obrigatoriedade da auto vistoria predial, conforme a Lei 6400/2013, vistoria que é feita por profissionais especializados da área da construção civil, gerando um laudo conforme normas de cada disciplina, tanto aspectos legais como práticos. Cujas a lei obriga edifícios com mais de 1000m² (mil metros quadrados) de área construída ou para edificações de três ou mais pavimentos, e em todas as fachadas de qualquer prédio que tenha projeção de marquise e/ou varandas que estão sobre o passeio público a fazer a autovistoria predial a cada 5 anos.

Autovistoria Predial

A autovistoria predial deve ser entendida como uma avaliação técnica do “estado de conformidade de uma edificação”, com base nos aspectos de desempenho, como estado de conservação, vida útil, manutenção, segurança, utilização, operação, procurando sempre atender às expectativas dos usuários (SIQUEIRA, LARA et al, 2012).

Segundo norma desempenho ABNT NBR 15575:2013, vida útil é:

“Período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam as atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos nessa norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal ou contratual)” (BRASIL, 2013)

Gomide, Fagundes, Gullo e Flora (2014) definem a inspeção predial como o levantamento do atual estado de uma edificação, com o objetivo de assegurar a boa qualidade de suas instalações, assim como o conforto de seus usuários. Para isto, é importante que sejam realizados levantamentos e manutenções periodicamente, para que haja um acompanhamento e possível constatação de padrões de anomalias e defeitos. A partir desta memória, é possível a previsão de novas ocorrências, evitando-as através de serviços de manutenção predial. A utilização de uma visão sistêmica é necessária e fundamental para que sejam destacados componentes técnicos para análise objetiva. Apenas assim podemos coletar dados o suficiente para estabelecer procedimento e técnicas para possíveis intervenções de manutenções futuras.

Para Deutsch (2019) a Inspeção predial tem como destino, verificar e identificar as anomalias da edificação. A Inspeção completa, tenta viabilizar e entender as prováveis causas visuais e diante do problema identificado pode auxiliar e orientar a necessidade de uma investigação mais complexa.

Desde a implantação da legislação pertinente, que institui a obrigatoriedade da autovistoria, o tema tem sido objeto de discussão entre profissionais e envolvidos. Segundo Gomide, Fagundes Neto, Gullo e Flora (2014), o interesse foi fomentado pela percepção da necessidade de aprimorar a qualidade de construção dos edifícios durante sua execução e na fase pós-obra, como já foi demonstrado anteriormente. Em adição, o aprimoramento da legislação ofereceu ferramentas para que uma perícia judicial seja utilizada para a resolução de conflitos.

Laudo e parecer técnico

A Diferença entre laudo e parecer técnico é uma questão que sempre entra em debate. Em decorrência das prescrições contidas no código de processo civil, apenas o perito judicial executa o laudo, enquanto o assistente técnico e consultor elabora o parecer técnico, também chamado de laudo complementar (DEUTSCH, 2019).

A ABNT NBR 13.752:1996, apresentam as seguintes definições:

3.50. Laudo – Peça na qual o perito, profissional habilitado, relata o que observou e dá as suas conclusões ou avalia, fundamentalmente, o valor de coisas ou direitos.

3.59. Parecer técnico – opinião, conselho ou esclarecimento técnico emitido por um profissional legalmente habilitado sobre assuntos de sua especialidade (Brasil, 1996).

O Laudo técnico de vistoria predial (LTVP), deve ser apresentado em um trabalho final bem fundamentado e redigido, o resultado final deve ser objetivo e conclusivo tem que ser desenvolvido por um profissional especializado da área de engenharia e deve expor e esclarecer todos os dados técnicos levantados e analisado na vistoria técnica, também os aspectos obscuros ou conflitantes referente a situação de cada caso (DEUTSCH, 2019).

A Redação de um Laudo técnico de vistoria deve ser simples e direto, evitando qualquer tipo de omissão ou também excesso de informação que ao invés de auxiliar e orientar o leitor ou o cliente pode acabar confundindo e não deixar claro o objetivo do Laudo. Muitos Laudos são feitos com informações excessivas e desnecessárias em relação ao que realmente está sendo estudado e analisado (DEUTSCH, 2019).

O parecer técnico dos assistentes deve ser apresentado como comentário ao laudo pericial, e deve tratar sobre os pontos apresentados, demonstrando-se a concordância ou discordância em pontos específicos em relação ao laudo pericial, o parecer deverá ser objetivo, resumido de forma técnica, e clareza em suas conclusões (DEUTSCH, 2019).

O Parecer técnico não concordante ao laudo pericial, deve analisar a resposta dada no laudo, estudar os pontos importantes e corrigir caso tenha algum tipo de omissão ou excesso de informação, podendo adicionar ou não novas provas e análises. No Caso do parecer concordante ele apenas reforça os pontos importantes, destacando o trabalho do perito, e nesse caso aprovando a solução adotada na questão apresentada (DEUTSCH, 2019).

Inspeção predial

No Brasil com os trabalhos apresentados em palestras e congressos do instituto brasileiro de avaliação e perícias de engenharia (IBAPE) em 1999, a inspeção predial começou a ser estudada. A partir de então, com a constante evolução da disciplina e sua aplicação pratica foram crescentes e atualmente é um ramo das atividades mais promissoras aos engenheiros, principalmente em virtude da grande alta no mercado de edificações nas grandes cidades Brasileiras (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

É necessário o check-up na edificação para a inspeção predial, sempre visando a bom desempenho da edificação e qualidade de vida a seus usuários, sendo assim o checkup requer um profundo diagnostico de todos os sistemas para podermos planejar reparos e serviços de manutenção (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

Nessa inspeção devemos verificar todos os sistemas e elementos construtivos, que estejam em desacordo com as especificações adequadas, ou baixa qualidade de materiais, assim como também deve ser notada irregularidades técnicas, tanto quanto construtiva quanto de projeto, verificar se ambos estão atendendo legislação ou as normas técnicas

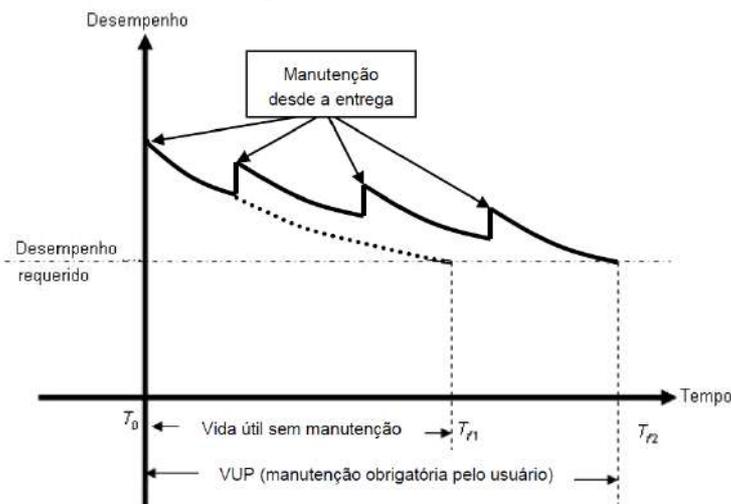
ideais para cada caso, afim de analisar os riscos a solidez ou a vida e saúde do usuário, assim como a perda de segurança, desempenho ou funcionalidade da edificação (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

A Norma desempenho –ABNT NBR 15.575:2013 define como inspeção predial de uso e manutenção a “verificação, através de metodologia técnica, das condições de uso e de manutenção preventiva e corretiva da edificação” (DEUTSCH, 2019).

Determinar as irregularidades prediais que possam prejudicar o desempenho da edificação é o principal objetivo do check-up predial, assim como os apontamentos dos especialistas e maus hábitos dos usuários que prejudicam a saúde da edificação. Esse conhecimento técnico das manifestações patológicas prediais em conjunto com a vistoria e identificação das anomalias, falhas de manutenção e planejamento, irregularidades de uso e operação é fundamental para que se possa planejar o “tratamento predial” de qualidade, com a manutenção ideal e o uso adequado da edificação (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

A Vida útil da edificação normalmente é prolongada por meio de intervenções de manutenção conforme previsto no manual de uso, operação e manutenção, obrigatório segundo a ABNT NBR 14.037:2011. o sistema estrutural por exemplo, tem uma vida útil mínima de 40 anos, já os sistemas de cobertura e hidrossanitário possuem vida útil reduzida para 20 anos, podendo ser observado o desempenho ao longo do tempo na Figura 1 a seguir (DEUTSCH, 2019).

Figura 1: Desempenho ao longo do tempo



Fonte: ABNT NBR 15575:2013

A partir da entrega do empreendimento devemos iniciar o programa de inspeção predial, atendendo a formulação da inspeção de entrega de obra, um dos produtos previstos pela engenharia diagnóstica. Algumas empresas construtoras vem demonstrando essa prática como um diferencial que deve servir de exemplo para todas como positivo, destacando-se as reuniões prévias com os usuários que adquiriram o imóvel para apresentar o produto, sendo importante a entrega imediata do manual de uso e explicação do mesmo, operação e manutenção assim como a realização de vistorias ou inspeções técnicas de conclusão das áreas comuns e do checklist das unidades, para facilitar e antecipar a solução das pendências usuais dessa fase (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

Níveis de Inspeção

Os relatórios de manutenção deverão descrever a degradação de cada sistema ou elemento da edificação, apontando a possível perda do desempenho, recomendando ações para corrigir ou minimizar os serviços de manutenção corretiva (DEUTSCH, 2019).

A Classificação adotado pela Norma do IBAPE Nacional é a seguir transcrita:

6.1.1 NÍVEL 1

Inspeção Predial realizada em edificações com baixa complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos. Normalmente empregada em edificações com planos de manutenção muito simples ou inexistentes. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma especialidade.

6.1.2 NÍVEL 2

Inspeção Predial realizada em edificações com média complexidade técnica, de manutenção e de operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos médios e com sistemas convencionais. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos, com ou sem plano de manutenção, mas com empresas terceirizadas contratadas para execução de atividades específicas como: manutenção de bombas, portões, reservatórios de água, dentre outros. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados em uma ou mais especialidades.

6.1.3 NÍVEL 3

Inspeção Predial realizada em edificações com alta complexidade técnica, de manutenção e operação de seus elementos e sistemas construtivos, de padrões construtivos superiores e com sistemas mais sofisticados. Normalmente empregada em edificações com vários pavimentos ou com sistemas construtivos com automação. Nesse nível de inspeção predial, obrigatoriamente, é executado na edificação um Manutenção com base na ABNT NBR 5674. Possui, ainda, profissional habilitado responsável técnico, plano de manutenção com atividades planejadas e procedimentos detalhados, software de gerenciamento, e outras ferramentas de gestão do sistema de manutenção existente. A Inspeção Predial nesse nível é elaborada por profissionais habilitados e de mais de uma especialidade. Nesse nível de inspeção, o trabalho poderá ser intitulado como de Auditoria Técnica (IBAPE, 2012).

De acordo com a norma de inspeção predial nacional, datada de 25 de outubro de 2012, o grau de risco deve ser classificado de acordo com a anomalia existente, dividindo-se em crítico, médio e mínimo:

4.4.1 Crítico

Risco de provocar danos contra a saúde e segurança das pessoas e do meio ambiente; perda excessiva de desempenho e funcionalidade causando possíveis paralisações; aumento excessivo de custo de manutenção e recuperação; comprometimento sensível de vida útil.

4.4.2 Médio

Risco de provocar a perda parcial de desempenho e funcionalidade da edificação sem prejuízo a operação direta de sistema e deterioração precoce

4.4.3 Mínimo

Risco de causar pequenos prejuízos a estética ou atividade programável e planejada, sem incidência ou sem a probabilidade de ocorrência dos riscos críticos e regulares, além de baixo ou nenhum comprometimento do valor imobiliário (IBAPE, 2012).

Reformas

A ABNT NBR 16280:2014 estabeleceu diretrizes para a execução de reforma nas áreas privativas e comuns das edificações, na norma está previsto que as alterações nas unidades autônomas e áreas comuns que afetem a estrutura, vedação ou quaisquer sistemas deverão apresentar um projeto de reforma e um responsável técnico da área de engenharia com a assinatura de responsabilidade e apresentação de ART e RRT, no caso de aprovação o síndico é responsável por autorizar a entrada de materiais e pessoas contratadas para execução da obra (DEUTSCH, 2019).

Na ABNT NBR 16280:2015, reforma é a “alteração nas condições da edificação existente ou sem mudança de função, visando recuperar melhorar ou ampliar suas condições de habilidade, uso ou segurança, e que não seja manutenção”

Impacto de vizinhança

Para Deustch (2019) Um item que tem estado muito em evidência na questão do estudo da inspeção predial é o impacto de vizinhança. Onde o instituto da cidade – Lei nº 10.257, em 2001, trouxe um novo instrumento de controle da política urbana: o estudo de impacto de vizinhança (EIV), disciplinado nos artigos 36 e 38 da seção XII.

O termo Impacto de Vizinhança foi criado para descrever um grupo específico de impactos ambientais que podem ocorrer em áreas urbanas em consequência da implantação e operação de um determinado empreendimento e que se manifestam na área de influência de tal empreendimento (DE LOLLO e RÖHM, 2005).

O Estudo de Impacto de Vizinhança compreende a identificação, valoração (se possível), e análise dos impactos de vizinhança previstos para uma determinada proposta de ocupação urbana (DE LOLLO e RÖHM, 2005).

Conforme Deustch (2019) por definição da lei, o relatório de impacto de vizinhança, consiste em instrumento relacionados com as repercussões significativas do empreendimento, sobre o ambiente urbano. Portanto ele é um relatório de impacto ambiental, que no caso da

A norma desempenho há parâmetros que avaliam o conforto acústico, onde umas das soluções que atualmente é tomada para minimizar tal problema é a aplicação de vidro duplo e triplos, com camada de ar, a fim de reduzir o barulho externo (DEUSTCH, 2019).

Vistoria de Entrega

Mesmo com a adoção de programas de qualidade como a NBR ISO 9001 e o SiAC/PBQP-H, e a realização de inspeções de controle da qualidade ao longo da produção, ocorrem falhas que obrigam as construtoras a realizarem uma inspeção final, antes da entrega do empreendimento, para detectar e corrigir essas falhas. Além desta inspeção, há também, por parte dos clientes compradores, inspeções para o recebimento do imóvel. Já é prática corrente para a realização destas inspeções a contratação de arquitetos e engenheiros ou mesmo empresas especializadas para avaliar e emitir um relatório sobre a situação do imóvel antes do recebimento. Estas inspeções geram uma série de reparos de partes da edificação, notadamente itens de acabamento (INÁCIO, 2015).

A etapa de entrega do empreendimento consiste na inspeção final de conformidade realizada preliminarmente pela própria construtora e depois conjuntamente pelo cliente comprador e representante da construtora. Esta etapa no ciclo da vida do empreendimento é de grande importância em virtude da sua influência num maior ou menor número de reclamações por parte do cliente comprador com relação a qualidade do empreendimento como um todo e da sua própria unidade residencial. (SANTOS et al, 2003)

Quando se fala em vistoria e entrega, logo pensa em garantir que não haja atrasos, falhas e que tenha um controle da obra onde garanta que o que foi planejado seja executado e que alcance a qualidade desejada. Diante disso existem fases que são seguidas que partem do planejamento a entrega do empreendimento (INÁCIO, 2015).

Após a vistoria, e a entrega das chaves, feita pela incorporadora da obra, é entregue ao cliente o Manual do Proprietário, onde nele há descrito todas as especificações, os projetos As Built, e as garantias, para que a assistência técnica seja acionada. É de responsabilidade do engenheiro a vistoria e a qualidade dos serviços prestados durante a construção, logo, para que sejam gerados menos problemas futuros, deve-se haver uma fiscalização e cobrança de que seja feito um serviço bem feito. A carreira dele depende da satisfação do cliente, das vendas das unidades, por isso essa preocupação deve existir, (SANTOS, 2003).

METODOLOGIA

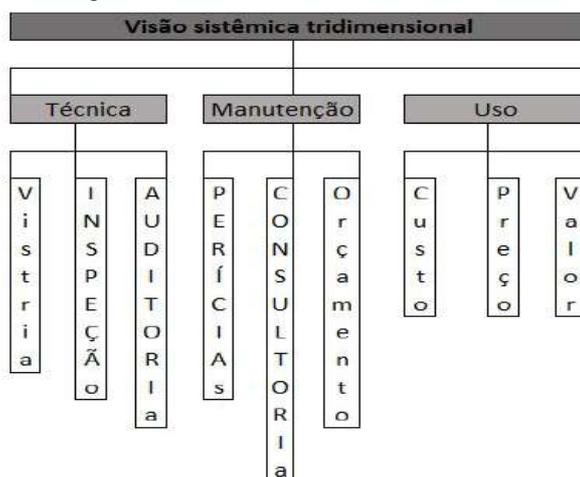
As presentes diretrizes contemplam todos os procedimentos técnicos necessários, com conceitos, classificações e demais regramentos relativos à inspeção predial, voltada a diversas tipologias das edificações. Entre os principais objetivos dessas diretrizes, podem ser citados:

- a. Indicação da documentação técnica-legal necessária a prática da inspeção predial, em suma, da gestão de manutenção predial
- b. Instituição de conceitos aplicáveis ao tema
- c. Apresentação de avaliações e procedimentos técnicos da atividade, com diretrizes para a elaboração do laudo técnico de inspeção predial
- d. Indicação das recomendações técnicas e ordem prioritária das intervenções
- e. Apresentação das incumbências e responsabilidade dos inspetores.

Critério técnico

Segundo Gomide, Gullo, Fagundes e Flora (2020), o critério técnico para a elaborar um laudo de inspeção predial baseia-se na visão sistêmica tridimensional, para avaliar a qualidade predial da construção, da manutenção e do uso, em atendimento ao desempenho. O Esquema sinóptico tridimensional é demonstrado na figura 2 a seguir.

Figura 2 - Fluxograma da Visão sistêmica tridimensional



Fonte: Gomide, Gullo, Fagundes Neto e Flora, (2020)

Classificação tipo da edificação

Estas diretrizes de inspeção predial atendem prioritariamente as edificações em geral, que podem ser classificadas como comerciais, residenciais, industriais, rurais, especiais de uso privado como shoppings e hipermercados, especiais de uso público como escolas e hospitais e temporárias como estandes e coberturas (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

Classificação do modelo da edificação

Conforme Gomide, Gullo, Fagundes e Flora (2020) as edificações podem ser classificadas nos seguintes modelos:

- a. N – Normal: edifícios com instalação e equipamentos básicos
- b. E – Especial: edifícios com equipamentos complexos e/ ou automação, obras de arte especiais e demais construções com estrutura e fundações especiais. Recomenda-se visita técnica no objeto de inspeção predial antes da contratação da inspeção, para bem especificar tipo, modelo e complexidade da edificação.

Classificação do nível de inspeção

Conforme Gomide, Gullo, Fagundes e Flora (2020) a Inspeção predial será classificada de acordo com a tipologia, modelo e complexidade da construção ou nível de complexidade pretendido, indicando-se os seguintes tipos:

- a. Nível N: Inspeção de um ou mais especialistas, voltada principalmente para edificações de modelo N – Normal.
- b. Nível E: Inspeção de equipe com dois ou mais especialistas, voltada principalmente para edificações classe E – especial, podendo em sua análise conclusiva recomendar serviços adicionais, tais como ensaios tecnológicos auditorias, perícias e consultorias.

Análise documental

Deve-se analisar o conteúdo da documentação disponível, bem como sua compatibilidade, ou não, no sentido de resgatar providências para torná-las disponíveis para o acervo documental da edificação (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

Na inspeção predial nível E, é recomendável a verificação previa de documentos específicos, tais como a convenção condominial e o manual de uso, operação e manutenção, quando disponível, ou outros(S), visando a análise de parâmetros pertinentes para definições do tipo e padrão do edifício em estudo (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

Planejamento e coleta de informação

A Inspeção predial deverá ser planejada conforme o tipo e modelo da edificação, o nível da inspeção especificada, a documentação disponível e a coleta de informações, bem como demais particularidades contratuais (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

Para conhecimento genérico da edificação deve-se promover uma entrevista junto aos responsáveis e usuários, inclusive para ciência de eventuais modificações ou reformas sofridas na edificação original (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

O planejamento deve incluir o roteiro específico da inspeção: por áreas da edificação, ou por sistemas, ou mista (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

AVALIAÇÕES TÉCNICAS TRIDIMENSIONAIS

Avaliação da condição de manutenção

A Avaliação da condição de manutenção está associada a análise dos serviços coletados, com foco no planejamento, gestão e operação, que deve ser enquadrada nos seguintes padrões:

- a) I – Inferior: qualidade inferior a expectativa mínima;
- b) M – Médio: qualidade regular com a expectativa média, usual;
- c) S – Superior: qualidade supera a expectativa média.

Os serviços serão inspecionados in loco.

O planejamento será avaliado por meio dos métodos de trabalho, cronograma, prazos e análise do plano de manutenção, se disponível

As falhas de manutenção devem ser relacionadas no checklist, incluindo aquelas que contrariem as recomendações do manual de uso, operação e manutenção das áreas comuns do edifício, caso sejam pertinentes, em atendimento a ABNT NBR 5674:2012, a análise do plano de manutenção se disponível.

Priorização das providências

As Patologias prediais, representadas por anomalias construtivas, falhas de manutenção e irregularidades de uso, devem ser listradas em ordem lógica decrescente, segundo prioridades de intervenção, sugerindo-se a aplicação do método GUT (Gravidade Urgência e tendência) nessa seleção GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, (2020).

O Método da matriz GUT (Gravidade, urgência e tendência) de Kepnet e Tregoe (1981) baseia-se na ponderação do grau de comprometimento (ou da criticidade) de cada enfoque analisado das incorreções construtivas, para posterior interação matemática entre os enfoques ponderados (pesos dados para cada criticidade). Dessa forma, obtém-se um resultado numérico para cada incorreção técnica, viabilizando a ordenação (Ou priorização) das providencias para as manutenções corretivas ou preventivas (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

A Metodologia de avaliação da segurança indica que, quanto menor a pontuação geral da edificação, melhor é a sua condição de segurança. A análise da evolução das notas técnicas de segurança nas diversas inspeções prediais realizadas ao logo do tempo permite determinar melhoras, ou não, dos níveis de segurança da edificação, como demonstrado no

Quadro 1 seguir (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020):

Quadro 1: Classificação dos graus de comprometimento da matriz GUT

Grau	Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
Máximo	10	Risco a vida dos usuários, colapso da edificação, dano ambiental grave	Evolução imediata	Em ocorrência
Alto	8	Risco de ferimento aos usuários, avaria não recuperável na edificação, contaminação localizada	Evolução a curto prazo	A ocorrer
Médio	6	Insalubridade aos usuários, deterioração elevada da edificação, desperdício dos recursos naturais	Evolução a médio prazo	Prognóstico para breve
Baixo	3	Incômodo aos usuários, degradação da edificação, uso não racional dos recursos naturais	Evolução a longo prazo	Prognóstico para adiante
Mínimo	1	Depreciação imobiliária	Não evoluirá	Imprevisto

Fonte: Gomide, Gullo, Fagundes Neto e Flora, (2020)

Recomendações técnicas

As Recomendações técnicas para sanar as patologias prediais devem ser genéricas e pertinentes ao nível da inspeção e do escopo contratados, visando, principalmente, orientar o planejamento da manutenção (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

Os detalhes e descrições técnicas dos reparos, ou ações a serem implementadas pela assistência técnica da construtora ou empresa responsável pela manutenção da edificação, devem ser descritos quando aplicável (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

Além das recomendações técnicas é importante indicar as medidas separadoras que possam contribuir no âmbito administrativo, de sustentabilidade e de responsabilidade social, principalmente aqueles que possam gerar imediatas econômicas no consumo de água e energia elétrica. Também pode(m) ser formulada(s) outra(s) ação(ões) que facilite(m) a acessibilidade predial ou que favoreça(m) a valorização da vida humana, dos usuários (GOMIDE, GULLO, FAGUNDES e FLORA, 2020).

CONCLUSÃO

Após uma grande tragédia no centro do Rio de Janeiro, RJ, do edifício Liberdade e outros fatores, veio a obrigatoriedade da autovistoria predial pela Lei 6400 de 2013, demonstrando a preocupação das autoridades e da sociedade em evitar que casos de catástrofes continuem a acontecer, causando perdas de vidas e trazendo mais segurança aos usuários.

A criação do laudo técnico de vistoria predial, realizado por profissionais da área é de suma importância para que esta cultura do descaso e negligência com a manutenção das edificações, um laudo bem redigido com soluções precisas e um planejamento pode prolongar a vida útil das edificações bem como evitar tragédias.

REFERÊNCIAS

- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-15575:2013, **Desempenho de edificações habitacionais**, Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-13752:1996, **Perícias de engenharia na construção civil**, Rio de Janeiro, 1996.
- DEUTSCH, S. F. **Perícias de Engenharia – A Apuração dos Fatos**. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito (LEUD), 2011.
- DEUTSCH, S. F. **Perícias de Engenharia – A Apuração dos Fatos 4. ed.** São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito (LEUD), 2019.
- DE LOLLO, J. A; RÖHM, S. A. **Aspectos negligenciados em estudos de impacto de vizinhança**. Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia, v. 3, n. 2, p. 31-45, 2005
- GOMIDE, T.; FAGUNDES NETO, J.; GULLO, M. A. FLORA, S. M. D, **Inspeção Predial Total 3.ed**, São Paulo: Oficina de texto, 2020.
- GOMIDE, T.; FAGUNDES NETO, J.; GULLO, M. A., **Inspeção Predial Total – diretrizes e laudos no enfoque da qualidade total e da engenharia diagnóstica**, São Paulo, ed. Pini, 2014.
- SIQUEIRA, A. P.; LARA, A. M. F.; ROTH, A. G. et al - **Inspeção Predial - Check-up Predial: Guia da boa Manutenção**, IBAPE/SP – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo 2012.
- INÁCIO, G. L.; **Aspectos da entrega de obras de edificações multiresidenciais que influenciam no aumento da assistência técnica**. Projeto de Graduação - UFRJ/ Escola Politécnica/ Curso de Engenharia Civil, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. SOBRE O IBAPE-RJ Disponível em: <<http://ibape-rj.org.br/institucional/sobre-o-ibape-rj/>>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- SANTOS, H. S. O.; **Roteiro para Finalização e Entrega de Obra**, Trabalho de Conclusão do Curso, Universidade Federal da Bahia, BA, Brasil, 2003.

Pedro Emanuel da Costa Oliveira

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Rodrigo Vinicius Alves da Silva

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

O canteiro de obras é uma área planejada de para alocar e distribuir materiais, mão de obra e equipamentos de maneira eficiente e inteligente dentro de uma construção. Dentro de um canteiro de obras existem instalações provisórias; que compreendem as áreas operacionais, onde se desenvolvem atividades de apoio a produção, e as áreas de vivência que são destinadas a suprir as necessidades dos trabalhadores. Os principais problemas que ocorrem em grande parte dos canteiros de obras estão relacionados à falta de organização e à má qualidade de suas instalações provisórias. O presente trabalho tem por objetivo propor a utilização de estruturas modulares em canteiros de obras; em especial o uso de containers marítimos reaproveitados e modificados para compor as instalações provisórias dos canteiros, que podem ser utilizados como depósitos de materiais ou adaptados para serem áreas de vivência de maneira a proporcionar uma melhor organização do canteiro de obras. Observou-se que o canteiro de obras modular, por utilizar estruturas modulares pré-fabricadas ou estruturas adaptadas para compor suas instalações, tornou-se uma excelente opção em alternativa aos canteiros de obras tradicionais que ainda utilizam métodos arcaicos como a montagem de barracões de madeira, e acabam gerando uma grande quantidade de resíduos, pois grande parte dos materiais utilizados não serão reaproveitados em obras posteriores. Logo, concluímos que o canteiro de obras modular é uma alternativa viável, sustentável e econômica; que sendo bem planejado irá atender as necessidades de seus trabalhadores e suas instalações provisórias.

Palavras-chave: Canteiro de Obras; Contêiner; Modular.

INTRODUÇÃO

O sistema de construção modular é composto de módulos pré-fabricados onde as unidades formam a estrutura da construção. Bastante difundida na Europa, a construção modular é muito utilizada em hotéis, escolas, restaurantes, dentre outras construções; e inclusive em residências. O emprego de estruturas modulares em canteiros de obras, quando bem planejado, gera uma considerável economia de tempo e de recursos além de uma melhor organização do canteiro. Canteiros de obras são temporários e a ideia de utilizar instalações modulares e portáteis pode ser encarada como um avanço significativo na área de planejamento dos canteiros de obras. Os *containers* marítimos vêm sendo muito utilizados em canteiros de obras nos países mais desenvolvidos, pois possuem estrutura e

dimensões ideais para serem utilizados como depósitos, podendo ser transportados ou empilhados conforme a necessidade além de serem utilizados como instalações fixas ou provisórias (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018).

Visando principalmente, reduzir impactos ambientais, a arquitetura voltou-se para a reutilização de materiais descartados. O *container*, composto de metais não biodegradáveis, tem vida útil de aproximadamente 10 anos, após este período é descartado, gerando lixo nas cidades portuárias (MILANEZE, 2012).

Os *containers* são grandes caixas de metal muito utilizados nos portos para o acondicionamento e transporte de cargas por grandes distâncias, em caminhões, trens e navios. Desenvolvido na década de 50, o *container* moderno é muito utilizado para o transporte intermodal de cargas no mundo todo; apenas no Brasil são movimentados milhões de TEUs a cada ano. São feitos de aço, mas também podem ser feitos de alumínio ou fibra; são bem estruturados para resistir ao constante transporte de cargas, a intempéries, chuvas, incêndios e podem durar 50 anos ou mais, dependendo do uso (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018). Segundo Arthur Norgren, engenheiro de produção e sócio-fundador da contain[it] no Brasil, os *containers* são feitos para suportar até 25 toneladas de carga e podem ser empilhados em até 8 unidades em cima de um navio. Sendo assim, por ser um material superdimensionado, o *container* possui um grande potencial para ser utilizado como estrutura modular para construção civil.

Na engenharia e na arquitetura a reutilização de *containers* vêm crescendo ao longo dos anos e este estudo visa demonstrar a eficiência e viabilidade de execução deste tipo de projeto em canteiros de obras, considerando aspectos como a diminuição da produção de resíduos na obra, agilidade na montagem do canteiro, além de custos de implantação; fazendo uso de forma sustentável de um produto que inicialmente seria descartado (MILANEZE, 2012).

Vivemos em uma época onde há uma extrema necessidade de se utilizar de forma consciente os nossos recursos, sejam estes recursos econômicos ou naturais. Segundo SLATER (2002, p. 15): “os padrões de consumo exagerados de bens não se constituem em uma característica exclusiva da sociedade contemporânea.”

A construção civil é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento pois é executada desde os primórdios da humanidade, sendo esta, desde sempre acompanhada de um consumo excessivo de recursos naturais e pela geração de grandes quantidades de resíduos de diversos tipos. Atualmente a construção civil pode ser considerada como a área que mais gera resíduos de todos os setores produtivos e estima-se que esta seja responsável por 50% de todo o resíduo sólido urbano gerado no nosso país (BRASILEIRO, 2015).

O sistema tradicional de montagem de canteiros de obras com barracões de madeira vem sendo utilizado na grande maioria das obras de construção civil no nosso país, e embora pareça ser econômico no início, acaba por consumir grandes quantidades de madeira e chapas de compensado, sendo estas, na maioria dos casos, descartadas após determinada etapa do processo de construção ou no final da obra; gerando assim um grande desperdício de recursos além de grandes volumes de resíduos sólidos (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018).

Castro (2011) afirma que a definição do canteiro de obras é uma das partes mais importantes da logística da obra, ou seja, um bom projeto de canteiro auxilia na redução das perdas e otimização da obra.

Os canteiros de obras modulares são uma alternativa sustentável e prática ao sistema tradicional de montagem de canteiros. É muito comum a utilização de *containers* nos canteiros de obras em países desenvolvidos; sendo este sistema bastante utilizado em obras industriais e em grandes empreendimentos. Ao contrário do sistema tradicional, o sistema de canteiro de obras modular e a utilização de *containers* propõe a montagem de

módulos que podem ser deslocados e adaptados de acordo com as mudanças no canteiro de obras e reutilizados em empreendimentos futuros (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018).

Contextualização

O canteiro de obras tem como objetivo proporcionar a infraestrutura necessária para produção da obra, com os recursos disponíveis, no momento necessário para sua utilização podendo ser mais eficiente e eficaz em função do projeto do produto e da produção, e da forma de gerenciamento empresarial e operacional, influenciando na produtividade da utilização dos recursos, em função da sua organização e do seu arranjo físico (FERREIRA e FRANCO, 1998).

O planejamento do canteiro de obras deve ser encarado como uma etapa importante de uma obra, pois um canteiro de obras bem projetado pode contribuir muito para o bom andamento de uma obra e garantir uma série de benefícios; como a otimização do trabalho de uma maneira geral, economia de tempo e de espaço físico, desperdício mínimo de materiais, diminuição de resíduos, além de garantir aos trabalhadores melhores condições de conforto e segurança. Este estudo irá mostrar como estruturas modulares e *containers* marítimos reaproveitados podem ser utilizados em canteiros de obras; configurando assim um canteiro de obras modular que pode ser adaptado para vários layouts de canteiros e reutilizados em obras e empreendimentos futuros (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018).

Situação problema

A sustentabilidade está baseada em três pilares básicos que se dividem nos âmbitos: econômico, social e ambiental que devem ser considerados de modo integrado para atender o desenvolvimento sustentável (AGOPYAN, et al., 2011).

Atualmente há uma grande preocupação com a escassez de recursos naturais assim como a destinação correta dos resíduos gerados pela construção civil, pois é uma das atividades que gera uma grande quantidade de resíduo. Segundo Milaneze (2012), estes fatores, incorporados com a busca pelo desenvolvimento sustentável, demandam que o setor da construção civil encontre formas para a redução de seus resíduos pós obra, reciclando-os ou reutilizando-os. Em uma obra de construção civil, uma das etapas que mais gera resíduos é a da montagem e desmontagem de instalações provisórias nos canteiros de obras, pois no Brasil é muito comum a utilização dos barracões de madeira para montagem de instalações provisórias, sendo que no final da obra os mesmos são destruídos e jogados em caçambas e na maioria das vezes descartado sem nenhum cuidado e não são reutilizados ou reciclados.

Ainda sobre geração de resíduos; de acordo com a ANTAC, em 2018 o setor portuário brasileiro movimentou 10,041 milhões de TEUs e o setor continua em crescimento. Porém, a cada ano boa parte desses *containers* são descartados devido ao fim de sua vida útil, para fins de transporte; e tornam-se sucata, acumulando-se em depósitos.

Já nas áreas de vivência tem-se observado casos onde não há o cumprimento das normas, em especial a Norma Regulamentadora 18 - Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção, havendo irregularidades como falta de piso apropriado, alojamentos que não possuem a área mínima estabelecida pela norma, falta de bancos e armários com fechaduras nos vestiários, áreas com pouca ventilação por não haver aberturas, problemas de umidade e dentre outras coisas que causam desconforto aos trabalhadores. Ainda, os problemas mais comuns existentes nas áreas de vivência nos canteiros de obras são encontrados nas instalações sanitárias, que algumas vezes nem são constatadas, e quando encontradas, geralmente não atendem a quantidade necessária

de mictórios, chuveiros e vasos sanitários em relação ao número de operários. Também é frequente a falta de ligação dos lavatórios ao esgoto, a inexistência de descarga nos mictórios e revestimento interno de material impermeável nos lavatórios (STRESSER, 2013).

Apesar das áreas de vivência ser consideradas um dos setores mais destacados pela fiscalização, ainda é possível notar a existência de muitos problemas, ligados principalmente a questão de higiene básica, que, conseqüentemente, expõe os trabalhadores a diversos riscos. (STRESSER, 2013)

Esta pesquisa consiste em apresentar soluções práticas para os problemas expostos acima, utilizando *containers* e estruturas modulares na elaboração projetos de instalações provisórias visando a reutilização desse material com o objetivo de proporcionar melhores condições de salubridade aos trabalhadores.

Objetivo

O presente estudo tem por objetivo propor a de utilização de *containers* e estruturas modulares nos canteiros de obras, em especial nas áreas de vivência, e fazer uma comparação com o modelo tradicional de montagem de barracões nos canteiros de obras. Serão analisados fatores como: o tempo gasto com a montagem de cada sistema, o consumo de recursos, condições de trabalho e conforto ambiental e questões relacionadas a sustentabilidade.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Norma Regulamentadora 18 (2020), do Ministério do Trabalho e Emprego, considera como canteiros de obras as áreas de trabalho, fixas e temporárias, onde são desenvolvidas operações de apoio e execução de uma obra; compreendendo as áreas em torno da edificação (contidas dentro dos limites do terreno), áreas dentro da própria edificação e os demais locais destinados ao apoio e à realização dos serviços ligados à execução da obra. A ABNT NBR 12.284 (1991) apresenta uma classificação desse espaço, dividindo-o em: áreas operacionais e áreas de vivência.

Ainda segundo a NR 18 (2018), as áreas de vivência são áreas destinadas a suprir as necessidades básicas dos trabalhadores; como alimentação, descanso, higiene, lazer e convivência e, para isto, devem dispor de: instalações sanitárias, vestiário, local para refeições, cozinha (quando houver preparo de refeições); alojamento, lavanderia, área de lazer (estes são obrigatórios somente nos casos onde houver trabalhadores alojados) e ambulatório (em frentes de trabalho onde há 50 [cinquenta] ou mais trabalhadores). Já as áreas operacionais compreendem as instalações que desempenham funções de apoio à produção, e devem dispor de: portaria, escritório, almoxarifado, depósitos de materiais, central de concreto e de argamassa, central de fôrmas, central de montagem de instalações e esquadrias e central de pré-moldados. Dentre as áreas de vivência e operacionais há algumas que exigem certa privacidade, segurança e conforto devendo ser áreas fechadas, como por exemplo: a portaria, escritório, almoxarifado, vestiário, instalações sanitárias, alojamentos, cozinha, lavanderia e refeitório.

Um canteiro de obras sofre diversas mudanças e adaptações constantes enquanto a obra estiver sendo executada de forma a poder alocar materiais, equipamentos e mão de obra. Por isso é importante a implantação e alocação do canteiro de obras em local onde possa permanecer pelo maior tempo possível, e que seja feita de maneira que não atrapalhe o fluxo de operações de forma a evitar conflitos (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018).

Sendo assim, o planejamento é uma etapa fundamental na implantação do canteiro de obras. De acordo com Naback (2008), este pode ser definido como “o planejamento do

layout e da logística das suas instalações provisórias, instalações de segurança e sistema de movimentação e armazenamento de materiais”. O objetivo deste planejamento é obter uma melhor utilização do espaço físico disponível dentro do canteiro de obras, de forma a possibilitar que homens e máquinas trabalhem com eficiência e segurança, através da diminuição de deslocamentos de materiais, componentes e mão-de-obra.

Além de diminuir as distâncias, obstruções no transporte de materiais e diminuir perdas de tempo na movimentação das pessoas, um bom planejamento promove operações seguras e eficientes, além de manter a alta motivação dos trabalhadores, devido as boas condições do ambiente de trabalho; em termos de conforto e de segurança do trabalho (NABACK, 2008).

Ainda segundo Naback (2008) os canteiros de obras (Figura 1) podem ser classificados como: *restritos*, *amplos* ou *longos e estreitos*. Os canteiros *restritos* têm as suas áreas dentro da própria edificação e são os mais comuns nos grandes centros urbanos onde os terrenos e o custo por área construída são bastante elevados. Devido a isto há uma tendência de as edificações ocuparem a maior parte do terreno possível com o objetivo de maximizar os lucros. A área de um canteiro restrito é cercada por tapumes ou muros, tendo um portão que dá acesso ao canteiro. A obra se realiza dentro dos limites desta área e por este motivo os canteiros restritos são os que mais exigem atenção e cuidados no planejamento e na logística de forma a não tumultuar as áreas de produção do canteiro. Os canteiros *amplos* possuem grandes áreas em torno da edificação (dentro dos limites do terreno), havendo bastante espaço para o fluxo de materiais, veículos e pessoas, além de grandes espaços para estocagem de materiais. Canteiros *amplos* são geralmente implantados em levantamento de pontes e grandes obras industriais. Por fim, os canteiros *longos e estreitos* podem ter características de restritos ou amplos sendo que a diferença se dá na complexidade da organização física pois são canteiros de difícil acesso e movimentação, com maiores distâncias de percursos. São comuns em construções de rodovias, estradas de ferro e rodagem, redes de petróleo e gás, obras pluviais e sanitárias urbanas, e alguns casos de obras de edificações em zonas urbanas.

Figura 1: Canteiro de obras



Fonte: AEC Web, 2020

Problemas e desvantagens relacionados ao sistema tradicional

Segundo Kolinski e Andreta (2018 apud TÉCHNE 2013), um canteiro de barracões de madeira dura em torno de duas obras de grande porte e, em média, 70% do material é reutilizado, isto quando o material é tratado e bem cuidado; sendo assim, as obras mais longas demandam materiais mais duráveis e as obras mais curtas precisam de um sistema que proporciona mais agilidade na montagem e desmontagem das instalações. Além disso existe a preocupação com a falta de segurança nos canteiros de obras no que se refere a roubos e furtos de materiais, máquinas e ferramentas; devido a facilidade de se violar estes

tipos de instalações de madeira. Este tipo de situação gera consequências econômicas, aumentando o custo final da obra, além de alterações no cronograma, visto que existem materiais e ferramentas que não são repostos facilmente. Tem sido comum a contratação de vigias e a adoção de sistemas de segurança para evitar tais roubos e violações, porém esta é uma medida que acarreta maiores custos para a obra.

Problemas muito comuns nas áreas de vivência construídas através do sistema tradicional estão relacionados a higiene básica e excesso de umidade. É comum a falta de revestimento interno impermeável e piso apropriado nas instalações sanitárias, áreas sem aberturas e pé direito mínimo; dificultando a ventilação no interior do barraco gerando baixo conforto térmico devido ao calor excessivo. Também, sendo o compensado um material de baixa resistência a umidade, se faz necessária a pintura das chapas de compensado com tinta impermeável, porém são poucos os barracões que recebem este tratamento; e por isso muitas vezes acontece de haver possibilidade de reaproveitamento das chapas gerando assim o seu descarte, pois com o excesso de umidade ocorre o apodrecimento da madeira. Ainda, o excesso de umidade pode causar o empedramento dos sacos de cimento que estiverem estocados no barracão, quando armazenados de forma incorreta (STRESSER, 2013).

Sistema de *containers*

O transporte marítimo de *containers* iniciou-se há mais de 6 décadas e desde a primeira viagem, o uso desse método de transporte de mercadorias cresceu de forma constante e, em poucas décadas, os *containers* já carregavam cerca de 60% do valor das mercadorias transportadas por via marítima. Porém a ideia de usar algum tipo de *container* de remessa não era completamente nova. Caixas semelhantes aos *containers* modernos eram utilizadas para transporte combinado ferroviário e puxado a cavalo na Inglaterra desde 1792. Durante a Segunda Guerra Mundial o governo dos EUA usou pequenos *containers* de tamanho padrão, o que provou ser um meio de descarregar e distribuir suprimentos de maneira rápida e eficiente. No entanto, foi em 1955 que Malcom P. McLean, um empresário de caminhões da Carolina do Norte, EUA, comprou uma empresa transportes marítimos com a ideia de transportar reboques de caminhões inteiros com a carga ainda dentro. Ele percebeu que seria muito mais simples e rápido ter um *container* que pudesse ser transportado de um veículo diretamente para um navio sem primeiro ter que descarregar seu conteúdo. Suas ideias foram baseadas na teoria de que a eficácia nos transportes de cargas poderia ser aprimorada através de um sistema de "intermodalismo", no qual o mesmo *container*, com a mesma carga, poderia ser transportado com o mínimo de interrupção por diferentes modos de transporte durante sua jornada. Partindo desse princípio, os *containers* poderiam ser movidos sem problemas entre navios, caminhões e trens. Isso simplificou todo o processo logístico e, finalmente, a implementação dessa ideia levou a uma revolução no transporte de carga e no comércio internacional (WORLD SHIPPING COUNCIL, 2020).

Containers são utilizados com para o transporte de cargas e por isso, para garantir que sejam resistentes ao uso intenso e constante, são fabricados com aço, alumínio e fibra. Com os avanços da tecnologia surgiram novas possibilidades que permitiram expandir a utilização deste produto, em especial na construção civil. Basicamente, existem dois tipos de *containers* que podem ser utilizados no setor da construção civil: o *container* marítimo comum, bastante resistente à corrosão, porém com baixo isolamento termoacústico; e o reefer, criado para transportar carga congelada, tendo o seu custo mais elevado, pois apresenta melhor isolamento termoacústico. Os *containers* têm vida útil de aproximadamente um século; porém, no mercado de transportes eles são descartados, em média, após uma década de uso. Isso faz com que haja um excedente de *containers*

depositados em portos, sem utilização, no mundo todo. A maior parte destes *containers* descartados estão em condições para serem reaproveitados podendo se transformar em escritórios, restaurantes, stands de vendas, lojas, casas ou para serem utilizados nos canteiros de obras (FILHO, 2019).

Os *containers* ISO são estruturas metálicas pré-fabricadas que têm sua estrutura feita com perfis e chapas de aço patinável que apresenta elevada resistência à corrosão, conhecido como aço Corten. O aço Corten foi desenvolvido originalmente para a indústria ferroviária, com o objetivo de construir vagões mais leves. Uma das características principais desse aço, é que sob determinadas condições ambientais de exposição aos agentes corrosivos, este tipo de aço pode desenvolver uma película de óxido de cor avermelhada aderente e protetora, denominada pátina, que atua reduzindo a velocidade do ataque dos agentes corrosivos presentes no meio ambiente. Este tipo de aço é muito utilizado na construção civil e apresenta, em média, três vezes mais resistência à corrosão que o aço comum (CARBONARI, 2015).

O excesso de *containers* abandonados em portos (Figura 2) é um grande problema não só no Brasil, mas em portos de todo o mundo. De acordo com a Associação Brasileira dos terminais de contêineres (ABRATEC), em 2017 só no Brasil foram totalizados mais de 6 milhões de containers; número obtido em referência a movimentação destes.

Figura 2: Depósito de *Containers*



Fonte: Dc Logistics Brasil, 2020

Para Kolinski e Andreta (2018 apud NUNES e JUNIOR 2017) a reutilização do *container* como sistema construtivo, levando-se em consideração o problema do excesso de *containers* abandonados e incessante busca por alternativas renováveis e limpas, é uma ação sustentável que visa o reaproveitamento do produto em questão além da remoção desses entulhos dos portos, prática esta que ainda pode ser aperfeiçoada no meio da construção civil.

Ainda segundo Kolinski e Andreta (2018 apud GUEDES e BUORO 2015), na última década, nos Estados Unidos, houve um grande acúmulo de *containers* em desuso, causado pelo desequilíbrio entre importações de mercadorias oriundas da Ásia em grandes quantidades. Como as exportações deste país eram em menor número, muitos *containers* precisariam ser enviados à sua origem vazios, a um alto custo de frete; portanto seria mais vantajosa a compra de *containers* novos na Ásia do que enviá-los vazios de volta ao país de origem. Visando reduzir o estoque de *containers* em desuso, estes passaram a ser utilizados para outros fins como: residências, hotéis, escolas, abrigos, lojas, *stands* de exposições etc. O excesso de *containers* nos Estados Unidos e em outros países, fez com que o custo para adquirir este material fosse reduzido; o que reforçou ainda mais o interesse em nível mundial na utilização dos *containers* em obras de construção civil.

Segundo Saurin e Formoso (2006) a utilização de *containers* na construção civil é uma prática muito comum em países desenvolvidos e tem sido adotada há algum tempo,

por exemplo, em grandes empreendimentos e em obras industriais. Atualmente vem ocorrendo uma disseminação do uso de *containers* em obras de edificações residenciais (Figura 3) e empreendimentos comerciais, porém a utilização de *containers* ainda pode ser considerada minoritária se comparada ao uso de barracões de madeira.

Figura 3: Condomínio em Piracicaba (SP) feito com *Containers*



Fonte: Construct, 2020

A NR 18 (2018) determina que sempre que houver necessidade, como em situações de obras afastadas dos grandes centros urbanos, a instalação de alojamentos provisórios nos canteiros de obras para a permanência dos trabalhadores. Ainda, a norma exige que estes locais tenham boas condições de higiene e conforto para garantir a saúde dos funcionários e, em consequência disso o bom andamento da construção e, para isto, algumas empresas têm adotado a utilização de *containers*. Entretanto, para que os *containers* possam ser utilizados em canteiros de obras, a NR 18 determina que cada módulo deve:

- a) possuir área de ventilação natural, efetiva, de no mínimo 15% (quinze por cento) da área do piso, composta por, no mínimo, duas aberturas adequadamente dispostas para permitir eficaz ventilação interna;
- b) garantir condições de conforto térmico;
- c) possuir pé direito mínimo de 2,40m (dois metros e quarenta centímetros);
- d) garantir os demais requisitos mínimos de conforto e higiene estabelecidos por esta NR;
- e) possuir proteção contra riscos de choque elétrico por contatos indiretos, além do aterramento elétrico (NR 18, 2018).

Além disso, se tratando de adaptação de *containers*, que originalmente eram utilizados no transporte ou acondicionamento de cargas, a NR 18 exige que seja mantido no canteiro de obras, à disposição da fiscalização do trabalho e do sindicato profissional, o laudo de habitabilidade de *container* (certificando a ausência de riscos físicos, químicos e biológicos). Este laudo técnico deve ser elaborado por um profissional legalmente habilitado, para verificar se há existência de riscos químicos, biológicos e físicos (especificamente para radiações) com a identificação da empresa responsável pela adaptação.

Saurin e Formoso (2006) afirmam que apesar do custo de aquisição relativamente alto e de haver certas dificuldades de se manter um bom nível de conforto térmico, os *containers* apresentam diversas vantagens, como por exemplo, a rapidez no processo de montagem e desmontagem, o reaproveitamento total da estrutura e dos módulos, durabilidade e resistência, e a possibilidade de arranjos internos diversos.

Para Guedes e Buoro (2015), há uma lista de vantagens e desvantagens da construção em *containers*, sendo as vantagens:

- 1) Modularidade - dimensões padronizadas pela ISO 668:2013, permitindo as mais variadas composições;

- 2) Disponibilidade - podem ser adquiridos em qualquer parte do mundo;
- 3) Grande resistência - são feitos para resistirem as mais difíceis condições climáticas como também a incêndio e terremotos;
- 4) Durabilidade - estrutura e fechamentos em aço;
- 5) São empilháveis, podem chegar até 8 níveis sem estrutura auxiliar e quando fixados uns aos outros estes módulos adquirem maior estabilidade;
- 6) Recicláveis e reutilizáveis;
- 7) As construções podem ser facilmente ampliadas ou reduzidas, dependendo da necessidade do usuário;
- 8) O uso de container para a estrutura do edifício gera economia na utilização de recursos naturais como: areia, tijolo, água, ferro o que acarreta redução de impactos ambientais na extração de recursos naturais e na geração de resíduos, além de minimizar poluição do ar e sonora durante a construção;
- 9) Como são elementos modulares e leves, exigem muito menos mão-de-obra nos trabalhos de fundação do que as construções tradicionais, também reduzem trabalhos de terraplenagem, o que garante menor interferência no solo, preservando o lençol freático e a absorção de água de chuva;
- 10) A intermodalidade proporciona flexibilidade ao edifício e permite que a construção possa ser desmontada e transportada para outra localidade se necessário. Esta característica contribui para que não haja desperdício do material empregado na construção e ao final da vida útil da edificação, pode ser adaptada a outro uso, que favorece a redução da pegada ecológica, característica definida como: a quantidade de terra e água necessária para sustentar as gerações atuais, tendo em conta todos os recursos materiais e energéticos, gastos por uma determinada população;
- 11) A construção em container proporciona redução no custo final da obra em aproximadamente 35% quando comparada à construção tradicional, pois neste processo são eliminadas muitas etapas construtivas, reduzindo o emprego de materiais, mão-de-obra e geração de resíduos;
- 12) Acelera a velocidade da construção, por ser um material pré-fabricado, portanto sua montagem é rápida;
- 13) Os trabalhos de serralheria, transporte e montagem devem sempre ser feitos por mão-de-obra especializada, o que favorece a redução do trabalho informal, fator importante quando se pretende atingir o desenvolvimento sustentável (GUEDES E BUORO, 2015).

Como desvantagens Guedes e Buoro (2015) citam:

- 1) Custos com transporte, caso a localização do terreno seja muito distante de zonas portuárias;
- 2) Pequena disponibilidade de mão-de-obra especializada, para recorte das chapas, movimentação e montagem dos módulos, que exigem equipamentos específicos;
- 3) A alta condutibilidade térmica das chapas dos containers requer estudo de adequação para o uso de isolamento térmico nas vedações;
- 4) Possibilidade de contaminação com relação à carga transportada. Por isso, é necessário que se faça laudo de vistoria ao se adquirir um container, para que seja certificado que o material está livre de contaminações e de avarias em sua estrutura (GUEDES E BUORO, 2015).

Padronização dos containers

A padronização dos *containers* começou a ser elaborada pela ISO (International Organization for Standardization) e pela ASA (American Standart Association), logo, a maioria dos países acabou por adotar as dimensões propostas pela ISO, facilitando assim o dimensionamento de navios e caminhões, sendo adotada no Brasil entre os anos de 1968 e 1970. Em 1968 a ISO publicou sua primeira recomendação de medidas, a “ISO Recommendation R 668”, e atualmente a “ISO 668:1995” é a norma que regulamenta a

padronização de medidas. No Brasil os termos das normas da ISO foram ratificados pela ABNT e INMETRO em 1971, emitindo assim suas primeiras normas relativas aos *containers*, contendo sua terminologia, classificação, dimensões, especificações etc. O sistema proposto pela ISO é modular, onde os *containers* se encaixam perfeitamente, racionalizando a utilização do espaço. Os *containers* são padronizados com medidas em pés ou polegadas. A largura é sua única medida invariável, contendo sempre 8' (aproximadamente 2,50 metros). Sua altura varia entre 8' (2,50 metros) a 9'6" (2,90 metros). O comprimento pode possuir várias medidas, os mais comuns são os de 10' (3,00 metros), 20' (6,00 metros), 30' (9,00 metros), 40' (12,00 metros) e 45' (14,00 metros). Para transporte marítimo, os mais utilizados são de 20' (6,00 metros) e 40' (12,00 metros) (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018).

Dimensões e tipos de containers

O *container* foi feito para transportar mercadorias em caminhões, navios e aviões; projetado para resistir ao uso constante e em função do produto que será transportado, logo, existem mais de 20 tipos diferentes de *containers*, sendo que a maioria possui as mesmas dimensões, com exceção dos *half containers* e *high cube containers* (FLEIUSS, 2004).

Containers padrão

Segundo Fleiuss (2004) o *container* padrão *dry box* (Figura 4) é o mais utilizado e o mais adequado para o transporte de cargas secas ou não perecíveis e possui duas portas em apenas umas de suas extremidades.

Figura 4: Container drybox 20 pés



Fonte: 3d Export, 2020

A seguir, no quadro 1, algumas especificações dos *containers* padrões mais comuns:

Quadro 1: Especificações dos *containers* padrões

Container padrão dry box 20'			
Dimensões externas (pés)	Comprimento 20'	Largura 8'	Altura 8' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento 5.882 - 5.898	Largura 2.332 - 2.353	Altura 2.387 - 2.396
Aberturas das portas (mm)		Largura 2.332 - 2.343	Altura 2.261 - 2.288
Pesos (kg)	Bruto 24.000 - 30.480*	Tara 2.220 - 2.350*	Capacidade de carga 21.660 - 28.260*
Volume (m3)			33,0 - 33,2
*Diferentes <i>containers</i> 20' estão disponíveis nos modelos relacionados acima. Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.			
Container padrão dry box 40'			
Dimensões externas (pés)	Comprimento 40'	Largura 8'	Altura 8' 6"

Dimensões internas (mm)	Comprimento	Largura	Altura
	12.022 - 12.039	2.332 - 2.362	2.385 - 2.399
Aberturas das portas (mm)		Largura	Altura
		2.333 - 2.341	2.260 - 2.284
Pesos (kg)	Bruto	Tara	Capacidade de carga
	30.480 - 32.500	3.660 - 4.020	26.460 - 28.840
Volume (m3)			67,2 - 67,8
Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.			
Container padrão 40' high cube			
Dimensões externas (pés)	Comprimento	Largura	Altura
	40'	8'	9' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento	Largura	Altura
	12.022 - 12.039	2.350 - 2.362	2.667 - 2.700
Aberturas das portas (mm)		Largura	Altura
		2.336 - 2.343	2.580 - 2.591
Pesos (kg)	Bruto	Tara	Capacidade de carga
	30.480 - 32.500	3.820 - 4.200	26.280 - 28.640
Volume (m3)			75,7 - 76,7
Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.			

Fonte: Hamburg sud, 2020

Containers refrigerados

O *container* refrigerado (*reefer*) é um *container* totalmente fechado com abertura nos fundos, e é equipado com um gerador que mantém a carga refrigerada (Figura 5). Podem manter a temperatura interna entre +30°C e -40°C. com isolamento térmico para que a temperatura interna seja mantida. É indicado para situações específicas, nas quais seja necessária a conservação ou o congelamento de produtos. Eles são uma solução móvel para armazenamento em curto ou longo prazo, com a capacidade de transportarem mercadorias em longas distâncias. Entre os equipamentos existentes no mercado, esse tipo é um dos mais reconhecidos pela sua eficiência em armazenar itens que necessitam de refrigeração constante. O *container reefer* é resistente ao vento e à água, e possuem portas bem seguras. Os *containers* refrigerados estão disponíveis em diversos tamanhos, mas os mais comuns são os de 20 pés (6 metros) e 40 pés (12 metros). É específico para cargas que necessitam de controle de temperatura como: leite, frutas e legumes, congelados em geral, produtos químicos e farmacêuticos etc. (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018).

Figura 5: Container reefer 40 pés



Fonte: Indiamart, 2020

A seguir, no quadro 2, algumas especificações dos *containers* refrigerados mais comuns:

Quadro 2: Especificações dos *containers* refrigerados

Container refrigerado 20' standard			
Dimensões externas (pés)	Comprimento 20'	Largura 8'	Altura 8' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento 5.470 - 5.555	Largura 2.290	Altura 2.266 - 2.324
Aberturas das portas (mm)		Largura 2.296	Altura 2.290
Pesos (kg)	Bruto 30.480	Tara 2.500 - 3.050	Capacidade de carga 27.100 - 27.980
Volume (m3)			30,0
Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.			
Containers refrigerado 40' high cube			
Dimensões externas (pés)	Comprimento 40'	Largura 8'	Altura 9' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento 11.586 – 11.610	Largura 2.280 - 2.310	Altura 2.530 - 2.607
Aberturas das portas (mm)		Largura 2.288 - 2.310	Altura 2.490 - 2.576
Pesos (kg)	Bruto 34.800	Tara 4.260 - 4.900	Capacidade de carga 29.900 - 30.540
Volume (m3)			67,1 - 68,7
Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.			

Fonte: Hamburd sud, 2020

Containers especiais

Existem também os *containers* especiais que são utilizados para transportar mercadorias em grandes volumes, e cargas superdimensionadas ou de alta densidade. Os *containers open-top* (Figura 6) são *containers* sem teto, e possuem uma lona removível concebido para transporte de cargas pesadas ou de grandes dimensões; porém, devido à ausência de um teto a carga poderá ficar menos protegida. Os *flat racks* (Figura 7) são *containers* que não possuem teto nem paredes laterais e possuem abas fixas e rebatíveis e são projetados para o transporte de cargas de grandes dimensões que excedem os padrões de altura e largura dos *containers* comuns. Já os *containers bulk*, possuem suas dimensões iguais ao *container* padrão *dry box*, porém com aberturas em seu teto e um tipo de porta na sua parte frontal interior, sendo ideal para o transporte de cargas a granel sólidas, como por exemplo, grãos, açúcar, cimento etc. Esse tipo de *container* é carregado pelas aberturas no teto, com a porta devidamente fechada, e na hora da descarga o *container* é erguido e inclinado na direção da porta inferior sendo o seu conteúdo descarregado por ação da gravidade. Ainda existem outros tipos de *containers* especiais como os *open sides*, *half heights*, dentre outros (KOLINSKI e ANDRETTA, 2018).

Figura 6: Container open top 40 pés



Fonte: 3d Export, 2020

Figura 7 Container flat rack 40 pés



Fonte: 3d Export, 2020

A seguir, no quadro 3, algumas especificações dos *containers* especiais mais comuns:

Quadro 3: Especificações de *containers* especiais

Container 20' open top*			
Dimensões externas (pés)	Comprimento	Largura	Altura
	20'	8'	8' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento	Largura	Altura
	5.890 - 5.910	2.337 - 2.352	2.340 - 2.388
Aberturas das portas (mm)		Largura	Altura
		2.320 - 2.342	2.273 - 2.305
Pesos (kg)	Bruto	Tara	Capacidade de carga
	30.480	2.230 - 2.680	27.800 - 28.250
Volume (m3)			31,9 - 32,8
*Containers com pisos de aço e madeira à disposição. Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.			
Container 40' open top			
Dimensões externas (pés)	Comprimento	Largura	Altura
	40'	8'	8' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento	Largura	Altura
	12.034 - 12.050	2.348 - 2.352	2.331 - 2.332
Aberturas das portas (mm)		Largura	Altura
		2.337 - 2.342	2.273 - 2.340
Pesos (kg)	Bruto	Tara	Capacidade de carga
	30.480	3.720 - 4.250	26.230 - 26.760
Volume (m3)			65,7 - 67,9
Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.			
Container open top 40' high cube			
Dimensões externas (pés)	Comprimento	Largura	Altura
	40'	8'	9' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento	Largura	Altura
	12.032	2.352	2.655
Aberturas das portas (mm)		Largura	Altura
		2.340	2.585
Pesos (kg)	Bruto	Tara	Capacidade de carga
	30.480 - 32.500	4.300 - 4.440	26.180 - 28.200
Volume (m3)			75,1
Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.			

Container 20' flat rack

Dimensões externas (pés)	Comprimento 20'	Largura 8'	Altura 8' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento 6.058	Largura 2.438	Altura 2.219 - 2.234
Aberturas das portas (mm)		Largura -	Altura -
Pesos (kg)	Bruto 30.000 - 40.480	Tara 2.600 - 2.960	Capacidade de carga 27.400 - 37.040
Volume (m3)			-

Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.

Container 40' flat rack

Dimensões externas (pés)	Comprimento 40'	Largura 8'	Altura 8' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento 11.950	Largura 2.438	Altura 1.978
Aberturas das portas (mm)		Largura -	Altura -
Pesos (kg)	Bruto 45.000	Tara 5.180	Capacidade de carga 39.820
Volume (m3)			-

Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.

Container flat rack 40' high cube

Dimensões externas (pés)	Comprimento 40'	Largura 8'	Altura 9' 6"
Dimensões internas (mm)	Comprimento 11.950	Largura 2.438	Altura 2.264
Aberturas das portas (mm)		Largura -	Altura -
Pesos (kg)	Bruto 45.000 - 50.000	Tara 5.250 - 5.500	Capacidade de carga 39.500 - 44.750
Volume (m3)			-

Em todos os dados de dimensões, pesos e volumes, trata-se de valores médios.

Fonte: Hamburg sud, 2020

METODOLOGIA

Em grande parte dos canteiros de obras em nosso país é comum a construção de barracões de obras feitos de chapas de compensado para serem utilizados como instalações provisórias; porém, existem outras opções para a escolha da tipologia das instalações provisórias, como a utilização de *containers* estruturas modulares; possuindo cada uma delas vantagens e desvantagens. Porém, é importante planejar com antecedência a localização de cada um dos elementos do canteiro, para melhor utilização possível do espaço físico disponível, possibilitando assim que homens e máquinas possam trabalhar com segurança e de maneira eficiente. Isto se dá através da minimização das movimentações de materiais, componentes e trabalhadores da obra. Portanto, a localização das instalações provisórias deverá ser prevista antes do início das obras (SAURIN e FORMOSO, 2016).

Projetos de instalações provisórias

O sistema tradicional de montagem de canteiros de obras com barracões de madeira é conhecido por gerar grande quantidade de resíduos e gerar desperdício de materiais,

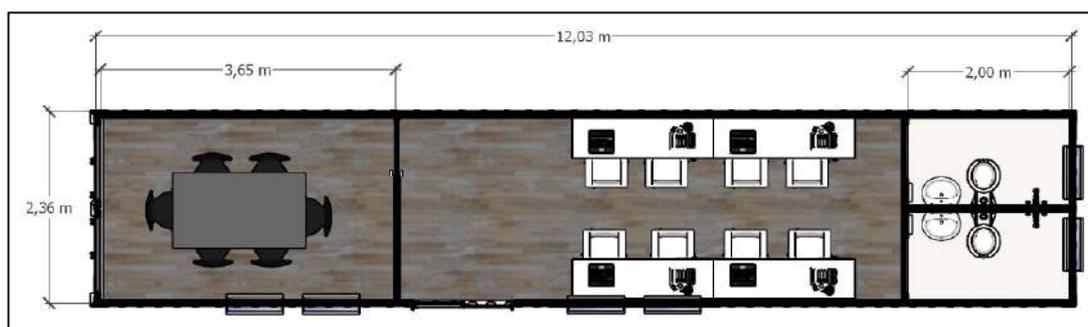
além das condições inadequadas de conforto ambiental e aspectos relacionados a higiene e segurança.

Utilizando-se *containers* como instalações das áreas de vivência nos canteiros de obras, pode-se obter melhores condições para a utilização destes espaços com grandes vantagens se comparado com as instalações feitas de madeira. Nas próximas seções serão apresentados exemplos de projeto e orçamento de três tipos de instalações provisórias: escritório, refeitório e instalação sanitária.

Escritório da obra em *container*

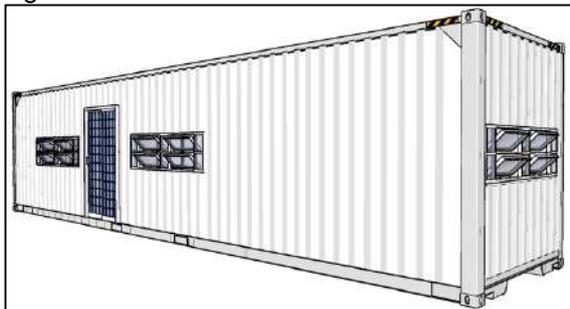
O exemplo de escritório de obra feito em *container* que será apresentado a seguir (Figuras 8 e 9) foi concebido utilizando-se a metodologia para a transformação de *container* em instalação habitável apresentada no texto, com algumas adaptações para proporcionar melhores condições para utilização das instalações. Para este projeto utilizou-se um *container drybox* de 40 pés, já rebatido e nacionalizado. O layout do projeto é composto de escritório, sala de reuniões e dois banheiros. Na pintura do *container* deve ser usada uma tinta específica para ambientes com alto grau de corrosão (C5-IM), para garantir que o *container* não sofra corrosão independente da região onde o escritório em *container* for instalado. A cor escolhida é o branco com o objetivo de proporcionar um melhor conforto térmico ao ambiente. Em todo o perímetro interno do *container* foram instaladas paredes drywall com espessura total de 6 cm preenchimento interno de lã pet para proporcionar melhor conforto termoacústico para o ambiente. O mesmo sistema foi utilizado para o forro e as paredes que dividem o ambiente: o forro é de drywall com camada de lã pet e as paredes são de drywall com preenchimento interno de lã pet e espessura final de 7,2 cm. O piso utilizado é o próprio piso de compensado naval do *container*, exceto para a área dos banheiros onde foi utilizado piso de cerâmica. Para esquadrias foram utilizadas três janelas basculantes de alumínio na medida de 2,00m x 0,60m, uma porta de correr de alumínio na medida de 1,20m x 2,15m, uma porta de alumínio na medida de 0,70m x 2,10m e duas portas de madeira na medida de 0,60m x 2,10m. O orçamento para a construção desde modelo de escritório em *container* está detalhado na tabela 1.

Figura 8: Layout de escritório de obra em *container*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Figura 9: Vista 3d do escritório de obra em *container*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Tabela 1: Orçamento para o escritório de obra em *container*

Tabela de Orçamento - Escritório em <i>container</i>					
Código	Descrição	un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total
01 CONTAINER - 40 PÉS- RES. ATACADO DO CONTAINER					
	Container 40 Pés (12,00m X 2,44m)	un.	1,00	10.900,00	10.900,00
	TOTAL				10.900,00
02 FORRO E PAREDES INTERNAS - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA					
	Fôrro Dry Wall com 8 ped 50mm	m ²	28,00	70,00	1.960,00
	Paredes Dry Wall com 13 ped 50mm	m ²	80,00	70,00	5.600,00
	TOTAL				7.560,00
03 ENCLAMADAS - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA					
	Janela de alumínio 0,60 m x 2,20 m, basculante, vidro com duas seções, com vidro acobado	un.	3,00	300,00	900,00
	Porta de Alumínio 0,60 m x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	un.	2,00	250,00	500,00
	Porta Sacada Travessa Alum. Brilh 1,25 2,10 X 1,20 C/tech	un.	3,00	687,50	687,50
	Porta de Alumínio 0,70 m x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	un.	1,00	300,00	300,00
	TOTAL				2.387,50
04 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA					
4.01 ÁGUA FRIA - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA					
	Reservatório d'água cilíndrico de fibra de vidro capacidade 1000 litros	un.	1,00	300,00	300,00
	Tubo de PVC sólido, com conexões Ø 25 mm	6 m	3,00	13,00	39,00
	Tubo de PVC sólido, com conexões Ø 40 mm	6 m	4,00	26,28	105,04
	Registo de pressão com conexão Ø 25 mm (1")	un.	3,00	30,00	90,00
	TOTAL				584,04
4.02 ESGOTO - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA					
	Tubo de PVC sólido, com conexões Ø 40 mm	6 m	3,00	29,29	87,87
	Tubo de PVC sólido, com conexões Ø 50 mm	6 m	3,00	28,98	86,94
	Tubo de PVC sólido, com conexões Ø 100 mm	6 m	3,00	45,00	135,00
	TOTAL				269,81
4.03 LOUÇAS, MEIAS BANHEIROS - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA					
	Bacia sanitária de louça, com tampa e acessórios	un.	2,00	190,00	380,00
	Lavatório	un.	2,00	49,99	99,98
	Chuveiro	un.	2,00	90,00	180,00
	Torneira de pressão metálica para pia	un.	2,00	50,00	100,00
	TOTAL				759,98
5 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA					
	Quadro de distribuição de luz em PVC de embudo, até 8 divisões modulares, dimensões externas 160 x 240 x 85 mm	un.	1,00	40,00	40,00
	Interruptor, uma tampa dupla bipolar gama 10 A - 250 V	un.	4,00	9,90	39,60
	Luminária fluorescente completa comercial com 2 lâmpada de 40 W, fixo, raio de sobressor	un.	4,00	30,00	120,00
	Tubo de PVC seção 1,5 mm ² - 750 V - 70°C	un.	8,00	6,80	54,40
	Caixa de tomada	un.	12,00	1,50	18,00
	Fletrôculo de PVC flexível corrugado Ø 33 mm 3/4" ROLO DE 100 M	100m	3,00	70,00	70,00
	Fio isolado de PVC seção 1,5 mm ² - 750 V - 70°C	100m	3,00	50,00	150,00
	Fio isolado de PVC seção 2,5 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	70,00	70,00
	Fio isolado de PVC seção 4 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	150,00	150,00
	Fio isolado de PVC seção 6 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	200,00	200,00
	TOTAL				908,00
6 ABRIMENTOS - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA					
	Aplicação de Hamento - 2,40 - 24 m ² por demão	un.	10,00	94,00	940,00
	Piso cerâmico - lastreiros	m ²	5,00	15,00	75,00
	Tinta branca látex coral 3,6L	un.	1,00	72,90	72,90
	Pintura com duas demãos	un.	3,00	300,00	900,00
	TOTAL				1.547,90
	VALOR TOTAL DA OBRA				24.792,86

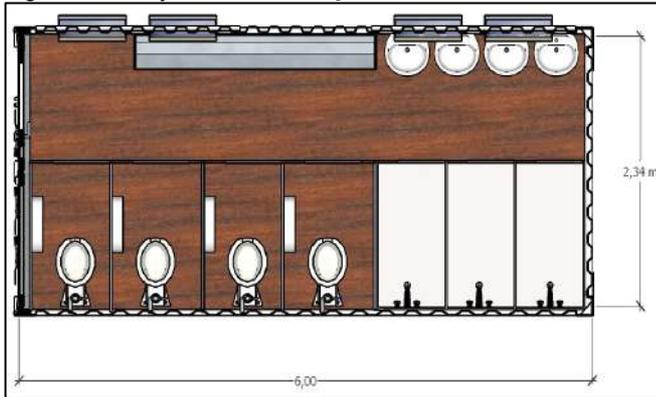
Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Instalação sanitária em *container*

O exemplo de instalação sanitária feito em *container* que será apresentado a seguir (Figuras 10 e 11) foi concebido utilizando-se a metodologia para a transformação de *container* em instalação habitável apresentada no texto, com algumas adaptações para proporcionar melhores condições para utilização das instalações. Para este projeto utilizou-se um *container* drybox de 20 pés, já rebatido e nacionalizado. O layout do projeto é composto de quatro compartimentos individuais com bacia sanitária, quatro lavatórios, três compartimentos individuais com chuveiros e mictório do tipo calha; suficiente para atender um grupo de 60 trabalhadores de acordo com a NR 24. Na pintura do *container* deve ser usada uma tinta específica para ambientes com alto grau de corrosão (C5-IM), para garantir

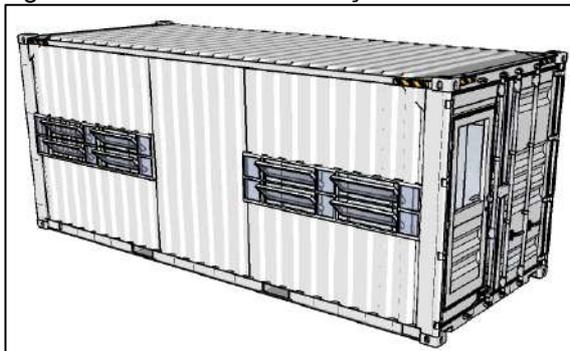
que o *container* não sofra corrosão independente da região onde o escritório em *container* for instalado. A cor escolhida é o branco com o objetivo de proporcionar um melhor conforto térmico ao ambiente. Para o forro utilizou-se o sistema drywall com camada de lã pet e as paredes são de drywall com preenchimento interno de lã pet. O piso utilizado é o próprio piso de compensado naval do *container*, exceto para a área dos compartimentos dos chuveiros onde foi utilizado piso de cerâmica. Para esquadrias foram utilizadas duas janelas basculantes de alumínio na medida de 2,00m x 0,60m e uma porta de alumínio na medida de 0,80m x 2,10m. O orçamento para a construção desde modelo de instalação sanitária em *container* está detalhado na tabela 2

Figura 10: Layout de instalação sanitária em *container*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Figura 11: Vista 3d da instalação sanitária em *container*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Tabela 2: Orçamento para instalação sanitária em *container*

Tabela de Orçamento - Instalação sanitária em <i>container</i>					
Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total
01	CONTAINER 20 PÉS - REF. ATACADO DO CONTAINER				
	Container 20 Pés (2,45x6,05)	Un.	1,00	7.900,00	7.900,00
	TOTAL				7.900,00
02	FORRO E PAREDES INTERNAS - REF. OLIVAR MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Forro Dry Wall com lã pet 50mm	m ²	14,00	70,00	980,00
	TOTAL				1.950,00
03	ESQUADRIAS - REF. OLIVAR MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Janela de alumínio 0,60 cm x 0,60 cm, basculante (vitrô) com uma seção, com vidro canalado	un.	4,00	100,00	400,00
	Porta de Alumínio 0,80 cm x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	un.	1,00	250,00	250,00
	TOTAL				650,00
05	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - REF. OLIVAR MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
5.01	ÁGUA FRIA - REF. OLIVAR MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Reservatório d'água cilíndrico de fibra de vidro capacidade 1000 litros	un.	1,00	300,00	300,00
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 25 mm	6 m	3,00	13,00	39,00
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 40 mm	6 m	4,00	26,26	105,04
	Registro de pressão com canopia Ø 25 mm (1")	un.	3,00	30,00	90,00
	TOTAL				534,04
5.02	ESGOTO - REF. OLIVAR MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 40 mm	6 m	1,00	26,26	26,26
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 50 mm	6 m	1,00	28,98	28,98
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 100 mm	6 m	3,00	45,00	135,00
	TOTAL				190,24

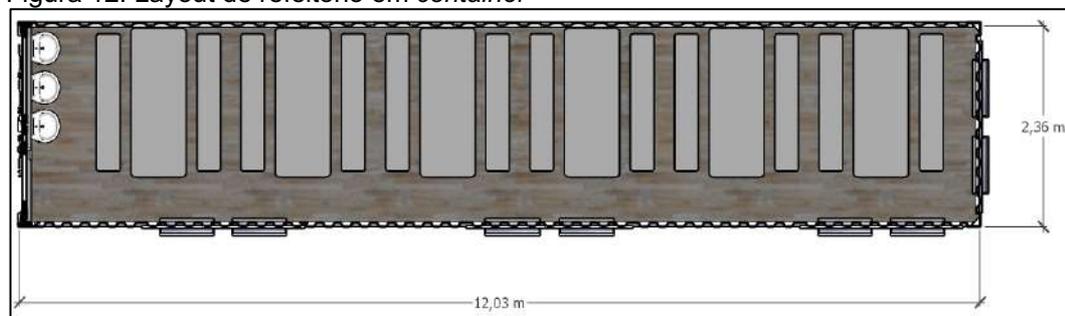
SUB	LOUÇAS, METAIS E APARELHOS - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA			
	Bacia sanitária de louça, com tampa e acessórios (lavatório)	un.	4,00	190,00
	Mictório aço calha coletivo 2,00m	un.	1,00	1.040,00
	Porta-bacia	un.	4,00	19,99
	Chuveiro	un.	4,00	19,99
	Divisórias sanitárias em laminado ts	un.	3,00	90,00
	Divisórias sanitárias em laminado ts	un.	7,00	630,00
	Torneira de pressão metálica para pia	un.	4,00	50,00
	TOTAL			7.179,98
6	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA			
	Quadro de distribuição de luz em PVC de embutir, ate 8 divisões modulares, dimensões externas 150 x 140 x 89 mm	un.	1,00	80,00
	Interruptor, uma tecla duplo bipolar simples 10 A - 250 V	un.	1,00	33,39
	Luminária fluorescente completa comercial com 2 lâmpada de 40 W, tipo calha de sobrepor	un.	2,00	50,00
	Tomada dois pólos mais terra 20 A - 127 V	un.	2,00	25,18
	Laixa de tomada	un.	3,00	5,00
	Eletroduto de PVC flexível corrugado Ø 32 mm 3/4" ROLO DE 100 M	100m	1,00	70,00
	Fio isolado de PVC seção 1,5 mm ² - 750 V - 70°C	100m	3,00	90,00
	Fio isolado de PVC seção 2,5 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	70,00
	Fio isolado de PVC seção 4 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	150,00
	Fio isolado de PVC seção 6 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	200,00
	TOTAL			918,75
7	PINTURA - REF. OLIMP MATERIAS DE CONSTRUÇÃO LTDA			
	Aplicação de Hammerite - 2,41 - 24 m ² por demão	un.	5,00	34,00
	Pintura com duas demãos	un.	2,00	320,00
	TOTAL			810,00
	VALOR TOTAL DA OBRA			19.162,91

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Refeitório em *container*

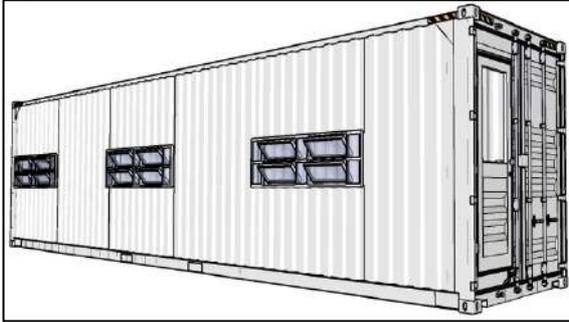
O exemplo de refeitório feito em *container* que será apresentado a seguir (Figuras 12 e 13) foi concebido utilizando-se a metodologia para a transformação de *container* em instalação habitável apresentada no texto, com algumas adaptações para proporcionar melhores condições para utilização das instalações. Para este projeto utilizou-se um *container* drybox de 40 pés, já rebatido e nacionalizado. O layout do projeto é composto de seis mesas de refeitório na medida 3,00m x 0,80 m com bancos e três lavatórios; suficiente para atender um grupo de 60 trabalhadores de acordo com a NR 24. Na pintura do *container* deve ser usada uma tinta específica para ambientes com alto grau de corrosão (C5-IM), para garantir que o *container* não sofra corrosão independente da região onde o escritório em *container* for instalado. A cor escolhida é o branco com o objetivo de proporcionar um melhor conforto térmico ao ambiente. Para o forro utilizou-se o sistema drywall com camada de lã pet e as paredes são de drywall com preenchimento interno de lã pet. O piso utilizado é o próprio piso de compensado naval do *container*. Para esquadrias foram utilizadas quatro janelas basculantes de alumínio na medida de 2,00m x 0,60m e uma porta de alumínio na medida de 0,80m x 2,10m. O orçamento para a construção desde modelo de instalação sanitária em *container* está detalhado na tabela 3.

Figura 12: Layout de refeitório em *container*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Figura 13: Vista 3d do refeitório em *container*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Tabela 3: Orçamento para refeitório em *container*

Tabela de Orçamento - Refeitório em <i>container</i>					
Código	Descrição	Un.	Quantidade	Preço unitário	Preço total
01	BARRIACAÇÃO 20 PES- REF. ATACADO DO CONTAINER				
	Container 40 Pes (2,44x12,00m)	Un.	1,00	10.900,00	10.900,00
	TOTAL				10.900,00
02	FORRO E PAREDES INTERNAS - REF. OLUP MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Ferro Dry Wall com LB pet 50mm	m ²	28,00	70,00	1.960,00
	Parede Dry Wall com LB pet 50mm	m ²	72,50	70,00	5.075,00
	TOTAL				7.035,00
03	ESQUADRIAS - REF. OLUP MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Janela de alumínio 0,60 m x 1,20 m, basculante (vitro) com duas seções, com vidro carelado	un.	4,00	300,00	1.200,00
	Porta de Alumínio 0,80 cm x 2,10 m, interna, com batente, guarnição e ferragem	un.	1,00	300,00	300,00
	TOTAL				1.500,00
04	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - REF. OLUP MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
4.01	ÁGUA-FRIA - REF. OLUP MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Reservatório d'água cilíndrico de fibra de vidro capacidade 1000 litros	un.	1,00	300,00	300,00
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 25 mm	6 m	3,00	13,00	39,00
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 40 mm	6 m	4,00	26,26	105,04
	Registro de pressão com canopia Ø 25 mm (1")	un.	3,00	30,00	90,00
	TOTAL				534,04
4.02	ESGOTO - REF. OLUP MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 40 mm	6 m	1,00	26,26	26,26
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 50 mm	6 m	1,00	28,99	28,99
	Tubo de PVC soldável, com conexões Ø 100mm	6 m	3,00	45,00	135,00
	TOTAL				190,24
4.03	LOUÇAS, METAIS E APARELHOS - REF. OLUP MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Lavatório	un.	3,00	49,99	149,97
	Saboneteira de louça 7,5 x 15 cm	un.	3,00	48,81	146,43
	Porta-toalha	un.	3,00	19,99	59,97
	Torneira de pressão metálica para pia	un.	3,00	50,00	150,00
	TOTAL				506,37
5	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS - REF. OLUP MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Quadro de distribuição de luz em PVC de embutir, até 8 divisões modulares, dimensões externas 150 x 240 x 89 mm	un.	1,00	80,00	80,00
	Interruptor, uma tecla dupla bipolar simples 10 A - 250 V	un.	1,00	8,90	8,90
	Luminária fluorescente completa comercial com 2 lâmpada de 40 W, tipo calha de sobrepor	un.	5,00	50,00	250,00
	Tomada dois polos mais terra 20 A - 127 V	un.	2,00	6,80	13,60
	Caixa de tomada	un.	3,00	5,00	15,00
	Eletroduto de PVC flexível corrugado Ø 32 mm 3/4" ROIO DE 100 M	100m	1,00	70,00	70,00
	Fio isolado de PVC seção 1,5 mm ² - 750 V - 70°C	100m	3,00	50,00	150,00
	Fio isolado de PVC seção 2,5 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	70,00	70,00
	Fio isolado de PVC seção 4 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	150,00	150,00
	Fio isolado de PVC seção 6 mm ² - 750 V - 70°C	100m	1,00	200,00	200,00
	TOTAL				1.007,50
6	PINTURA - REF. OLUP MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO LTDA				
	Aplicação de Hammerite - 2,4l - 24 m ² por demão	un.	10,00	34,00	340,00
	Pintura com duas demãos	un.	3,00	320,00	960,00
	TOTAL				1.300,00
	VALOR TOTAL DA OBRA				22.973,15

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Tabela 4: Resumo do levantamento de custos

Resumo do levantamento de custos	
Escritório em madeira R\$ 9.051,34	Escritório em <i>container</i> R\$ 24.787,66
Instalação sanitária em madeira R\$ 11.831,60	Instalação sanitária em <i>container</i> R\$ 19.162,91
Escritório em madeira R\$ 9.051,34	Escritório em <i>container</i> R\$ 24.787,66

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Com a mesma metragem quadrada e layout similar, obtivemos resultados distintos quanto ao custo das instalações (Tabela 4). Observou-se que o custo das instalações em madeira é mais baixo, porém, considerando-se que as instalações em *container* podem ser reutilizadas em obras posteriores, concluiu-se que a utilização de instalações provisórias em *container* se torna mais vantajosa economicamente a médio e longo prazo. A seguir, no quadro 6, gráficos que representam comparativo de custos por obra de cada projeto de instalação provisória apresentado neste estudo.

Quadro 4: Gráficos para comparativo de custo por obra



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Comparativo entre projetos: sistema tradicional e sistema de *containers*

Observou-se que ao realizar uma comparação entre a utilização de barracões de madeira e *container* como instalações provisórias em áreas de vivência nos canteiros de obras; as instalações feitas em *container* são as que proporcionam maiores vantagens levando-se em consideração o cenário atual do mercado da construção civil. São inúmeras as possibilidades para a utilização de *containers* marítimos reaproveitados e modificados em canteiros de obras para compor as instalações provisórias dos canteiros; eles podem ser utilizados como depósitos de materiais ou adaptados para serem áreas de vivência de maneira a proporcionar uma melhor organização do canteiro de obras. Ao analisar as tabelas de orçamentos, observou-se que as instalações provisórias em *container* têm um custo mais elevado se comparado com as instalações provisórias tradicionais feitas de barracão de madeira; porém, levando-se em conta questões relacionadas à praticidade, tempo de construção, durabilidade e o reaproveitamento de materiais, conclui-se que é viável a utilização de *containers* como áreas de vivência em canteiros de obras. Ainda, comparando-se com a construção do barracão de madeira, que a cada obra tem-se o mesmo custo com a construção da instalação provisória, a aquisição do *container* se torna viável também no sentido econômico pois excetuando-se os custos de manutenção, o valor gasto na aquisição do *container* é compensando com a reutilização do mesmo em obras posteriores.

Containers já adaptados para áreas de vivência podem ser adquiridos através empresas especializadas ou podem ser alugados pelo período em que será necessário dentro do canteiro de obras. Porém investindo-se na aquisição de *containers* usados e realizando-se a transformação do mesmo em instalação habitável, é possível gerar uma grande economia à longo prazo. Inicialmente existe custo elevado para a aquisição do *container* e a realização das adaptações necessárias, porém fazendo-se uma projeção de custos à longo prazo, têm-se uma inversão dos valores. Comparando-se com a realização da locação de um módulo de instalação sanitária em *container drybox* de 20 pés, que custa em média R\$ 1.200,00 mensais de acordo com as pesquisas realizadas neste trabalho; a aquisição e adaptação de um *container* usado se compensaria em torno de 12 meses de uso. Sendo assim, em obras com longo prazo de duração justifica-se ainda mais a aquisição e adaptação de um *container* usado.

A seguir no quadro 5 será realizado um resumo comparativo das vantagens da utilização de cada um dos sistemas.

Quadro 5: Comparativo *container* x barracão de madeira

Comparativo <i>container</i> x barracão de madeira		
Vantagens	<i>Container</i>	Barracão de madeira
TEMPO DE CONSTRUÇÃO	O <i>container</i> já adaptado para ser usado como instalação provisória é entregue pronto no local da obra.	Pode levar 3 dias ou mais para a construção do barracão dependendo do tamanho da construção.
FLEXIBILIDADE DE MODULAÇÃO	As instalações em <i>container</i> podem ser facilmente transportadas, alocadas e remanejadas, de acordo com a necessidade e demanda da obra.	Podem ser modificadas, ampliadas ou reduzidas, porém demandam tempo, custo e dispõem de mão de obra. Não são facilmente transportados ou desmontados.
SUSTENTABILIDADE	Baixa geração de resíduos, e considerável economia na utilização de recursos naturais, diminuindo assim o impacto ambiental gerado pelo consumo de materiais.	Grande quantidade de perdas, desperdícios de materiais e geração de resíduos.

HIGIENE	Facilidade de limpeza devido ao acabamento das paredes e piso do <i>container</i> .	Maior dificuldade de limpeza pelo fato de possuir paredes de madeira e piso cimentado.
DURABILIDADE E RESISTÊNCIA	Devido a sua estrutura de aço, o <i>container</i> possui maior durabilidade e maior resistência à impactos, intempéries e até mesmo à incêndios.	Por ser feito de tábuas e chapas de madeira, um material mais frágil e combustível, se torna vulnerável às intempéries.
SEGURANÇA	Possui estrutura extremamente resistente, fazendo com que fique menos vulnerável a roubos e furtos.	Possui maior fragilidade, pois a madeira não apresenta tanta resistência a violações.

Fonte: Kolinski e Andreta, adaptado pelos autores, 2020

Construção modular para canteiro de obras

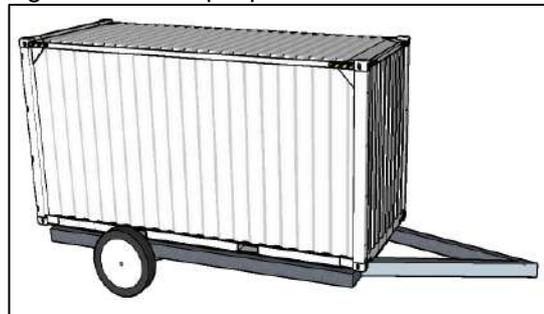
De acordo com as seções anteriores, observou-se uma série de vantagens que tornam viável e plausível a utilização de módulos construídos com *containers* nas áreas de vivência em canteiros de obras. Logo a utilização de *containers* pode ser utilizada em conjunto com outros tipos de estruturas pré-fabricadas, como telhados (Figura 14), escadas, estruturas metálicas desmontáveis, reboques (Figura 15) e outros componentes, configurando-se assim um canteiro de obras modular (Figura 16). O sistema de construção modular para canteiro de obras possibilita inúmeras soluções pois seus módulos são autoportantes e projetados para serem montados, desmontados e transportados com rapidez e praticidade o que significa uma grande vantagem, gerando economia de tempo e consequentemente de recursos. No sistema modular também não há desperdícios de materiais pois as instalações e módulos podem ser totalmente reutilizadas em inúmeras obras.

Figura 14: Telhado em módulos de *container*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Figura 15: Reboque para módulos de *container*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Figura 16: Canteiro de obras modular com *containers*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

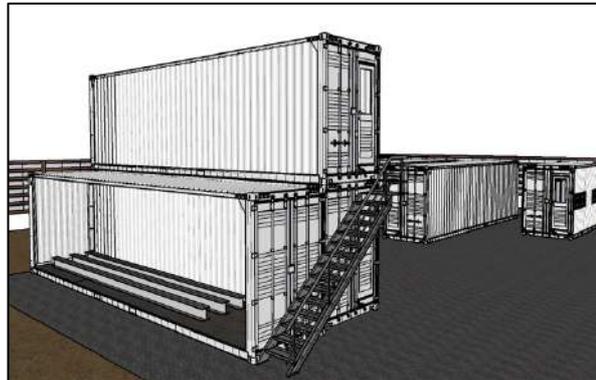
O sistema de canteiro de obras modular com *container* (Figura 17), é altamente indicado em situações em que é preciso construir instalações provisórias rapidamente, com segurança e de forma padronizada, o que o caso da maioria das grandes empresas de construção civil do país. Outra grande vantagem é a construção de instalações provisórias em dois ou mais pavimentos devido a possibilidade de empilhamento das instalações construídas com *containers* (Figura 18).

Figura 17: Modelagem 3d do canteiro de obras com *containers*



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Figura 18: Instalação provisória em dois pavimentos com *containers*



CONCLUSÃO

Em canteiros de obras de todo o país ainda é comum a utilização de barracões de madeira como áreas de vivência, estes sendo construídos *in loco* pelos próprios trabalhadores da obra que farão uso das instalações provisórias durante as etapas da obra; sendo que na maioria dos casos este tipo de instalação provisória apresenta condições ruins de qualidade para a sua utilização, tanto em aspectos relacionados à segurança quanto em aspectos relacionados ao conforto e higiene.

Dentre os principais motivos que levam as empresas construtoras a utilizar os barracões de madeira estão relacionados à tradição e a cultura, e aos custos atribuídos à aquisição e adaptação do *container*, pois financeiramente a utilização do *container* por empresas de pequeno porte só se torna viável através da locação dos módulos em *container*, ou no caso da aquisição e adaptação, o seu uso viabiliza-se em obras de longo prazo ou quando há uma grande demanda de obras.

Porém, analisando-se os pontos positivos e negativos da utilização de *containers* e estruturas modulares em canteiros de obras observa-se ter mais pontos positivos do que negativos. Considerando-se como aspectos positivos, observou-se uma melhor qualidade do ambiente devido aos materiais empregados no acabamento, fazendo com que os trabalhadores fiquem mais satisfeitos em relação as condições de segurança e higiene no ambiente de trabalho. Outras vantagens são a praticidade bem como a organização e a logística, que ficam facilitados dentro do canteiro de obras por se tratar de módulos móveis, possibilitando a alteração do layout e empilhamento dos módulos, diminuindo assim o espaço necessário para a sua instalação no canteiro de obras. Pelo fato de os módulos já serem prontos, acabados e possuir material resistente, não há gastos de tempo na construção, bem como não há a necessidade da utilização de trabalhadores da obra para a construção e posteriormente ao fim da obra não há demolição de barracos, bem como não há geração de resíduos. Ainda na questão da segurança quanto a roubos e furtos de materiais e ferramentas, a estrutura dos módulos de *container* torna mais difícil o acesso de pessoas não autorizadas no interior das instalações.

REFERÊNCIAS

- ABRATEC. **Associação Brasileira dos terminais de containers de uso público**. 2017. Disponível em: <<https://abratec.terminais.org.br/>>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. v. 5. Série Sustentabilidade. São Paulo: Blucher, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.284: Áreas de vivência em canteiros de obras**. Rio de Janeiro, 1991.
- ATADADO DO CONTAINER. Disponível em: <<https://www.atacadodocontainer.com/>>. Acesso em: 8 mar. 2020.
- BORGES, M. V. E. **NBR 12284/91 x NR 18/95 estudo comparativo dos pontos divergentes, coincidentes e complementares**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2009. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/josyannegiستا/ Disciplinas/projeto-integrador/2016-subsequente/tcc-nbr12284-x-nr18>>. Acesso em: 08 mar. 2020.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. **NR 18 Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção**. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 9 fev. 2020.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. **NR 24 Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 11 fev. 2020.
- BRASILEIRO, L. L. *et al.* **Reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Centro de Tecnologia - CT, Departamento de Química, LIMA, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v61n358/0366-6913-ce-61-358-00178.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2020.
- CARBONARI, L. T. **Reutilização de contêineres iso na arquitetura: Aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/156881>>. Acesso em: 16 mar. 2020.
- CASTRO, R. H. S. **Logística aplicada ao canteiro de obras**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/viewFile/577>>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- FERREIRA, E. A. M; FRANCO, L. S. **Metodologia para elaboração do projeto do canteiro de obras de edifícios**. Artigo 1998. Disponível em: <https://www.academia.edu/14747479/METODOLOGIA_PARA_ELABORA%C3%87%C3%83O_DO_PROJETO_DO_CANTEIRO_DE_OBRAS_DE_EDIF%C3%8DCIOS>. Acesso em: 11 fev. 2020.
- FILHO, H. R. P. **Os perigos dos contêineres para a acomodação das pessoas**. Revista AdNormas, 2019. Disponível em: <https://revistaadnormas.com.br/2019/02/19/os-perigos-dos-conteneres-para-a-acomodacao-das-pessoas/>. Acesso em: 11 mar. 2020.
- FLEIUSS, A. H. **A logística no transporte Internacional de carga**. 69 f. Monografia, Curso de Logística Empresarial, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro, 2004. Disponível

em: <<https://docplayer.com.br/3474021-A-logistica-no-transporte-internacional-de-carga.html>>. Acesso em: 11 mar. 2020.

GUEDES, R; BUORO, A. B. **Reuso de containers marítimos na construção civil**. Iniciação – Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística - Vol. 5, nº 3. 2015. Disponível em: <http://www.sp.senac.br/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2015/12/128_IC_corre%C3%83%C2%A7%C3%83%C2%B5es-do-autor.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2020.

HAMBURG SUID GROUP. <https://www.hamburgsudline.com/liner/pt/liner_services/services_products/container/index.html> Acesso em: 08 fev. 2020.

KOLINSKI, L.; ANDRETTA, M. G. **O uso de containers em áreas de vivência nos canteiros de obras: Um comparativo entre a madeira e o container**. Monografia (Curso de Engenharia Civil), Centro Universitário Curitiba, 2018. Disponível em: <https://www.unicuritiba.edu.br/images/tcc/2018/ec/LUANA_KOLINSKI_-_MARIANA_GABRIELE_ANDRETTA.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020.

MILANEZE, G. L. S. **A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de Criciúma/ SC**. Rev. Técnico Científica (IFSC), v. 3, n.1 (2012) Disponível em: <<https://periódicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/viewFile/577>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

MOM, UFMG. **Construção de estruturas temporárias de apoio à obra**. Disponível em: <http://www.mom.arq.ufmg.br/mom/17_obra_ida/PROCESSOS_files/PROCESSOS_002.html>. Acesso em: 10 mar. 2020.

NABACK, G. L. S. **Planejamento de canteiro de obras**. 30 f. Relatório de Metodologia Aplicada (Graduação em Engenharia Civil), Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Poços de Caldas, 2008. Disponível em: <<https://www.doccity.com/pt/canteiro-de-obras-1/4725735/>>. Acesso em: 09 mar. 2020.

QUALHARINI, E. L. **Canteiro de Obras**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

SAURIN, A.S.; FORMOSO, C.T. – **Planejamento de canteiro de obras e gestão de Processos**. V. 3. Recomendações técnicas Habitare. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SMANIOTTO, P. **Transformação de container em loja: simples e versátil**. Artigo, Revista Homify, Berlin, 2017. Disponível em: <https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/2682180/transformacao-de-container-em-loja-simples-e-versatil>. Acesso em: 2 abr. 2020.

SLATER, Don. **Cultura do consumo & modernidade**. São Paulo: Nobel, 2002.

STRESSER, E. **Avaliação de conformidade da Nr-18 em sete áreas de vivência de obras públicas do estado do paraná**. Monografia (Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1530/1/CT_CEEEST_XXV_2013_07.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.

WORLD SHIPPING COUNCIL. **History of containerization**. Disponível em: <<http://www.worldshipping.org/about-the-industry/history-of-containerization>>. Acesso em 08 mar. 2020.

Nathália Torres Soares

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

O problema habitacional brasileiro ainda sofre severas limitações, apesar de sua importância inquestionável, quanto ao seu dimensionamento a partir de uma ótica estritamente econômica. Aliada a essa questão, a Construção Civil está em constante evolução buscando tecnologias e técnicas que visam soluções mais econômicas e produtivas, com o objetivo de minimizar os custos e prazos da obra; sustentáveis, devido à grande quantidade de entulho e materiais desperdiçados e descartados na natureza. Nesse contexto surge um método inovador capaz de unir crescimento econômico e desenvolvimento sustentável: construção em containers. Pouco difundida, a técnica busca reutilizar essas grandes caixas de metal ou plástico, conferindo-lhes um novo destino, transformando-as em residências, locações temporárias, empresas e indústrias. Diante disto, esse artigo tem por objetivo demonstrar tópicos como análise de custo, tempo de execução, benefícios, vantagens, viabilidade, além de pontos negativos deste método construtivo em comparação com o método construtivo convencional. A fim de buscar embasamento, foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica, explicando de forma detalhada a aplicação da técnica. Apesar da pouca aplicabilidade da técnica no país, devido à falta de informação e divulgação, a construção em container tem bastante potencial para corresponder aos anseios de uma sociedade mais econômica, sustentável e moderna, além de ser mais uma opção na tentativa de minimizar o déficit habitacional brasileiro.

Palavras-chave: Containers; Construção Civil; Residencial.

INTRODUÇÃO

Segundo dados fornecidos pelo Banco Mundial e pelo Departamento do Censo dos Estados Unidos, no ano de 2017, éramos cerca de 7,53 bilhões de pessoas no mundo. A ONU, em 2019, estimou o número de 7,7 bilhões de habitantes no Planeta e prevê que esse número continue crescendo. Atualmente, a ONU estima que 1,8 bilhão de pessoas vivem em condições insalubres de moradia e sem-teto. Ou seja, cerca de 23% da população mundial não tem habitação.

O déficit habitacional é um indicador que contribui para a avaliação e formulação da política habitacional. O objetivo do indicador é orientar os agentes públicos responsáveis pela política habitacional na construção de programas capazes de suprir a demanda (IPEA, 2013).

O direito à moradia está previsto no Artigo 5º da Constituição Federal de 1988, como um direito fundamental. No entanto, a questão do déficit habitacional é um problema antigo no país.

Contudo, os projetos voltados para habitação popular utilizam métodos de construção convencionais; tendo por muitas vezes seu uso questionado, pois possui características construtivas pouco sustentáveis e de baixa produtividade. Com isso, surge a necessidade de buscar novas técnicas; desta forma, a utilização do container aparece como um novo método construtivo que ainda não se popularizou, apesar de possuir potencial e vantagens.

REFERENCIAL TEÓRICO

As demandas habitacionais no país se dividem em déficit quantitativo, que está associado à habitação precária, coabitação familiar, ônus excessivo com aluguel e adensamentos excessivos em domicílios alugados. Ou seja, visa entender a quantidade de unidades que precisam ser construídas para atender a demanda geográfica. E déficit qualitativo, está relacionado à carência de infraestrutura básica, adensamento excessivo em domicílios próprios, ausência de banheiro exclusivo, cobertura inadequada e inadequação fundiária ou cartorial. Ou seja, busca conhecer a quantidade de habitações consideradas inadequadas pela falta de infraestrutura, localização precária ou pelo excesso de pessoas (CAMARA, 2017).

O déficit habitacional da população é um dos aspectos que ultrapassam várias dimensões da desigualdade social no país. E a melhora da qualidade de vida está completamente relacionada à melhoria nas condições habitacionais. Para isso, os domicílios devem apresentar requisitos mínimos de construção e conservação, para serem considerados habitáveis (ALVES E CAVENAGHI, 2004).

Movidos pela necessidade de minimizar o problema, em 2007, o Governo Federal dá início ao PAC. Um conjunto de políticas que favorecem a execução de obras públicas relacionadas à infraestrutura, saneamento e habitação com o objetivo de acelerar o crescimento econômico brasileiro (LIMA e SILVA, 2015).

Particularidades das habitações populares

O principal programa habitacional do país é o Minha Casa, Minha Vida (MCMV), lançado em 2009; e que já entregou cerca de dois milhões de moradias para a população de baixa renda. Apesar de ter sido uma medida importante na implementação de políticas públicas voltadas a moradia, o programa apresenta uma série de deficiências (LIMA e SILVA, 2015).

Os empreendimentos populares são construídos baseados em dois fatores, a construção em larga escala e o menor preço possível. (FIESS *et al*, 2004).

A construção em grande escala, também repercute no fator prazo. Em geral, este, é estabelecido em função da data de entrega pretendida e não em função do planejamento das atividades necessárias. Dessa forma, as construtoras optam por processos construtivos e mão de obra que apresentem grande produtividade, sem levar em conta a sua qualificação; optam pelo menor custo, colaborando assim, para comprometer a qualidade dos serviços, e conseqüentemente, a qualidade do empreendimento (REIS, 2018).

Custos e Prazos

Os Custos Unitários Básicos da Construção (CUB) são valores divulgados todos os meses pelos Sindicatos da Indústria das Construções Estaduais. Deste modo, os valores

são regionais e variam de acordo com o estado. Esses valores são calculados de acordo com a Lei Federal nº 4.591 de 16/12/1964 e com a Norma Técnica NBR 12.721:2006 da ABNT (SINDUSCON, 2020).

O CUB é calculado de acordo de acordo com levantamentos feitos em termos de custo de materiais, mão de obra e alguns equipamentos necessários, para execução de projetos padronizados (Tabela 1). O total de custos envolvidos para a construção do imóvel é dividido pela área construída e como resultado temos o valor por metro quadrado. Para o cálculo de custos, são considerados; o padrão da construção, número de pavimentos, tipo de uso e área total (TETACRON, 2016).

Tabela 1: Valores CUB - Março/2020

VALORES EM R\$/m²

PROJETOS - PADRÃO RESIDENCIAIS

PADRÃO BAIXO			PADRÃO NORMAL			PADRÃO ALTO		
R-1	1.619,05	2,11%	R-1	1.944,32	2,42%	R-1	2.349,96	2,19%
PP-4	1.473,02	1,95%	PP-4	1.826,10	2,29%	R-8	1.878,72	2,10%
R-8	1.400,68	1,93%	R-8	1.588,93	2,37%	R-16	2.012,48	2,23%
PIS	1.090,07	2,16%	R-16	1.538,23	2,34%			

PROJETOS - PADRÃO COMERCIAIS CAL (Comercial Andares Livres) e CSL (Comercial Salas e Lojas)

PADRÃO NORMAL			PADRÃO ALTO		
CAL-8	1.839,42	2,30%	CAL-8	1.958,22	2,17%
CSL-8	1.580,65	2,41%	CSL-8	1.706,17	2,29%
CSL-16	2.102,57	2,41%	CSL-16	2.267,18	2,30%

PROJETOS - PADRÃO GALPÃO INDUSTRIAL (GI) E RESIDÊNCIA POPULAR (RP1Q)

RP1Q	1.706,37	2,69%
GI	887,12	2,37%

Fonte: SIDUSCON – RJ, 2020.

Nos cálculos de CUB não estão inclusos projeto, serviços preliminares, complementares e fundação, ou seja, é necessário a inclusão destes custos no valor final (SINDUSCON, 2020).

Os prazos definidos na construção civil dependem de uma infinidade de fatores, como as particularidades de cada projeto, o planejamento, detalhes nas estruturas e materiais utilizados. Cada pequeno fator tem um impacto operacional e influenciará de alguma forma com o cronograma do projeto (ATEX, 2017).

Métodos Construtivos

No quesito habitações populares, a segurança já é padronizada em todo país; contudo, um aspecto importante é o conforto térmico devido às diferenças regionais, pois a construção se comportará de maneiras diferentes dependendo da localidade (CIMENTO ITAMBE, 2009).

Atualmente no Brasil, os sistemas construtivos mais utilizados para este fim são: alvenaria estrutural, tanto com blocos de concreto quanto com blocos de cerâmico, alvenaria convencional sistema, *steel framing*, e paredes de concreto (SIDUSCON, 2018).

Na busca por métodos construtivos mais sustentáveis, a construção civil encontrou na utilização do Container, uma alternativa viável para habitações populares. Prática explorada em vários lugares do mundo; e que começa a ganhar espaço também no Brasil (MOREIRA *et al.* 2017).

Alvenaria Convencional

No Brasil, é um dos sistemas construtivos tradicionais, principalmente por não necessitar de uma mão de obra altamente especializada. É necessário efetuar o cálculo das dimensões dos elementos estruturais, bem como a quantidade de armadura necessária e a composição do concreto a ser utilizado. As lajes recebem a maior parte das cargas, que são transmitidas às vigas e estas distribuem nos pilares, que por sua vez descarregam na fundação. A vedação tem a finalidade de separar os ambientes e é executada utilizando-se de blocos de concreto ou cerâmico. No vão de portas e janelas, devem se executar vergas e contra-vergas, que são elementos estruturais em concreto armado, com o objetivo de evitar o aparecimento de fissuras nas paredes (Figura 1)(MORAES, 2018).

Figura 1: Parede: Alvenaria de vedação



Fonte: Blog pra Construir, 2018.

O tipo de fundação é determinado em função das características do solo onde a edificação será construída e da carga utilizada (REIS, 2018).

Para Vasquez e Pizzo (2014) há uma lista de vantagens na utilização deste método: Bom isolamento térmico e acústico; durabilidade; facilidade de produção por montagem; e boa aceitação do usuário. Como desvantagens, enumeram: Baixa produtividade na execução; deficiência na limpeza e higienização e grande impacto ambiental.

Sistema Construtivo em Containers

A partir, dos anos 2000, começaram a surgir às primeiras construções modulares. Um dos primeiros grandes projetos foi o *Container City 1* (Figura 2), executado pela empresa *Urban Space Management* na cidade de Londres, possuindo um total de 560 m² construídos e a utilizando cerca de 20 containers (MOURÃO, 2015).

Figura 2: Container City 1



Fonte: Urban 75, 2010.

No Brasil, o precursor desta técnica foi Danilo Corbas em meados de 2011. Baseado em diversas experiências com container, incluindo a do próprio sogro que já havia dormido em alojamentos feitos com este material. Corbas resolveu então construir sua própria casa container. Utilizando quatro containers de 40 pés que ocupam no total 196 m² do terreno (Figura 3) (MARADEI, 2017).

Figura 3: Primeira Casa Container do Brasil



Fonte: Casa Vogue, 2017.

Aspectos históricos do container

O responsável pela evolução dos containers foi Malcom McLean um americano, dono de uma frota de caminhões, que ao fazer uma entrega para um de seus clientes percebeu o tempo e o dinheiro que se perdia por conta da demora nas entregas. À medida que o mercado crescia, várias restrições de peso e taxas de cobrança para o transporte rodoviário eram criadas, foi então, que Malcom resolveu produzir um trailer de tamanho padrão que poderia ser transportado em centenas de unidades através dos mares, ao contrário dos caminhões. Em 1970, o mercado aceitou melhor essa novidade, o esperado era obter uma redução de custo de até 25%; quando comparado com outros tipos de transporte (MIRANDA, 2016).

Atualmente, devido à globalização o comércio mundial encontra-se em constante crescimento. Segundo uma pesquisa divulgada pela CEPAL (2017), em 2016 a movimentação de containers no mundo chegou a 47,5 milhões de TEUs. No Brasil, o porto de Santos que é o maior complexo portuário da América Latina registrou no ano de 2018, uma movimentação de cerca de 10,3 milhões de TEUs (ECSA CTR, 2019).

Os containers são construções metálicas, pré-fabricadas e formadas por uma estrutura com perfis e chapas de aço Corten que apresenta elevada resistência à corrosão; é composto por quatro vigas superiores e quatro vigas inferiores. Estes quatro montantes são providos de cantoneiras, que têm o objetivo de auxiliar no apoio, manuseio e travamento do conjunto. (CARBONARI E BARTH, 2015).

Segundo Carbonari (2015), existem várias normas ISO em vigor, no Brasil, que tratam sobre os containers como a ABNT NBR ISO 6346 (2002) que estabelece normas para utilização dos containers, determinando que cada mercadoria fosse transportada em um container específico, possuindo um sistema de identificação visual para que cada container contenha: número de série exclusivo, proprietário, código do país, tamanho, tipo e categoria de equipamento.

Segundo Ferreira Netto (2012), essas grandes caixas podem ser classificadas de acordo com seu uso, forma e características; sendo as mais requisitadas: Carregamento final (*Dry*) e (*High Cube*), Refrigerados (*Reefer*), Carregamento lateral (*Open Side*), para grandes cargas (*Flat Rack*) e para animais vivos (*Livestock*).

Particularidades das construções em container

Para garantir a segurança, é necessário realizar um laudo por um técnico com conhecimento sobre as normas internacionais de inspeção de containers que ateste a não existência de riscos a saúde (ABAD, 2018).

É necessário, ainda que o container esteja registrado em território nacional ao realizar qualquer tipo de alteração em sua estrutura. O proprietário deve possuir os documentos referentes à sua compra, a Licença de Importação (LI) e o Documento de Importação (DI). Nesses documentos consta o número de registro do container que também se encontra na placa de identificação (CASTILHO e IKEGAMI, 2015).

Os alvarás e licenças para uma construção de container são os mesmos de alvenaria, obtidos junto à prefeitura. De imediato, são necessários documentos como: planos, elevações, topografia, rede de esgoto, energia e desenhos estruturais (HOMETEKA, 2014).

É necessário observar as exigências específicas para utilizar o container em construções habitacionais, sendo estas, com relação à durabilidade, tipos de acabamento, estética, resistência e capacidade térmica (ABAD, 2018).

Fundação, terraplanagem e impermeabilização

A fundação mais utilizada para edificações em container é o apoio em quatro pilares de concreto (Figura 4). No entanto, existem diversos tipos de fundações com baixo custo de execução que podem ser usadas como sapatas isoladas sem armação, sapatas corridas ao redor de toda estrutura e os *radiers* (ABAD, 2018).

Figura 4: Fundações para Container



Fonte: Habitissimo, 2014.

A terraplanagem é rápida e econômica. A maioria dos projetos construídos prevê um platô único, utilizando um sistema de compensação de corte (50 cm) e aterro (até 80 cm), que podem ser realizados em até um dia. Com relação à impermeabilização, como não há grandes movimentos de terra, o relevo natural do terreno é respeitado, preservando o solo e o lençol freático. Ou seja, 85% do terreno ficam permeáveis, permitindo o escoamento da água da chuva (HOMETEKA, 2014).

Isolamento termoacústico

O isolamento térmico é indispensável quando se constrói em containers, pois o aço Cortén é um ótimo condutor térmico. No telhado, ainda é possível fazer um deck ou o telhado verde (eco telhado), utilizando hortas ou jardins; isso contribui para reduzir significativamente a temperatura interna. No entanto, essas alternativas são mais caras que as

convencionais, que também podem ser utilizadas; como manta térmica, telhado com telhas térmicas e telhado convencional (SALVNOTE, 2017).

A pintura externa é essencial para ajudar no isolamento térmico; já existem empresas que trabalham com uma tintura especial, preparada para isolar a passagem do calor, repelindo 90% da radiação. Na parte interna, existe uma variedade de opções como: lã de vidro (Figura 5), lã de rocha, isopor, fibra de vidro, espuma de poliuretano. As lãs ficam encostadas na chapa de aço do container, antes do acabamento, que por sua vez, pode ser de *Drywall*, placas de madeira compensada e placas cimentícias (SALVNOTE, 2017).

Figura 52: Isolamento térmico com Lã de vidro



Fonte: Liberdade Global, 2017.

Para o isolamento acústico existem muitas opções sustentáveis e eficientes de isolamento são a lã de pet, produzida a partir das fibras de poliéster provenientes de garrafas pet; e fibra ou placa de coco, material natural, renovável, biodegradável, reutilizável, reciclável, de alta durabilidade, não exala gás tóxico em combustão, além de conter alto teor de tanino que funciona como fungicida natural (OCCHI E ALMEIDA, 2016).

Instalações elétricas

O container é uma estrutura metálica e com isso está suscetível a raios. Logo, é necessário que o mesmo seja aterrado. Nas instalações de chuveiros, é recomendável o uso de disjuntores tipo DR, que desligam automaticamente em caso de curto circuito (MOREIRA *et. al*, 2017).

Cortes: janelas, portas, aberturas

O corte de janelas, portas e aberturas comprometem a estrutura do container, por isso, esse serviço deve ser feito por uma mão de obra especializada. Os painéis ondulados são comumente reforçados com o uso de *steel frame*. Deve-se levar em consideração o tamanho das aberturas e cargas do projeto, uma vez, que pode haver necessidade de inserção de colunas e vigas (HOMETEKA, 2014).

METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa literária, em mídias eletrônicas, artigos científicos e empresas que atuam na construção em container; visando entender o conceito, a história e utilização na construção civil. Em seguida, foi feito um levantamento bibliográfico em sites dos governos estadual e federal; além de uma revisão de artigos acadêmicos com o objetivo de entender sobre o déficit habitacional e como funcionam os programas habitacionais e os métodos construtivos utilizados para este fim.

Em seguida, foi feito um levantamento de custos por metro quadrado da residência utilizando alvenaria convencional e container marítimo. Com relação, a primeira o custo do metro quadrado, foi obtido por meio da Tabela CUB de Março de 2020. Posteriormente foi calculado o preço médio dos containers marítimo *Dry Standard*, perpassados dez anos de utilização, acrescido com os custos necessários para nacionalização do container e laudo de descontaminação (Tabela 2).

Tabela 2: Custos em média container Dry

ETAPAS CONSTRUTIVAS:	CUSTO (R\$)
Container usado	R\$ 7.000,00
Laudo de descontaminação	R\$ 800,00
Nacionalização - 30% em cima do container	R\$ 2.100,00
TOTAL:	R\$ 9.900,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Uma questão importante, que gera custos para o projeto final, é o transporte do container, uma vez que ele precisa ser transportado por um caminhão Munck gerando assim um frete que pode variar de R\$ 3,00 a R\$ 4,00 por km rodado.

Com o intuito de elaborar os custos relativos às fundações dos dois empreendimentos, foi realizada uma busca de preços médios dos insumos necessários, na referência SINAPI de março de 2020, relacionada aos preços praticados no Rio de Janeiro. Para estudo comparativo das residências, a fundação utilizada será o radier, uma vez que é de simples execução, baixo custo e suporta as cargas de ambos os projetos (Tabela 3).

Tabela 3: Custos fundação – SINAPI – Mar/2020

Fundação:				
DESCRIÇÃO:	UNIDADE:	QUANTIDADE:	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL:
FABRICAÇÃO, MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FORMA PARA RADIER, EM MADEIRA SERRADA, 4 UTILIZAÇÕES.	m²	4,2	R\$ 100,97	R\$ 424,07
CONCRETAGEM DE RADIER, PISO OU LAJE SOBRE SOLO, FCK 30 MPA, PARA ESPESSURA DE 15 CM - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m³	6,87	R\$ 355,90	R\$ 2.445,03
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREJA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 5,0 MM	KG	19,78	R\$ 14,55	R\$ 287,80
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 5,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES.	KG	19,78	R\$ 7,71	R\$ 152,50
ARMAÇÃO DE PILAR OU VIGA DE UMA ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO EM UMA EDIFICAÇÃO TERREJA OU SOBRADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM	KG	32,91	R\$ 9,60	R\$ 315,94
CORTE E DOBRA DE AÇO CA-50, DIÂMETRO DE 10,0 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES	KG	32,91	R\$ 6,50	R\$ 213,92
CONCRETAGEM DE BLOCOS DE COROAMENTO E VIGAS BALDRAMES, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO	m³	1,3	R\$ 372,86	R\$ 484,72
			TOTAL:	R\$ 4.323,98

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

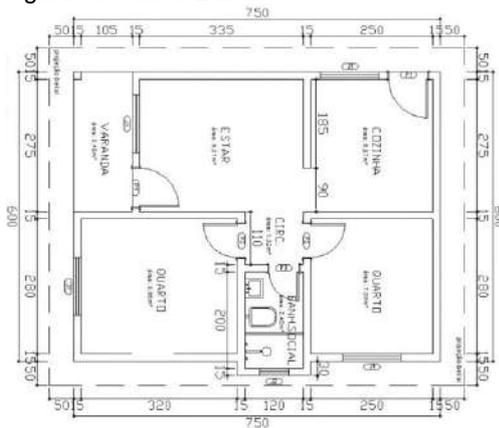
CASAS POPULARES: CONTAINER X ALVENARIA CONVENCIONAL

A construção civil brasileira possui um mercado conservador, no entanto, a utilização do container na construção, pouco a pouco, vem ganhando espaço.

Características do projeto – Alvenaria convencional:

O projeto escolhido possui 45,45 m² (Figura 6) e, contém: dois dormitórios, sala de estar/refeições, cozinha, banheiro, circulação e área de serviço externa.

Figura 63: Planta Baixa



Fonte: Casas Pre Curitiba, 2017.

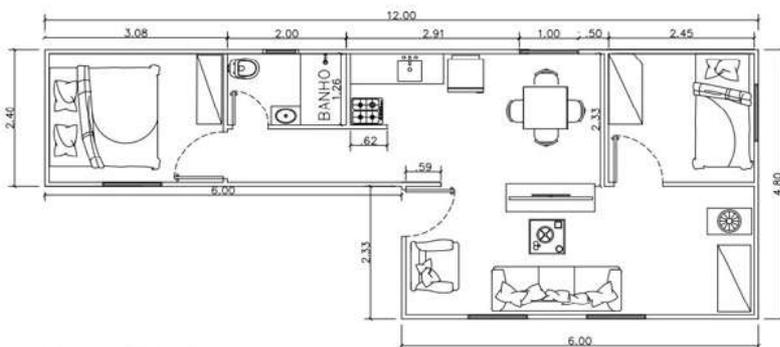
Segundo a tabela do CUB o valor estimado do m² no Rio de Janeiro para residências de padrão popular é de R\$ 1.706,37. Ou seja, em um imóvel com 45,45 m² o custo previsto é de R\$ 77.554,52. Somando-se a este custo, o valor necessário para construção da fundação, tem-se o custo total de R\$ 81. 878,50.

O prazo estimado é de cerca de cinco meses, podendo se estender. Outro fator importante, que deve ser levado em consideração, é a geração de resíduos, visto que, estes geram um grande impacto ambiental.

Características do projeto – Casa em container

O projeto escolhido possui 45 m² (Figura 7), utilizando containers de 20 e 40 pés acoplados, contendo: dois dormitórios, sala de estar com cozinha integrada, banheiro, circulação e área de serviço externa.

Figura 7: Planta casa container



Fonte: UP! Container, 2020.

O prazo médio para construção varia de um a dois meses e a geração de resíduos é bem reduzida, já que é uma obra limpa e utiliza menos materiais, agredindo menos o meio ambiente.

Comparando os sistemas construtivos

Na comparação entre os dois métodos construtivos, o que mais chama atenção é o custo da execução (Tabela 4), uma vez que habitação popular em container é 38% mais econômica que a construção em alvenaria convencional. O prazo estimado para conclusão do projeto também merece destaque; uma vez, que o primeiro método tem uma vantagem

de três meses em relação ao outro, garantido assim, uma economia ainda maior, visto que quanto mais tempo 'perdido' em uma obra, mais dinheiro é injetado seja em mão de obra ou em aluguel de equipamentos.

Tabela 4: Comparativo de Custos

COMPARATIVO DE CUSTOS		
	ALVENARIA CONVENCIONAL	CONTAINER
Área de Construção:	45,45 m ²	45 m ²
Custo por m ² :	R\$ 1.706,37	1.227,00
Custo total m ² :	R\$ 77.554,52	R\$ 55.215,00
Custo fundação:	R\$ 4.323,98	R\$ 4.323,98
Custo total da construção:	R\$ 81.878,50	R\$ 59.538,98

Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

Outro aspecto importante é a questão ambiental, uma vez que na alvenaria convencional, há um notável descarte de resíduos; todos os anos a construção civil gera cerca de 84 milhões de m³, destes somente cerca de 17 milhões de m³ são aproveitados. Enquanto, as habitações em container levam quase à zero a produção de resíduos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da moradia tem suma importância em vários aspectos da vida humana, seja relacionada à saúde, qualidade de vida e dignidade. Com isso, é necessário que a questão do déficit habitacional seja tratada de maneira mais eficiente, visando resolver não só a questão do déficit quantitativo, como também do déficit qualitativo.

Ao comparar e analisar as vantagens e desvantagens das construções em container, em substituição da alvenaria convencional, demonstra-se possível. Uma vez que há a redução de custos, prazos e um aumento de vantagens ambientais; sendo possível, ainda elaborar projetos personalizados e sustentáveis em longo prazo, trazendo benefícios financeiros as famílias contempladas.

Deste modo, é inegável que as vantagens deste método se sobrepõem as desvantagens e peculiaridades, surgindo desta forma como um método viável, inovador e sustentável; contribuindo para o crescimento socioeconômico e baixo impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

ABAD, B. C. P. **Estudo do uso de containers para a construção de edificações comerciais: estudo de caso em construção de escola de educação básica**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil), Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: < <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10025449.pdf> > Acesso em: 16/06/2020;

ALVES, J. E. D; CAVENAGHI, S. **II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais: déficit habitacional, famílias conviventes e condições de moradia**. Artigo, 2006. Disponível em < https://www.ibge.gov.br/confest_e_confega/pesquisa_trabalhos/arquivosPDF/M301_01.pdf > Acesso em: 26/04/2020;

ATEX. **Dicas e cuidados ao escolher materiais de construção.** Artigo de Mídia eletrônica, 2017. Disponível em: < <https://www.atex.com.br/blog/materiais/dicas-e-cuidados-ao-escolher-materiais-de-construcao/> > Acesso em 09/04/2020;

BANCO MUNDIAL. **Relatório Anual 2017.** Disponível em: < <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27986/211119PT.pdf> > Acesso em: 07/04/2020;

BRASIL, Decreto nº 80.145, de 15 de agosto de 1977. Brasília, DF, 1977. Disponível em: < <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-80145-15-agosto-1977-429176-publicacaooriginal-1-pe.html> > Acesso em 09/04/2020;

CAMARA. **Avaliação de políticas públicas.** Disponível em: < https://www2.camara.leg.br/orcamento-da-uniao/estudos/2017/InformativoAvaliacaoPoliticPublicasPMCMV_WEB.pdf > Acesso em: 09/04/2020;

CARBONARI, L. T. **Reutilização de contêineres ISO na arquitetura: aspectos projetuais, construtivos e normativos do desempenho térmico em edificações no sul do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2015. Disponível em: < <file:///C:/Users/CEG-005/Downloads/336278.pdf> > Acesso em: 16/06/2020;

CARBONARI, L. T; BARTH, F. **Reutilização de contêineres padrão ISO na construção de edifícios comerciais no sul do Brasil.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 6, n. 4, p. 255-265, 2015. Disponível em: < <file:///C:/Users/CEG-005/Downloads/8641165-Texto%20do%20artigo-17473-1-10-20160321.pdf> > Acesso em: 16/06/2020;

CASTILHO, P.; IKEGAMI, T. F. **Como escolher um container para sua casa.** Artigo de mídia eletrônica, 2015. Disponível em: < <http://minhacasacontainer.com/2015/04%2030/como-escolher-um-container-%20para-%20sua-%20casa> > Acesso em: 07/04/2020;

CIMENTO ITAMBE. **Sistemas construtivos vão definir o sucesso do Minha Casa, Minha Vida.** Artigo de mídia eletrônica, 2009. Disponível em: < <https://www.cimentoitambe.com.br/sistemas-construtivos-vaio-definir-o-sucesso-do-minha-casa-minha-vida/> > Acesso em 07/04/2020;

ECSA CRT. **Movimentação de contêineres deve crescer 6,5% ao ano.** Artigo mídia eletrônica, 2019. Disponível em: < https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/cadernos/jc_logistica/2019/03/676167-movimentacao-de-conteineres-deve-crescer-6-5-ao-ano.html > Acesso em: 16/06/2020;

FISS, J. R. F., OLIVEIRA, L. A., BIANCHI, A. C., THOMAZ, E, 2004. **Causas das ocorrências de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais do estado de São Paulo,** I Conferência latino-americana de construção sustentável / X Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, São Paulo, SP, Brasil, 18-21 julho. Disponível em: < https://www.academia.edu/37883410/CAUSAS_DA_OCORRENCIA_DE_MANIFESTA%C3%87%C3%95ES_PATOL%C3%93GICAS_EM_C%C3%83NJUNTOS_HABITACIONAIS_DO_ESTADO_DE_S%C3%83O_PAULO > Acesso em: 15/03/2020;

HOMTEKA. **8 dicas de arquitetura e construção com containers.** Artigo em mídia eletrônica, 2014. Disponível em: < <https://www.hometeka.com.br/inspire-se/8-dicas-de-arquitetura-e-construcao-com-containers/> > Acesso em: 16/04/2020;

IPEA. **Estimativa de déficit habitacional brasileiro (2007 – 2011) por municípios.** Nota técnica, 2013. Disponível em: <

https://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/nota_tecnica/130517_notatecnicadirur01.pdf > Acesso em: 09/04/2020;

MARADEI, G. **Casal vive em casa feita com containers há 6 anos**. Artigo em mídia eletrônica, 2017. Disponível em: < <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Casas/noticia/2017/01/casal-vive-em-casa-feita-com-containers-ha-6-anos.html> > Acesso em: 05/11/2019;

MIRANDA. **História Completa dos Containers**. Artigo em mídia eletrônica, 2016. Disponível em < <https://mirandacontainer.com.br/historia-completa-containers/> > Acesso em 16/06/2019;

MORAES, B. D. **Comparação de custos de unidades habitacionais de interesse social produzidas por sistemas construtivos convencional e paredes de concreto**. Monografia (Graduação Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22275/2/Compara%C3%A7%C3%A3oCustosUnidades> > Acesso em: 07/04/2020;

OCCHI, T; ALMEIDA C. C. O. **Uso de containers na construção civil: viabilidade construtiva e percepção dos moradores de Passo Fundo-RS**. Revista de Arquitetura IMED, 5(1): 16-27, 2016.

SALVADOTE R. **Como Construir uma Casa em Container Passo a Passo**. Artigo em mídia eletrônica, 2017. Disponível em: < <http://liberdadeglobal.com.br/construir-uma-casa-container-passo-3/> > Acesso em: 16/06/2020;

Márcio André Machado Paschoal

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Vitor Vinicius Alves da Silva

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

Devido ao grande número de construções realizadas nos séculos e décadas passadas e com o intuito de manter vivos os vários momentos de nossa história retratando-a as gerações atuais e futuras, nosso período colonial e a influência cultural e construtiva sofrida em determinado local, bairro, cidade e estado, com a preservação de nossos bens culturais e materiais. Essa presença cultural e material de nossa história está presente em todo o território nacional e retratam que países e culturas nos influenciaram e em que momento de nossa história isso se deu. Para que nossa identidade não se perdesse, a criação do IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) veio no intuito de preservar e identificar áreas que retratassem essas manifestações culturais e materiais de nosso passado criando regiões e construções tombadas, regulamentando leis e normas de preservações, não permitindo que sejam destruídas ou que intervenções se realizem fora dos padrões que regem o seu estatuto. Sendo assim qualquer obra que se realizará em bens tombados será seguida de projetos apresentados juntos aos órgãos competentes e suas devidas autorizações, mas principalmente seguindo as determinações do IPHAN em relação ao que poderá ser feito e o que terá que ser preservado e restaurado, mantendo as características originais, de acordo com o próprio acerto de fotos do bem imóvel em questão, pois em um dado momento da história, a construção sofreu intervenções que tiraram as características originais do projeto inicial e dessa forma o IPHAN decidirá o que será feito na concepção da restauração, como por exemplo, construções que no passado sofreram aumento de sua área, mas mantiveram as características originais estéticas e arquitetônicas de sua fachada. Sendo assim o grande objetivo é restaurar, preservar, reintegrando esse imóvel a paisagem, ao uso público ou privado, mas acima de tudo revitalizando a região, estimulando o comércio local e turístico e dessa forma incentivando que governos ou proprietários de outros imóveis tomem a mesma iniciativa de restauração e re colocação do bem no mobiliário urbano trazendo a reocupação dos centros urbanos nas grandes cidades, não só comercialmente, mas também aumentando o número de moradias ocupadas.

Palavras-chave: Patrimônio Histórico; Período Colonial; IPHAN.

INTRODUÇÃO

Conforme IPHAN (2010), Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, a grandiosidade do patrimônio cultural brasileiro, repleto de realizações e manifestações materiais e imateriais espalhadas por todo o país, ainda em 1937, através da promulgação do Decreto Lei nº 25, foi estabelecida uma legislação específica sobre o tema, tornando-se o Brasil precursor na América Latina.

Tratava-se de uma das grandes conquistas da intelectualidade brasileira, introduzindo o entendimento – revolucionário para a época – capaz de implantar e manter uma legislação eficiente e em grande parte atual, norteadas pela prevalência do interesse público sobre o privado, e pela grandeza de espírito que define a abrangência do que pode constituir nosso patrimônio. É importante destacar que a preservação do patrimônio cultural no Brasil nasceu distante do saudosismo, e nunca se contrapôs aos verdadeiros processos de desenvolvimento, mas por divergir do “crescimento a qualquer custo”, foi injustamente acusada de restritiva (IPHAN, 2010).

De acordo com Vargas (1998), os centros das cidades têm sido identificados como o lugar mais dinâmico da vida urbana, animados pelo fluxo de pessoas, veículos e mercadorias decorrentes da marcante presença das atividades terciárias, transformando-se no referencial simbólico das cidades. Historicamente eleitos para a localização de diversas instituições públicas e religiosas, os centros têm a sua centralidade fortalecida pela somatória de todas essas atividades, e o seu significado, por vezes, extrapola os limites da própria cidade.

No caso do Rio de Janeiro, o projeto corredor cultural, desenvolvido na década de 1980, revela-se como uma experiência precursora e paradigmática das chamadas intervenções de preservação/ revitalização urbana (VARGAS, 1998).

Segundo Magalhães (2001), entre os projetos realizados e as ações implementadas, destacam-se na década de 1980 e 1990, as intervenções físicas (recuperação de praças, de ruas de serviços, de calçadas, com atenção ao paisagismo, a arte urbana e ao mobiliário urbano), as denominadas de “controle urbano” (ordenação de ambulantes, de estacionamentos de veículos, retirada de população de rua) e outras, às quais não faltam ingredientes como a city marketing e as parcerias público-privada.

O bem cultural imóvel arquitetônico é, talvez, o que apresenta maior complexidade no momento da elaboração do projeto de intervenção. Neste caso, à conservação física soma-se uma gama de fatores que nela interferem e que determinam suas diretrizes. A começar por sua condição de patrimônio cultural, dotado de significados e representações, passando por sua utilização - a adequação dos espaços antigos a novos usos, pela necessidade de atualização ou, muitas vezes, de introdução de novas instalações prediais que garantam a segurança e a possibilidade de um uso atual, até a definição de materiais e técnicas atuais adequadas e compatíveis aos presentes no edifício (BRAGA, 2003).

De acordo com Paiva *et. al.* (2006), há muitos séculos existe a preocupação de conservar o patrimônio arquitetônico, mas apenas monumentos que apresentavam valores históricos eram alvos de ações. Até ao século XVIII, entendia-se por “restauro” qualquer intervenção visando à reutilização de construções disponíveis, utilizando os conceitos arquitetônicos, os conhecimentos e as normas vigentes na época da intervenção. No século XIX se ampliam os conceitos de patrimônio e da sua conservação, com a discussão de quais metodologias se devem aplicar na conservação e/ou no reparo.

Conforme Braga (2003), a obra de restauração apresenta determinadas particularidades que a distinguem de uma obra civil para um novo edifício ou para a reforma de um edifício que, em princípio, não tem implicações preservacionistas.

Outros fatores também justificam o investimento em ações de reabilitação, são eles (CROITOR, 2008):

- a) Reutilização da infra-estrutura já existente e do entorno de toda região.
- b) Conseqüência da modificação na paisagem urbana
- c) Preservação do patrimônio histórico e cultural
- d) Déficit de habitação e sustentabilidade ambiental

Contextualização

Segundo Moraes e Quelhas (2012), é necessário que se realize um levantamento de dados para obter qualquer informação relacionada ao histórico da construção: levantamento métrico da edificação, (traduzido em plantas originais, cortes e fachadas), levantamentos cadastrais das instalações existentes (elétrica, hidráulica e sanitária) e, no caso de um bem histórico, realizar também o levantamento dos elementos artísticos móveis e integrados pertencentes àquela edificação, pois faz parte de seu acervo e de sua história.

O bem cultural imóvel arquitetônico é, talvez, o que apresenta maior complexidade no momento da elaboração do projeto de intervenção. Neste caso, a conservação física soma-se uma gama de fatores que nela interferem e que determinam suas diretrizes. A começar por sua condição de patrimônio cultural, dotado de significados e representações, passando por sua utilização - a adequação dos espaços antigos a novos usos, pela necessidade de atualização ou, muitas vezes, de introdução de novas instalações prediais que garantam a segurança e a possibilidade de um uso atual, até a definição de materiais e técnicas atuais adequadas e compatíveis aos presentes no edifício (COELHO, 1993).

Situação problema

A análise das intervenções destinadas à renovação urbana do Rio de Janeiro no século XX revela que, para além dos seus objetivos parcialmente alcançados, muitas delas produziram resultados imprevistos que contribuíram para a degradação dos espaços da cidade. Diferentes fatores e circunstâncias, projetos ambiciosos e radicais não lograram em instituir dinâmicas que conduzissem aos efeitos esperados, gerando, no decorrer deste século áreas deterioradas, vazios urbanos e graves perdas ao patrimônio histórico e cultural, bem como a expulsão da população moradora (VAZ, 1994).

Segundo Roders (2006), identifica que, dependendo da maneira como o projeto original foi concebido em termos de longevidade da edificação, o projetista de reabilitação, além de ter que desenvolver um novo conceito sobre algo que já passou por um processo de projeto anteriormente, terá que saber lidar também com as intervenções feitas posteriormente.

A primeira etapa de uma obra de conservação/restauração deve ser obviamente após a montagem do canteiro de obras, contemplada pelos serviços de proteção dos elementos considerados de valor arquitetônico e artístico; pelos serviços de proteção das áreas de risco e criação de acessos seguros e pelos serviços de complementação das pesquisas arqueológicas (BRAGA, 2003).

Conforme Fontenelle (2002), certas empresas construtoras e incorporadoras no Brasil ainda não foram despertadas para a importância de se investir nas etapas preliminares do empreendimento, principalmente naquelas relacionadas às atividades de projeto e que terão reflexos diretos no desempenho do edifício.

Hipóteses

Nesse caso a experiência do engenheiro civil em gerir obras tombadas pelo patrimônio histórico anteriores é de fundamental importância tanto na leitura do projeto arquitetônico quanto na interação entre o velho e o novo com a leitura correta do que se quer, com o que se precisa preservar e também com as implementações e adaptações no intuito de unir de forma harmoniosa a estrutura tombada com a nova estrutura contemporânea que surgira como parte da expansão.

A fase de implantação do canteiro de obras é de grande importância, pois é necessária uma ampla avaliação do estado da estrutura existente, mapeando o que deverá ser preservado e o que será removido para dar lugar à nova estrutura que será construída. A partir dessa análise será necessária a montagem de andaimes tanto externo e internamente a fachada que será preservada, formando uma proteção contra desmoronamentos e permitindo o tráfego de pessoas nos arredores da obra e o trânsito dos colaboradores, facilitando o acesso às partes que serão demolidas e trazendo segurança dentro da obra.

A leitura correta do projeto irá determinar de forma planejada, o que será preservado, os riscos tanto no processo de restaurar, quando nas demolições e de forma mais importante as etapas a ser seguido para o bom andamento da obra e dessa forma as possíveis situações que poderão ser encontrada e dessa forma traçar um cronograma que se alinhará de forma mais realista ao planejamento.

Meios de pesquisa

A pesquisa foi realizada através do Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937 e a Portaria nº 420, de 22 de dezembro de 2010 que dispõe sobre os procedimentos a serem observados para a concessão de autorização para realização de intervenções em bens edificados tombados e nas respectivas áreas de entorno, material esse disponibilizado em visita realizada ao Instituto do patrimônio histórico e artístico nacional (IPHAN) e entrevistas com seus colaboradores e também a diversas literaturas citadas no decorrer da pesquisa onde se podem comprovar todas as teorias em um estudo de caso de obra de construção e restauração de edificação tombada pelo patrimônio histórico situado à Rua República do Líbano, nº 78 Centro, Rio de Janeiro, Brasil constatando-se todas as particularidades e nuances da intervenção em construção tombada pelo patrimônio histórico. Nessa fase de estudo de caso foram analisados todos os documentos disponibilizados pela empresa construtora e através dos procedimentos realizados informados pelo engenheiro responsável pelo andamento da obra.

Objetivo

O objetivo do artigo consiste em especificar o processo de reforma do imóvel tombado pelo patrimônio histórico, de acordo com a norma vigente do IPHAN.

REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Vargas (2009), os centros das cidades têm sido identificados como o lugar mais dinâmico da vida urbana, animados pelo fluxo de pessoas, veículos e mercadorias decorrentes das marcantes presenças das atividades terciárias, transformando-se no referencial simbólico das cidades. Observam-se, no decorrer da história, que os centros das cidades têm recebido diversas adjetivações: centro histórico, centro de negócios, centro tradicional, centro de mercado, centro principal ou, simplesmente, centro.

Já o conceito de centro histórico está associado à origem do núcleo urbano, reforçando a valorização do passado (Carrion, 1998). O centro histórico não deve, portanto, ser analisado como se fosse um lugar predestinado à fantasmagoria de perda causada mais pelo desaparecimento das referências do presente que pela real saudade do passado (HUYSSSEN, 2000).

Conforme Vargas (2009) intervir nos centros urbanos pressupõe não somente avaliar sua herança histórica e patrimonial, seu caráter funcional e sua posição relativa na estrutura urbana, mas, principalmente precisar o porquê de se fazer necessária a intervenção.

De acordo com PORTARIA do IPHAN Nº 420, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2010 que dispõe sobre os procedimentos a ser observados para a concessão de autorização para realização de intervenções em bens edificados tombados e nas respectivas áreas de entorno, no CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES o Art. 3º para os fins e efeitos desta Portaria são adotadas algumas das seguintes definições:

- a) Intervenção: toda alteração do aspecto físico, das condições de visibilidade, ou da ambiência de bem edificado tombado ou da sua área de entorno, tais como serviços de manutenção e conservação, reforma, demolição, construção, restauração, recuperação, ampliação, instalação, montagem e desmontagem, adaptação, escavação, arruamento, parcelamento e colocação de publicidade;
- b) Reforma Simplificada: obras de conservação ou manutenção que não acarretem supressão ou acréscimo de área, tais como: pintura e reparos em revestimentos que não impliquem na demolição ou construção de novos elementos; substituição de materiais de revestimento de piso, parede ou forro, desde que não implique em modificação da forma do bem em planta, corte ou elevação; substituição do tipo de telha ou manutenção da cobertura do bem, desde que não implique na substituição significativa da estrutura nem modificação na inclinação; manutenção de instalações elétricas, hidrosanitárias, de telefone, alarme, etc.; substituição de esquadrias por outras de mesmo modelo, com ou sem mudança de material; inserção de pinturas artísticas em muros e fachadas;
- c) Reforma ou Reparação: toda e qualquer intervenção que implique na demolição ou construção de novos elementos tais como ampliação ou supressão de área construída; modificação da forma do bem em planta corte ou elevação; modificação de vãos; aumento de gabarito, e substituição significativa da estrutura ou alteração na inclinação da cobertura;
- d) Construção Nova: construção de edifício em terreno vazio ou em lote com edificação existente, desde que separado fisicamente desta; (IPHAN,2010).

Além dos fatores relativos ao programa de necessidades e às técnicas construtivas depara-se, também e principalmente, com fatores históricos e teóricos: o critério da intervenção - como garantir a manutenção da autenticidade do bem e a atualidade da intervenção proposta? Como preservar a representação da memória coletiva atendendo a interesses individuais? Como eleger o que deve, ou não, ser mantido e preservado? Enfim, todas essas questões, entre outras, permeiam o projeto de conservação/restauração do bem imóvel (COELHO, 2003).

Definir o termo restauração como o ato de devolver ao corpo construído suas características originais, seja removendo componentes ou recompondo-os sem a introdução de novos materiais. O termo restauração deve ser entendido como uma intervenção a um patrimônio que visa preservar os seus valores estéticos e históricos originais (ICOMOS, 1999)

Já o termo reabilitação, que às vezes é confundido com o termo "renovação" (esse normalmente utilizado para designar operações em áreas urbanas), pode ser entendido como a intervenção em uma determinada construção para recobrar seu estado original, associada a uma modernização da sua infra-estrutura (CONSERVATION, 1999).

Características dos processos de intervenção

De acordo com Vargas (2009), intervir nos centros urbanos pressupõe não somente avaliar sua herança histórica e patrimonial, seu caráter funcional e sua posição relativa na estrutura urbana, mas, precisamente precisar o porquê de se fazer necessária a intervenção.

A definição de centro, conforme Figura 01, portanto, implica a presença de uma cidade de diversidade étnica, portadora de processos históricos conflituosos, com milhares de anos de existência em permanente contradição (Carrion, 1998). Não apenas os edifícios expressivos e monumentais merecem ser preservados, mas também as edificações de todas as classes sociais que fazem parte da história, sem que essa concepção, no entanto, signifique um congelamento da cidade (MARCUSE, 1998).

Figura 01: Centro Rio antigo



Fonte: Foto/Reprodução - Globo Online, 1905

Intervir para reformar ou recuperar

Conforme Ferreira (1977) define, o termo "reformatar", como "ato de dar nova forma, mudança para melhor, formar novamente, reconstruir, reorganizar". Já o termo "recuperar" é definido como sendo o ato de "recobrar, tornar a adquirir, reabilitar-se, restabelecer".

De acordo com Vargas (1998) intervenção e cirurgia são sinônimos, e o organismo submete-se a uma intervenção basicamente em três situações: para recuperação da saúde ou manutenção da vida; para a reparação de danos causados por acidentes e mais recentemente, para atender às exigências de mais padrões estéticos (Figura 02).

Figura 02: Reforma Colégio Municipal Astério Alves de Mendonça



Fonte: Jornal Folha da Terra, 2019

Intervir para restaurar

Ainda, segundo, Luft (1987), a palavra "restaurar", significa "consertar, reparar, tornar a pôr em vigor, restabelecer, repor em bom estado, renovar" (Figura 03). Australia ICOMOS (1999) define o termo restauração como o ato de devolver ao corpo construído suas características originais, seja removendo componentes ou recompondo-os sem a introdução de novos materiais. O termo restauração deve ser entendido como uma intervenção a um patrimônio que visa preservar os seus valores estéticos e históricos originais.

Figura 03: Restauração e revitalização da fachada



Fonte: Dharmart, 2020

Intervir para reabilitar

Segundo a definição de Qualharini (2002), reabilitação é reforma gerenciada de uma construção visando a sua adaptação às novas necessidades dos usuários ou a otimização das atividades desempenhadas por ela com o objetivo de prolongar a vida útil da edificação, proporcionar a modernização de suas funcionalidades e promover a possibilidade de redução do custo de utilização, através da implantação das tecnologias disponíveis. Outro termo utilizado é o retrofit que de acordo com Barrientos (2004) é a conjunção dos termos "retro" oriundos do latim, que significa movimentar-se para trás e de fit, do inglês, que significa adaptação, ajuste (Figura 04).

Conforme Vargas (1998) os conceitos de deterioração e degradação urbana estão freqüentemente associados à perda de uma função, ao dano ou a ruína das estruturas físicas, ou ao rebaixamento do nível do valor das transações econômicas de um determinado lugar.

Figura 04: Retrofit e Reabilitação da Construção



Fonte: Portal 44 Arquitetura, 2018

Processos de intervenção e reabilitação

Durante todo o século XX e, em especial, após o fim da Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), assistiu-se à dinâmica das preposições e dos questionamentos sobre a vida urbana e, conseqüentemente, sobre a atividade nos centros urbanos (VARGAS, 1998).

O Projeto Reabilita (2007) define o termo reabilitação como sendo "o processo pelo qual o imóvel ou o bem urbanístico pode ser recuperado de maneira a contribuir não só para os moradores e proprietários do imóvel, como também em uma escala mais ampla, como um processo a interferir em toda uma área urbana".

De acordo com Vargas (1998) a análise da literatura relativa ao tema orientou a divisão dos processos de intervenção em centros urbanos em três períodos principais: Renovação Urbana, relativo às décadas de 1950 e 1960; Preservação Urbana, desenvolvido nas décadas de 1970 e 1980; e Reinvenção Urbana nascida por volta de 1990 e prolongada até os dias atuais (Figura 05).

Figura 05: Reconstrução de Berlim



Fonte: Editor Abril / Guia do estudante

Renovação Urbana 1950 - 1970

Neste período, o processo de intervenção em áreas urbanas assumiu a preferência pelo novo. Na Europa a ideologia do Urbanismo do Movimento Moderno unia-se à prática de reconstrução do pós-guerra (Figura 06). Na América do Norte, a renovação aparecia no contra fluxo do processo de suburbanização (Vargas, 1998).

A destinação do espaço para o uso público nas cidades europeias foi fundamental para que se consolidasse o que restara do patrimônio urbano e houvesse preocupação com a sua preservação (BALSAS, 2000).

Figura 06: Desafio da renovação urbana



Fonte: Vitruvius, 2011

Preservação Urbana 1970 – 1990

Nos Estados Unidos, a construção de shopping centers, na maioria das vezes, funcionou como elemento catalisador do processo de recuperação urbana (Figura 07). Mais de cem novas edificações, localizadas nos centros urbanos abriram suas portas entre 1970 e 1988, e as cidades funcionaram como investidoras em 75% dos projetos (FRIEDEN E SAGALYN, 1991).

Na Alemanha Ocidental, se o setor comercial não passou por alterações, tão grande como na França, em Portugal ou no Reino Unido, foi devido, sobretudo, à existência de um segmento associativo muito forte, que respondeu antecipadamente às necessidades do comércio tradicional e às práticas de planejamento urbano, destinadas a promover os centros históricos como locais privilegiados para pedestres e ciclistas (BALSAS, 2000).

Figura 07: North Park Center – Dallas, Texas



Fonte: Portal North Park Center, 2015

Reinvenção Urbana 1980 - 2000

Em Barcelona Figura 08, a partir de movimentos reivindicativos desde 1970, foi iniciada uma série de intervenções pontuais, centradas na melhoria dos espaços públicos e na construção de equipamentos intra-bairros, o Porto de Moll de La fusta (1987) projetada pelo arquiteto Manuel Solà-Morales e a área dos jogos Olímpicos 1992 agiram como elementos catalisadores do processo de reestruturação urbanística das cidades (KOULIOUMBA, 2002).

Nesses parâmetros, Barcelona entre os anos de 1988 a 1991 observou e suportou uma cidade estressada e desordenada a qual era preenchida por obras, no entanto, ao mesmo tempo em que a população vivia esse momento, havia ainda um sentimento de surpresa e esperança Figura 08, (REIS, 2010).

Na cidade de São Paulo, em 1991, foi organizada a associação Viva o Centro por meio da sociedade civil, com representantes de instituições financeiras, comerciantes, profissionais autônomos e outros especialistas. A associação criou mídias próprias, como a Revista Urbs e outros boletins informativos Informe, Interação e Na Imprensa (Vargas, 1998).

Figura 08: O Legado para Barcelona 1992



Fonte: Prefeitura de Niterói, 2013

Cenário para reabilitação de edificação

De acordo com Boletim Técnico – Série BT/PCC do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2009) no parque edificado das cidades, principalmente das mais antigas, encontram-se empreendimentos passíveis de um processo de reabilitação. Como será apresentado a seguir, as motivações para a reabilitação de uma edificação são diversas e, portanto, não se incluem nesse grupo apenas os edifícios antigos e degradados. Dessa forma, quatro são os grupos de edificações que potencialmente podem integrar o mercado de reabilitações: edificações antigas e degradadas; edificações inacabadas e abandonadas; edificações com sistemas prediais ineficientes; e edificações cujo uso será modificado.

Conforme Vargas (1998), uma das motivações que conduzem as intervenções nos centros urbanos é a infra-estrutura existente nos centros das cidades, geralmente, há um sistema viário consolidado, saneamento básico, energia e serviços de telefonia, transporte coletivo, equipamentos sociais e culturais de diversas naturezas. O descarte dessa infra-estrutura, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, é injustificável (Figura 09).

Figura 09: Centro da Cidade do Rio de Janeiro



Fonte: Agencia Brasil, 2016

Modificação no uso de edificação

Para Roders (2006) pode ser um engano pensar que um excelente projetista de empreendimentos "novos" ou convencionais tenha sucesso em um empreendimento de reabilitação. Segundo a autora, isso só acontece quando este projetista já adquiriu os valores de sustentabilidade ambiental (reutilização dos recursos), preocupa-se com a longevidade das edificações e com o seu valor histórico e cultural. Ou seja, isso requer uma mudança cultural (Figura 10).

A restauração é considerada pelos especialistas uma operação de caráter excepcional, aplicada somente em edifícios ou conjuntos particularmente prestigiados. Obedecem a rigorosos preceitos que visam “colocar a obra em eficiência, facilitar sua leitura, e transmiti-la integralmente ao futuro” (CARTA ITALIANA DEL RESTAURO, 1972).

Figura 10: Palácios da Cidade



Fonte: Portal Multirio, 2018

Edificações ineficientes

Arantes (2001) reconhece a primeira e mais evidente mudança conceitual encontrada em empreendimento de reabilitação: “trabalhar com reabilitação implica em trabalhar sobre o projeto de outro autor”.

Segundo Harvey (1992), Krier (arquiteto e conselheiro do Príncipe Charles) tinha a característica semelhantes aos pós-modernistas ingleses na década de 1980, a busca pela restauração e recriação ativas dos valores “clássicos”, para isso Krier defendia a restauração e reestruturação dos espaços para que estes manifestassem a visão “do tradicional”, embora se utilizassem de ganhos arquitetônicos e estéticos fundamentados e disponíveis pelo modernismo e pelas tecnologias.

Proposta de intervenção em bens tombados edificados

A definição da Proposta de Intervenção requer uma grande intimidade entre a Equipe de Restauração e o bem objeto da intervenção. Quanto maior for essa interação, tanto da equipe, quanto dela com o edifício, maiores serão as possibilidades de sucesso na definição da Proposta de Intervenção. Desenvolver a sensibilidade para perceber o que o próprio monumento expressa sobre si é o grande desafio desse trabalho (BRAGA, 2004).

O Projeto Reabilita (2007) destaca outro aspecto importante a ser considerado no projeto de reabilitação: “as edificações foram construídas a partir de legislação vigente no momento da elaboração do projeto e a execução das obras, sob um contexto de necessidades e soluções também específicas”.

Ainda de acordo com Braga (2004), o projeto será desenvolvido a partir de definições consensuais entre equipe de restauração e órgãos de preservação.

Segue abaixo quadro das etapas de Projeto Básico de Restauração, Quadro 01, construído a partir das informações contidas no Manual de Apresentação de Projetos de Preservação do Patrimônio Cultural (IPHAN, 2009).

Quadro 1: Estudos e projetos

Projeto Básico de Restauração do Patrimônio Edificado	
Levantamento e Diagnóstico	Levantamento planaltimétrico e métrico arquitetônico: Planta situação/ Planta baixa/ Cortes/ Detalhes/ Planta locação/ Fachadas/ Planta cobertura.
	Pesquisa Histórica: Descrição, análise tipológica e arquitetônica/ Descrição e análise do contexto/ Inventário dos bens artístico, móveis e integrados.
	Documentação fotográfica
	Prospecções arquitetônicas e arqueológicas
	Diagnóstico
Projeto Básico de Intervenção	Memorial Descritivo: Proposta de intervenção/ Proposta técnica/ Proposta de reutilização ou mudança de uso/ Especificação de materiais e técnicas/
	Projeto Arquitetônico: Todas as plantas necessárias
	Projetos Complementares
Projeto Executivo de Restauração	Memorial Descritivo
	Especificações de materiais e serviços
	Projeto Arquitetônico: Planta situação e locação/ Planta baixa/ Fachadas e cortes/ Planta de cobertura/ Detalhes
	Projeto do mobiliário urbano com especificações e detalhamento

Fonte: IPHAN: Programa Monumenta/BID, 2009 – Adaptado pelo autor, 2020

METODOLOGIA

Realizar pesquisas em estudos teóricos e normas, através de referências especializadas em imóveis tombados pelo patrimônio histórico e normas regulamentadoras do IPHAN (2010), onde as mesmas preservam a identidade desses tipos de imóveis. Utilizar

referências de obras de restauração de fachada e ampliação de imóvel tombado, nessas intervenções pode-se ver todo procedimento realizado, começando pela montagem dos andaimes de acordo com a norma regulamentadora NR 18, tanto na parte externa com suas devidas proteções e escoramento específico, para esse tipo de imóvel, e também internamente, preservação e restauração da fachada do imóvel, reforço estrutural na fundação para adequação a ampliação, criação de novos projetos de instalações hidrossanitárias e elétricas, com adaptações a estrutura preservada, sem danos a fachada ou descaracterização em função das normas e determinações do (IPHAN, 2010).

Verificar todos os procedimentos a serem realizados, com referências bibliográficas onde autores especializados na área demonstram as melhores práticas para realizar a reforma sem impactar a estrutura existente e comprometer a identidade do imóvel.

Usar como recursos para base de estudo informações disponibilizadas por engenheiros e arquitetos com experiência comprovada na área de intervenção em obras tombadas pelo patrimônio histórico através de publicações que abastecem de informações relevantes para o gerenciamento da obra, como fotos e relatórios de cada etapa executada e todo procedimento para o bom desenvolvimento da reforma e construção.

Estudar o gerenciamento e métodos construtivos de obras tombadas em patrimônio histórico como também procedimentos utilizados através de referenciais teóricos. Consultar etapas de reformas realizadas em imóveis tombados pelo patrimônio histórico, os problemas apresentados e as soluções usadas através de referências teóricas e referências práticas.

Preservação da identidade do imóvel

De acordo com a portaria 420, IPHAN (2010), as reforma de imóveis tombados pelo patrimônio histórico tem que seguir a regulamentação do decreto vigente do IPHAN que consiste em manter a identidade do imóvel, preservando e garantindo o caráter prévio e sistemático da apreciação, acompanhamento e ponderação das obras ou intervenções e atos suscetíveis de afetar a integridade de bens culturais, perda física ou de autenticidade.

Pesquisar junto ao acervo do IPHAN o processo que deu origem ao tombamento do imóvel e dessa forma acessar informações relevantes quanto à história do imóvel, de que forma o imóvel foi utilizado, se serviu para algum uso específico, como, um hotel, sede de fazenda ou qualquer outro. Acessar informações relevantes e dessa forma resgatar sua identidade, evidenciar suas características originais, onde através de fotos originais do acervo, será possível identificar se a estrutura original apresentada é a original do projeto ou se sofreu alguma alteração em um dado momento da história. Em se tratando de projeto que já sofreu alteração em relação ao original o IPHAN irá deliberar quanto qual dos projetos será adotado e autorizado para restaurar o imóvel.

Escoramento do imóvel

De acordo com a ABNT NBR 15696: 2009, são estabelecidos procedimentos e condições específicas para escoramento em fôrmas, para estrutura de concreto in loco, e de estruturas que servem de fôrmas provisórias para devida restauração do imóvel, além dessas regras a norma prevê outras normas especiais que devem ser obedecidas, e as exigências, peculiares de cada caso particular.

Demolição interna

Realizar demolição, quando autorizada, manualmente, para evitar impacto na estrutura existente do imóvel a ser restaurada, e não comprometer a sua identidade,

evitando danos na fachada e também possíveis acidentes tanto aos trabalhadores quanto aos pedestres que circulam nas adjacências; Fazer o procedimento de revezamento de funcionários nesta etapa da intervenção, demolir em pontos específicos, com toda cautela e de maneira manual de cima para baixo, iniciar pelas telhas e estruturas que precariamente as sustentam, sem o uso de equipamentos que provoquem impactos, vibrações ou trepidações. Utilizar apenas ferramentas simples e preferencialmente que não causem vibrações na estrutura a ser preservada. Supervisionar de forma específica através de análise diária dos riscos e impactos provocados na estrutura existente quanto analisar as melhores praticas adotada no processo de demolição. Avaliar possíveis mudanças quanto aos processos adotados na demolição como a necessidade de escorar a estrutura em se tratando de risco iminente ou paralisar o andamento para avaliar mudanças no processo.

Reforço estrutural

Adotar reforço estrutural para ampliação do imóvel de acordo com projeto a ser apresentado por engenheiro responsável por intervir para restaurar e reabilitar, onde no cenário deverá ser previsto uma fundação direta com escavação manual, para não causar abalos na estrutura a ser preservada. Confeccionar armação no canteiro de obra e a concretagem in loco. Fixar novas colunas e vigas previstas no projeto executivo feitas em estrutura metálica para fins de evitar uma patologia na estrutura existente. Optar por estrutura metálica na construção por serem entregues nas medidas definidas e por conseguirem acessar o interior da obra minimizando os riscos na estrutura a ser preservada e dessa forma sua logística e manuseio criam um ambiente mais controlado e seguro nas operações, atingindo o sucesso na ampliação e maior velocidade na execução do projeto nessa etapa da obra.

Instalações hidrossanitárias e elétrica

As instalações de imóveis a serem restaurados em quase sua totalidade encontram-se completamente comprometidas, por se tratar de construções executadas há décadas e por se encontrar completamente deteriorada, em função do tempo e da completa falta de manutenção, com a construção de nova estrutura dentro da área do terreno cria-se a necessidade de realizar novo projeto para todo sistema de esgoto, hidráulica e elétrica, atendendo a demanda de projeto, de acordo com as normas das respectivas concessionárias.

Ampliações e construção

Ampliar pavimento existente requer o uso de alvenaria com reforço estrutural adequado para sustentar a construção de pavimentos superiores sem danificar a fachada e sem prejudicar a identidade arquitetônica da construção existente com o objetivo de criar uma interação e comunicação das estruturas do imóvel. Fixar a estrutura metálica do empreendimento em toda a fachada a ser restaurada e dessa maneira criar uma ancoragem da fachada e fixação harmoniosa entre o novo e o que precisava ser preservado. Realizar o acabamento fino da restauração respeitando as normas vigentes do IPHAN 2010, e reproduzir todas as características como fachada, pintura, portas, janelas, esquadrias, molduras e demais itens a fim de criar as características fieis do projeto original da fachada a ser restaurada.

Gerenciamento da obra

Gerenciar a intervenção de um imóvel tombado pelo patrimônio histórico, no que se refere tanto no campo da restauração, quanto da reabilitação, assim como a construção de uma nova estrutura, vai exigir do profissional de engenharia civil não só um cuidado redobrado no planejamento cirúrgico do projeto arquitetônico e também das diversas fases da obra, como também na execução, onde a habilidade e conhecimento do assunto tratado, do engenheiro civil será de maneira geral o grande diferencial, a fim de não só traduzir as aspirações da arquitetura, como também seguir de forma eficiente às determinações das normas como também as exigências do IPHAN, para o orçamento não sair do previsto, mesmo com a sua margem de erro, e uma pesquisa avançada, com um conhecimento específico para evitar possíveis problemas e comprometer a história e identidade do imóvel em si.

Alterar o curso da obra, paralisar tarefas, estudar outras formas de executar determinado procedimento, realocar a mão de obra, modificar o cronograma da obra e adotar melhores práticas, serão procedimentos a serem considerados pelo gestor da intervenção e deverão ser adotados em diversas situações a fim de garantir o sucesso no resultado final do projeto.

DESENVOLVIMENTO

Estudo de caso: Construção e restauração em bem tombado pelo patrimônio histórico.

O estudo de caso em questão se baseia em métodos construtivos utilizados na obra localizada na antiga casa senhorial na Rua do Núncio denominação essa dada, pois o Núncio era o representante do Papa no Rio de Janeiro sendo a atual denominação do logradouro Rua República do Líbano, 78 – Centro – Rio de Janeiro, onde foi realizado projeto de construção e restauração de fachada seguindo todas as normas e determinações do IPHAN mediante apresentação com posterior aprovação dos projetos de intervenções e que também como parte do processo foi enviada a Prefeitura do Rio de Janeiro para liberação do alvará de início da obra (Figura 11).

Neste estudo de caso foram implantadas diversas etapas, desde a concepção do projeto arquitetônico onde se evidenciou o objetivo final da construção e também a restauração da fachada conservando as suas características originais através de pesquisas no próprio acervo do IPHAN que mantém em seus arquivos informações que pode ser consultada a fim de agregar informações e também sanar dúvidas quanto às características originais da construção, até as etapas construtivas como: estudo do solo, fundações e contenções, demolições assertivas, gestão e métodos das etapas construtivas.

Figura 11: Fachada Rua República do Líbano 78



Fonte: Acervo do IPHAN, 2010

Demolições assertivas

A montagem dos andaimes foi uma etapa de fundamental importância no sucesso das demolições, tanto na fachada tombada pelo patrimônio histórico da construção quanto na estrutura interna, onde paredes em ruínas e telhados precisaram ser removidas de forma manual.

Na parte externa foi realizada a montagem de acordo com a norma, cobrindo toda extensão da fachada tanto no comprimento quanto na altura, onde sua função foi a de criar uma proteção sendo deixada uma passarela na calçada para o trânsito de pedestres, já que a área é de grade de tráfego, e também a proteção na parte superior com o escoramento em madeira respeitando suas devidas medidas contra possíveis quedas de material em função do estado precário da fachada, sendo que no processo de restauração houve a necessidade de retirada de material deteriorado provocando pequenos descolamentos e queda de materiais (Figura 12).

A montagem dos andaimes foi realizada através de empresa especializada contratada pelo engenheiro civil para essa etapa inicial da obra que indicou o ponto para a montagem da estrutura, sendo o pessoal contratado orientado em todas as etapas, não só no que informamos acima, mas também em relação à altura necessária e na evolução da montagem da estrutura. Todo esse processo foi orientado pelo engenheiro civil que analisou os principais pontos de riscos em relação a desabamentos de telhas e estruturas do telhado, mas também a própria fachada que em algumas partes estavam bem deterioradas e com risco iminente de desagregação. O cuidado foi redobrado onde a estrutura do telhado estava apoiada e também em trechos da alvenaria que por estarem bem degradadas apresentavam crescimentos de vegetações como matos e plantas e até pequenos arbustos com suas raízes que cresciam na estrutura desagregando todo o entorno.

Foi de fundamental importância a gestão do engenheiro civil e seu conhecimento técnico e experiência comprovada nesse tipo de obra em imóvel tombado pelo patrimônio histórico, pois é um processo de demolições diferenciadas de uma estrutura não tombada e que não existe a necessidade de se preservar. Ocorreu por parte do gestor um monitoramento diário quanto ao andamento do trabalho realizado e da análise de toda a estrutura para verificação se não ocasionou avarias ou desagregação, como aparecimento de fissuras ou rachaduras que diante das particularidades poderia evoluir de forma a ameaçar o que deveria ser preservado, mas principalmente causar acidentes a equipe ou a pedestre no entorno da obra. Nesse momento a quantidade de colaboradores na obra foi restringida ao máximo possível com a utilização de equipe com experiência comprovada nessa fase, para que se evitasse acidentes em função da queda de detritos que acabavam acontecendo dada a precária condição da estrutura.

Cabe ressaltar o olhar do engenheiro em detectar indicações de riscos e também realizar mudanças de cursos no processo com paralisações estratégicas para melhor avaliação do cenário e alterações no uso de algumas ferramentas que melhor se adaptam ao momento e situação encontrada e que provocassem menores danos ou que interrompessem avarias em curso diante de algum procedimento adotado.

Figura 12: Fachada em restauração



Fonte: Acervo dos autores, 2019

Estudo do solo

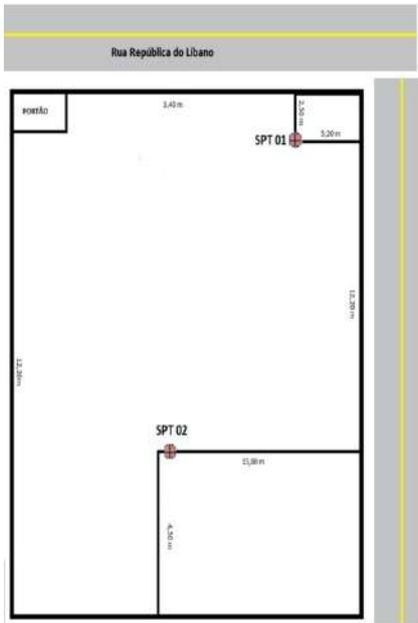
Essa etapa do projeto foi realizada por empresa contratada e especializada nessa área, já que de acordo com experiências anteriores de outras intervenções em estruturas tombadas pelo patrimônio histórico se mostrou de suma importância para ações subsequentes da obra, onde as melhores práticas foram adotadas. Por se tratar de uma região conhecida com Rio Antigo e por se saber que também foi uma área que sofreu aterro para ceder lugar a ampliação da cidade e de suas construções, o estudo do solo se mostrou de fundamental importância e condição colocada pelo engenheiro civil para dessa forma a partir do resultado encontrado nessa análise definir suas ações futuras.

A estrutura e composição do solo foi um fator primordial para o planejamento de execução da obra, onde a forma de atuação foi definida, desde a montagem dos andaimes e seu papel visto no item acima, como também o tipo de equipamentos utilizados nas etapas da obra, o cronograma adotado de acordo com as observações diárias das estruturas existentes, as mudanças de procedimentos, o tipo de fundação e até mesmo a estrutura escolhida para a fase do projeto que foi a construção dos novos andares que compuseram a obra, etapas todas essas acompanhadas pelo engenheiro civil através de planejamento e principalmente em todas as etapas de execução da obra.

Definição dos furos de sondagem do solo

A sondagem de solo é de extrema importância para verificação de qual tipo de solo, pois irá definir o tipo de fundação apropriada para cada tipo de construção ou reforma, primeiro foi feito uma solicitação da planta de situação do terreno com localização onde seria feito os furos de sondagens para poder contratar uma empresa especializada sondagem de solo (Figura 13).

Figura 13: Planta de Sondagens

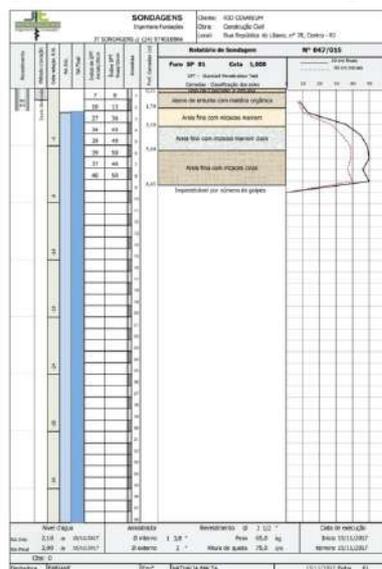


Fonte: Acervo dos autores, 2017

Sondagem do solo

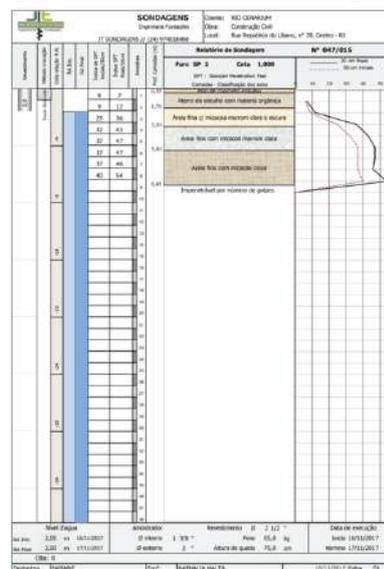
Conforme solicitação do engenheiro responsável pela execução da obra foi contratada uma empresa para realizar as sondagens de solo conforme a planta com a localização dos furos de sondagem de solo. Após as sondagens de solo realizadas a empresa emitiu o relatório de cada furo para análise do engenheiro responsável e definição do melhor tipo de fundação a ser executada (Figura 14, Figura 15).

Figura 14: Relatório de Sondagens SP 01



Fonte: Acervo dos autores, 2017

Figura 15: Relatório de Sondagens SP 02



Fonte: Acervo dos autores, 2017

Utilização de equipamentos

A escolha dos melhores e mais seguros equipamentos para a utilização na obra foi feita baseada nas diversas nuances encontradas como: a estrutura já existente, tanto as que deveriam ser preservadas e restauradas de acordo com o projeto aprovado pelo IPHAN, até mesmo aquelas que deveriam ser demolidas para ceder lugar à nova construção que foi concebida. A constatação do tipo de solo realizada por empresa especializada e verificada no item acima como sendo um solo argiloso e por se tratar de região aterrada no passado com grande incidência de água em seu subsolo foi fator de grande preocupação por se tratar de solo com grande capacidade de variações e movimentações.

A obra objeto de estudo fica em um terreno de esquina onde a fachada ocupa toda extensão do terreno, apenas um dos lados faz parede com uma construção vizinha também tombada pelo patrimônio histórico. A fachada é caracterizada por dois pavimentos mais telhado, sendo que o térreo se encontra em toda sua extensão portas em arcos com acabamento em pedras nas suas bordas e na parte superior acompanhando as portas, as janelas com as mesmas características. Sendo assim o acesso as áreas internas por equipamentos de grande porte deveria ser antecedido de demolições de parte da fachada, o que provocaria prejuízos e transtornos com possíveis acidentes sem precedentes pelo fato da estrutura existente se encontrar com nível de comprometimento considerável, nesta fase quanto menos riscos oferecidos a fachada existente, melhor foi a condição para o bom andamento da obra.

O estudo do solo serviu como parâmetro para adoção de equipamentos de pequeno porte, mesmo que a estrutura oferecesse acesso a grandes equipamentos como, por exemplo, retro escavadeiras ou sistemas de cravação de estacas conhecidos como bate estacas, isso seria extremamente danoso e arriscado para estrutura existente e também o seu entorno, já que as construções vizinhas também são tombadas, sendo que o uso desses maquinários provocaria vibrações, abalos que aliados ao tipo de solo já informado e que poderiam sofrer recalques trazendo grandes avarias e prejuízos no cronograma físico financeiro e também em construções vizinhas, inviabilizando completamente essa obra. Essas opções e escolhas serviram de base no planejamento da obra em todas as suas fases e foram orientadas pelo engenheiro civil através de seu conhecimento técnico e experiência comprovada em obras tombadas pelo patrimônio histórico.

Processo de fundações

Outra etapa importante e que objeto de reuniões para definição da melhor maneira a ser realizada foi o processo como seria feito e cravado as estacas no solo com as condições informadas acima e também que tipo de equipamento a ser utilizado, já que como vimos acima isso poderia acarretar em danos a estrutura existente e também nas construções vizinhas.

O uso de equipamento de pequeno porte foi à melhor opção encontrada haja vista o que foi analisado acima e se optou pela cravação das estacas em etapas, sendo que essa opção provocou um aumento no tempo de execução, mas em contra partida manteve a segurança da estrutura existente e dos colaboradores.

O estudo topográfico definiu os pontos de locação das estacas e o fato de existir paredes internas que pelo projeto seriam retiradas, mas que não poderiam ser naquele momento, pois criavam uma situação de ancoragem com a fachada que também por sua vez estava fixada a essas paredes. Dessa forma as estacas nasciam individualmente de forma segura, sendo feita uma a uma através da escavação, colocação da armadura e posterior concretagem, nascendo assim nos locais livres onde não havia paredes, pois em

algumas locações não puderam ser feitas nesse primeiro momento, pois conciliavam com paredes existentes. Toda essa etapa sempre com a análise diária das estruturas existentes para que não ocorressem abalos, fato que nem sempre ocorreu, pois de alguma forma em certas partes necessitaram de escoramentos devido a vibrações criadas por essa fase.

Nesse momento toda massa produzida foi na própria obra através de betoneira com a colocação do cimento, areia, brita e água, tanto na confecção das estacas, dos blocos de coroamento e vigas e que serviram também como forma de fixar toda estrutura que surgiria e que veremos a seguir (Figura 16).

Figura 16: Fundação



Fonte: Acervo dos autores, 2019

Estrutura de aço

A opção por esse tipo de construção foi definida mediante duas situações: A necessidade do empreendedor de uma maior velocidade na entrega da obra, mas também em grande parte pelo acesso a obra dos perfis de aço que foi um grande facilitador na logística de acesso a obra, já que não necessitava de grandes acessos para serem colocados nos locais onde seria montado, o fato de já terem sido entregues nas dimensões e medidas solicitadas.

A montagem dos andaimes que teve papel de grande importância em outras etapas de nossa obra como vimos no item 4.2 acima, também foi fundamental para o auxílio na colocação dos perfis de aço para montagem da estrutura, já que dessa forma pode ser fixadas talhas de elevação de cargas onde os perfis eram elevados, facilitando o seu posicionamento nas locações indicadas no projeto.

Com o nascimento da estrutura de aço, fixados seus pilares nos blocos de coroamento e suas vigas em seus respectivos pilares foi sendo possível fazer também a ancoragem da única parede lateral existente da obra e também de sua fachada, o que foi criando a segurança necessária para que as paredes internas que necessitavam de demolição pudessem ser gradativamente retiradas com todo o cuidado necessário e que dessa forma pudesse ceder lugar onde a locação existia para estacas em suas devidas posições e dessa forma a estrutura foi ganhando corpo e avançando de acordo com o planejado (Figura 17).

Figura 17: Construção da estrutura em aço



Fonte: Acervo dos autores, 2019

Gerenciamento da obra

Como sabemos o gerenciamento de uma obra é necessário em todas as suas etapas e se faz presente no dia a dia do engenheiro civil que é quem dá as diretrizes através de seu corpo técnico e auxiliares que colaboram com o cumprimento de tarefas e com sugestões quanto aos melhores caminhos a serem seguidos no bom andamento da obra e também a fatos que podem atrapalhar o cronograma e planejamento determinado.

Em uma obra tombada pelo patrimônio histórico onde se mistura a restauração e construção o gerenciamento se faz também presente, só que de forma bem mais dinâmica e com grande interação entre os colaboradores, já que observações de etapas são diárias, mas mudanças de curso e até o próprio cronograma da obra poderá ser alterado de acordo com uma situação encontrada como a que observamos acima, onde a tarefa que estava sendo executada precisou ser interrompida, como a fixação de estaca, para que um reforço fosse realizado na estrutura existente para interromper uma possível desestruturação em curso e dessa forma retornar-se com a equipe na continuidade da tarefa a ser executada.

É claro que todas essas situações adversas encontradas na execução de uma obra tombada pelo patrimônio histórico deverão lá na fase do planejamento ser listadas e colocadas pela gerência como possíveis e passíveis de ocorrerem, sendo que no cronograma da obra deverão ser consideradas situações potenciais adversas o que torna essa obra e sua gestão diferenciada das demais.

É fundamental entender que todas as ações do engenheiro civil são orientadas pela Portaria nº 420, de 22 de dezembro de 2010 do IPHAN e que dispõe sobre os procedimentos a serem observados para a concessão de autorização para realização de intervenções em bens edificados tombados e nas respectivas áreas de entorno. É importante destacar nessa portaria principalmente o capítulo I, artigo 3º que trata das definições e seus parágrafos que orientam os procedimentos e ações do engenheiro civil em uma obra de intervenção, observando as particularidades de cada parágrafo e que orientam no tipo de obra que será executada.

No objeto de nosso estudo influenciou as ações do engenheiro civil, os parágrafos VI e VII que tratam respectivamente de construções novas e restauração, onde o engenheiro civil foi o responsável pela integração entre o velho e o novo evidenciando a complexidade no gerenciamento dessa intervenção. Orientam também o capítulo II que trata da autorização de intervenção, seção I disposições gerais, artigo 4º e 5º que trata da realização de intervenção e das autorizações e da seção II que aborda os documentos necessários para análise e demais seções e capítulos que nortearam o trabalho do engenheiro civil traçando as bases para uma gestão eficiente de todas as suas etapas desde a concepção do projeto, execução, até a entrega final da obra.

CONCLUSÃO

Existem muitas obras de reforma de imóveis tombados pelo patrimônio histórico, e por esse motivo adotamos falar sobre esse tema, começamos com uma pesquisa em normas do IPHAN, como são executadas e quais princípios devemos seguir para uma reforma desse tipo de construção.

Nosso trabalho foi viabilizar o gerenciamento de obras tombadas, e visitamos uma obra em andamento com alguns problemas em execução, e sim notamos que o gerenciamento nesse tipo de construção tem que ser mais específico, e mais detalhado, desde o planejamento até as diversas fases de execução; o presente trabalho fala de todas as etapas da obra. A obra foi iniciada com um escoramento cauteloso, e foi feita uma demolição manual para prevenir acidentes e riscos de desabamento, após essas etapas foi realizado uma fundação adequada para reforma, posteriormente um reforço estrutural em aço, para então começar as divisões internas prevista no layout, finalizando com os acabamentos.

O gerenciamento de obras tombadas, nesses casos é mais participativo e dinâmico, onde podemos dizer que o acompanhamento do engenheiro civil é crucial e indispensável, pois deverá dar total atenção em todos os detalhes do cronograma físico-financeiro, com ênfase na execução da obra, para não ter atrasos significativos e nem prejuízos que poderão trazer custos não previstos e acima de tudo como citado anteriormente uma maior segurança a todos os envolvidos na execução da obra.

REFERÊNCIAS

APPLETON, J. **Reabilitação de edifícios antigos**: patologias e tecnologias de intervenção. Amadora: Orion, 2003.

ARANTES, E. C. **Diretrizes para reabilitação de edifícios – uso residencial em áreas centrais**: o bairro de Santa Cecília. 2001. Dissertação (Mestrado) – Instituto de pesquisas tecnológicas, São Paulo, 2001.

BALSAS, C. J. L. **“O urbanismo comercial e as parcerias público-privado para a gestão do centro das cidades, ensinamento e experiência estrangeira”** Lisboa, 2000

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit e edificações**: Estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas as necessidades atuais: 2004

BRAGA, M. **Conservação e restauro – arquitetura brasileira**. Rio de Janeiro, 2004

BRAGA, Márcia (org.). **Conservação e restauro: arquitetura**. Rio de Janeiro: Ed. Rio, 2003.

CARRION, M. F. **“Conceptos realidades e mitos de los centros históricos**: El caso de Quito”. Texto apresentado na Shelter as Revitalizacion of Old and historic Urban Center, Havana, 1998

COELHO, **Capela de São João Batista de Carapina**. Trabalho desenvolvido para aquisição de título de Especialista em Conservação e Restauração de Edifícios Históricos pelo CECRE/UFBA em 1993.

CONSERVATION DU PATRIMOINE ARCHITECTURAL DE LA VILLE DE GENÈVE, **Departement dès affaires culturelles**, 1999

- CROITOR, E. P. N. **Etapas de diagnóstico de um projeto de reabilitação**: Estudo de um caso francês. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DE PROCESSOS DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2008
- FERREIRA, A. B. H. **Minidicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1977
- FONTENELLE, E. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**, 2002
- FRIEDEN, B.; SAGALYN, L. B. *Downtown, Inc: how America rebuilds cities*. London, 1991
- GOVERNO DA ITÁLIA. Ministério da Instrução Pública da Itália. **Carta Del Restauro**. Itália, 1972.
- HARVEY, David. **A condição pós-moderna**. 17. ed. [Trad. Adail Ubirajara Sobral; Maria Stela Gonçalves] São Paulo: Loyola, 1992.
- HUYSSSEN, A. **Seduzidos pela memória**: arquitetura, monumentos, mídia. Rio de Janeiro, Aeroplano, 2000
- ICOMOS. **Princípios para a preservação das estruturas históricas em madeira** (artigo adaptado pelo ICOMOS na 12ª assembleia geral - Tradução Antônio de Borja Araújo, eng. Civil IST, janeiro de 2007). México, 1999.
- IPHAN. **Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional**. Portaria do Iphan Nº 420, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2010
- IPHAN. Programa Monumenta/ BID, 2009
- KOULIOUMBA S. **Tese Doutorado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo**. São Paulo, (2002)
- LUFT, C. P. **Pequeno dicionário da língua portuguesa**. 3. Ed. São Paulo: Scipione, 1987
- MAGALHAES, R. A. **“A requalificação do centro do Rio de Janeiro na década de 1990”**. Rio de Janeiro, 2001
- MARCUSE, P. **“Historic preservation, cultural, tourism and planning”**. Artigo apresentado no Shelter as Revitalization of Old and historic Urban Center. Havana, 1998
- MORAES, V. T. F.; QUELHAS, O. L. **G.O desenvolvimento da metodologia e os processos de um “retrofit” arquitetônico**. Sistema & Gestão. Vol. 7, 2012.
- PAIVA, J.; AGUIAR, J.; PINHO, A. **Guia técnico de reabilitação habitacional**. 1ª Edição. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC), Lisboa, 2006.
- PROJETO REABILITA. **Diretrizes para reabilitação de edifícios para HIS**: as experiências em São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador. São Paulo, (2007)
- QUALHARINI, E. L. **Intervenção e reabilitação nas edificações**. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL, 5., 2002, Juiz de Fora. Anais... Rio de Janeiro, Interciências: 2002
- REIS, Ana Carla Fonseca. **Cidades Criativas, Soluções Inventivas: o papel da Copa, das Olimpíadas e dos museus internacionais**. São Paulo: Garimpo de Soluções; Recife: FUNDARPE, (2010)
- RODERS, A. R. G. M. M. P. **Re-architecture**: Lifespan rehabilitation of built heritage. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven, (2006)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Departamento de Engenharia de Construção Civil. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**. São Paulo, (2009)

VARGAS, E. C. **Turismo e a valorização do lugar**: Revista turismo em análise. São Paulo, ECA-USP, 1998

VARGAS, H. C.; CASTILHO, A. L. H. **Intervenções em centros urbanos**: objetivos, estratégias e resultados. 2ª edição, Manoele, Barueri, (2009)

VAZ, L. F.; SILVEIRA, C. B. **“A área central do Rio de Janeiro: percepções e intervenções, uma visão sintética no decorrer do século XX”**. In: cadernos Ippur (UFRJ), Rio de Janeiro, ano VIII, n 2/3, set/dez, 1999.

Bruno Ricardo F. de Oliveira

Engenheiro Civil, pós graduado em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico - Universidade Estácio de Sá – UNESA
Mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro COPPE/UFRJ

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil - Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

O crescimento populacional das cidades, aliado à necessidade de criação de novas tecnologias e infraestrutura para a sociedade, vem obrigando a indústria da construção civil a intensificar suas atividades, resultando em um aumento significativo do consumo de materiais de. No cenário atual da construção civil, todos os setores dependem de um fluxo constante de materiais, em um ciclo que começa na extração de matérias primas naturais, e segue em sucessivas etapas de transformações industriais, transporte, construção, manutenção e demolição. O cimento portland é o material artificial de maior consumo pelo homem. A produção total e *per-capta* vem aumentando rapidamente, tendo evoluído de valores abaixo de 40 kg/hab por ano na década de 1930 para valores de 422 kg/hab por ano em 2008, sendo atualmente uma quantidade superior ao consumo de alimentos. Como o cimento não é utilizado isoladamente, mas em combinação com uma grande quantidade de agregados e água, no Brasil, cerca de 1/3 dos recursos naturais vão para a produção de materiais cimentícios. Seguindo a mesma problemática, apesar do plástico possuir um papel crucial na vida moderna, o seu descarte indevido causa impactos irreversíveis no meio ambiente, entupindo bueiros, poluindo lagos, rios e mares. Este estudo abordou o emprego do resíduo do plástico no concreto, mais especificamente o uso de Polietileno tereftalato (PET). O objetivo principal consiste em gerar um destino adequado para o resíduo, por motivos ambientais, incorporando-o ao concreto e econômicos, proporcionando economia no uso dos agregados na mistura do concreto. Para isso, foi investigado as principais características do concreto a partir a inclusão de do resíduo de garrafas PET como elemento adicional ao traço. Os teores de resíduos incorporados aos traços de concreto foram na concentração de 10% e 40% substituindo, respectivamente, os valores por quantidade de agregados.

Palavras-chave: Concreto; Resíduo Plástico; Descarte de garrafas PET.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, cada vez mais presente nas grandes cidades, tem a incumbência de oferecer infraestrutura à sociedade, ou seja, criar o alicerce para o nosso

desenvolvimento edificando escolas, rodovias, cidades, unidades habitacionais, etc (SÁ, 2006).

A construção civil é uma atividade executada com a finalidade de atender às demandas básicas de moradia e prover instalações para o desenvolvimento de atividades produtivas (SOUZA, 2000).

O mercado da construção civil tem aumentado significativamente nos últimos anos, e como consequência tem-se o aumento da extração de recursos naturais e a geração de resíduos (SÁ, 2006).

O alto consumo de agregados se justifica devido à popularidade do concreto como material estrutural. O concreto pode ser usado em todo tipo de obra e é facilmente produzido. O concreto constitui, basicamente, por cimento, areia, pedra e água e o resultado final é um material extremamente resistente e de produção muito simples (Swamy, 1986).

O concreto de cimento Portland é hoje o material mais usado na construção civil. Apresenta como vantagens a facilidade da execução e possibilidade de moldagem nas mais variadas formas, aliado a um custo relativamente baixo e um desempenho mecânico bastante satisfatório (SÁ, 2006).

Por isso, o grande consumo de materiais de construção tornou-se uma realidade em muitas cidades brasileiras, em que são comercializadas milhares de toneladas de areia e brita para a produção de concreto decorrente desse grande consumo (Swamy, 1986).

Já a escassez de agregados naturais nas proximidades dos centros urbanos, obrigou os construtores a adquirirem esses materiais em locais afastados do perímetro urbano, influenciando, assim, no custo final da obra (SOUZA, 2000).

O concreto é um dos materiais mais produzidos no mundo, devido ao seu grande potencial e permanente evolução científica. Para a produção de concreto, estima-se que o consumo de agregado varia, em média, de 1 a 8 toneladas por habitante por ano (SOUZA, 2000).

Uma alternativa para economizar os agregados naturais está na utilização de resíduos industriais como agregado para concreto, podendo ser utilizado em substituição ao agregado natural, ou acrescentando à massa total do concreto com o objetivo de aumentar o volume final do traço. A utilização do resíduo industrial poderá ser uma importante alternativa para essa escassez de agregados naturais para a produção de concreto, gerando benefícios ambientais mediante a utilização do material descartado pela indústria (SWAMY, 1986).

Segundo John e Ângulo (2004), a construção civil chega a consumir de 15 a 50% dos recursos naturais do planeta. Assim, é fundamental que a construção passe a consumir, cada vez mais, resíduo ao invés de matérias-primas naturais (SOUZA, 2000).

Resíduos provenientes de obras demolidas e de processos metalúrgicos estão entre os mais pesquisados e estão começando a serem utilizados na prática. Muitas indústrias estão se adequando a esta realidade, motivados por uma tendência mundial de proteção ao meio ambiente (SWAMY, 1986).

De acordo com Swamy (1986) a revolução tecnológica e o crescimento populacional tem resultado em um grande consumo de recursos energéticos e de materiais não renováveis, e como consequência, a produção de grandes quantidades de resíduos industriais (SWAMY, 1986).

Dentre os resíduos está o resíduo de Polietileno Tereftalato (PET), produzido em larga escala pelas indústrias para a fabricação dos mais variados produtos e embalagens. Nas últimas décadas ocorreu uma disseminação da utilização de embalagens “descartáveis”, em formas de garrafas, produzidas com resinas de polietileno tereftalato (PET), todos os resíduos gerados na fabricação bem como a destinação final do descarte devem ter destinação adequada (SWAMY, 1986).

Entre as alternativas possíveis para a destinação final de resíduos podem-se destacar a deposição em aterros e a reciclagem que, além de reduzir a necessidade da criação de novos aterros possibilita a redução da utilização de novos recursos naturais não renováveis (SWAMY, 1986).

Quando depositado em aterros o PET pode levar aproximadamente 400 anos para degradar-se, reduzindo a capacidade física dos mesmos e provocando, durante esse tempo, diminuição da percolação de gases e líquidos, resultando em um aumento no tempo necessário para estabilização da matéria orgânica. (SOUZA, 2000).

O PET possui alta resistência a agentes biológicos e atmosféricos e seus produtos de degradação são inócuos ao corpo humano. As garrafas PET são totalmente inertes, o que significa que, mesmo indevidamente descartadas, eles não causam qualquer tipo de contaminação para o solo ou lençóis freáticos (SOUZA, 2000).

METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma pesquisa aplicada de caráter quantitativo, baseada em experimentos laboratoriais que propõe avaliar a comparação dos resultados obtidos em laboratório entre a resistência à compressão de um concreto convencional, ou seja, cimento Portland, agregados e água e esse mesmo traço submetido à substituição do agregado graúdo em duas concentrações diferentes de 10% e 40%.

Aqui serão apresentados os materiais utilizados no experimento, metodologia adotada para a produção do traço do concreto, procedimentos de ensaios, análise microscópica, etc.

Todo o preparo dos materiais usados no concreto e sua dosagem, confecção dos corpos de prova e seu armazenamento e o ensaio à compressão foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Construção da Universidade Estácio de Sá, Campus Norte Shopping na cidade do Rio de Janeiro.

A observação microscópica dos corpos de prova pós rompimento, foi feita em um Microscópio eletrônico digital, marca NOVACOM de propriedade do autor.

Todo procedimento experimental foi realizado respeitando as normas técnicas bem como a orientação e suporte do orientador da pesquisa.

Descrição de materiais utilizados

Cimento

- Marca: Votoran
- Tipo: CPIII
- Cor: Cinza
- Peso: 50 kg
- Data de fabricação: Setembro de 2018
- Validade: 03 meses

O cimento utilizado e descrito acima, trata-se de um tipo bastante comum em canteiros de obras; O cimento CPIII apresenta resistência mecânica satisfatória.

Quanto à estocagem, os sacos de cimento ficaram estocados no depósito central do fornecedor, onde foi armazenado atendendo as exigências da ISO 9001.

Agregados

O agregado é um componente inerte que desempenha a função de material de enchimento e material resistente. Areias, cascalhos e pedras britadas são os principais tipos de agregados utilizados na produção do concreto, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Tipos comuns de agregados para concreto



Fonte: Promonta Pré-Moldados, 2015

Os agregados ocupam de 60% a 80% do volume total do concreto, proporcionando assim, grande redução de custo, além de favorecer muitas características e propriedades no estado fresco e endurecido.

Agregados são relativamente baratos e não entram em reações químicas complexas com água e, por isso, tem sido usualmente tratado como um material de enchimento inerte no concreto (MEHTA; MONTEIRO, 1994).

O material utilizado neste estudo foi coletado e transportado até ao laboratório através de recipientes de 10 kg, corpo em material plástico rígido, estanques e com vedação apropriada na tampa a fim de preservar ao máximo as características do material, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Recipiente utilizado para transporte dos materiais.



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018.

Agregado miúdo

A areia utilizada na produção do concreto foi comprada de uma empresa chamada SANDEX Agregados e Transportes LTDA localizada no município de Duque de Caxias, RJ.

O agregado estava estocado em baias e exposto ao tempo, o que lhe confere umidade elevada. Após uma inspeção visual, a areia possuía suas características básicas e atendia a um dos pré-requisitos da norma NBR7212 - 12; sem detritos de obra, sem

resíduos de agregados de maior granulometria e assim nada que pudesse, aparentemente, causar uma alteração no resultado final. Na Figura 3 podemos observar uma amostra do material.

Figura 3 - Amostra do agregado miúdo



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

Agregado graúdo

O agregado graúdo utilizado no experimento também foi comprado da empresa SANDEX Agregados e Transportes LTDA localizada no município de Duque de Caxias, RJ.

A brita escolhida foi a de nº1 (brita 1), estava estocada em baias separada por granulometria conforme a NBR 12655-12, a inspeção visual do agregado foi satisfatória e atende aos requisitos necessários ao experimento, não havendo nada que pudesse, aparentemente, causar qualquer alteração no resultado final. Na figura 4 podemos observar uma amostra do material.

Figura 4 - Amostra do agregado graúdo



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

Análise granulométrica dos agregados

A análise granulométrica é o nome dado a uma operação simples de dividir a amostra do agregado em frações de partículas de mesma dimensão que são definidas por aberturas de peneiras utilizadas. O ensaio foi executado aeguindo as orientações da normas regulamentadores NBR NM248/2003 - Agregados. Determinação da composição granulométrica e NBR7211/2005 - Agregados para Concreto - Especificações.

A determinação dos tamanhos de partículas e sua distribuição são feitas por peneiramento. As peneiras utilizadas tem aberturas padronizadas pela NBR 5734 e estão divididas em quatro séries de peneiras de aberturas crescentes geometricamente, com razão 2 (BAUER, 2003).

Os ensaios de granulometria foram executados em um Peneirador Eletromagnético da marca CONTENCO ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Peneirador eletromagnético



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

A partir do ensaio de peneiramento são obtidos os valores acumulados retidos ou passantes em cada peneira. A partir desses valores constrói-se a curva granulométrica do agregado, em que as ordenadas correspondem as porcentagens retidas ou acumuladas, e as abscissas correspondem ao logaritmo das aberturas das peneiras.

Ao se especificar um agregado são encontrados os limites de cada peneira, ou seja, os valores máximos e mínimos, e são traçadas as curvas correspondentes a esses limites, à qual se denomina faixa granulométrica.

A distribuição granulométrica deve atender aos limites estabelecidos pela NBR 7211/2005 - Agregado para Concreto - Especificação e a quantidade mínima de amostra por ensaio está na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade mínima de amostra por ensaio

Dimensão máxima característica do agregado (mm)	Massa mínima da amostra (kg)
<4,75	0,3*
9,5	1
12,5	2
19,0	5
25,0	10
37,5	15
50	20
63	35
75	60
90	100
100	150
125	300

* Depois de seco.

Fonte: NBRNM 248/2003 - Agregados - Determinação da composição Granulométrica, 2003

Resíduos de PET

Foram utilizadas somente garrafas de refrigerante transparentes sem a adição de corante no processo de fabricação da resina do polietileno tereftalato.

Na preparação dos fios de PET, as garrafas foram lavadas individualmente com sabão neutro para eliminar qualquer resíduo indesejado.

A parte do topo (região da tampa) e do fundo não foram utilizadas para o experimento, pois não é possível introduzi-las ao “desfiador” (equipamento utilizado para transformar a garrafa PET em fios), como mostram as Figuras 6 e 7.

Figura 6 - Garrafa PET pronta para ser desfiada



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

Os fios de pet foram cortados em dimensões de 02 milímetros de largura por 05 centímetros de comprimento com o auxílio de um “desfiador”, trata-se de um aparelho manual artesanal comprado pelo autor na internet, mas apesar de simplório o aparelho cumpre com eficiência o seu papel.

Figura 7 - Corpo de garrafa PET e o "desfiador"



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

O processo de transformar a garrafa PET em fios é um processo bem simples, o “desfiador” tem um corpo metálico com uma haste para que a garrafa seja encaixada. Após posicionar a garrafa, basta enfiar o PET em um corte localizado na base do “desfiador” que possui uma lâmina na parte de baixo que transforma a garrafa PET em um rolo de fios, como podemos ver na Figura 8.

Figura 8 - Garrafa posicionada no "desfiador".



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018.

Figura 9 Lâmina do "desfiador" que é responsável pelo corte no PET



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018.

Ao final do processo é possível transformar uma garrafa PET em um rolo de fios de PET, como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Garrafa PET transformada em fios



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

RESULTADOS

Os ensaios de resistência à compressão deste estudo respeitaram as observações da NR5739 - Ensaio de compressão dos corpos de provas cilíndricos.

Após a preparação da prensa, exposta na Figura 11, o corpo de prova foi colocado na posição de ensaio centralizado no prato inferior. O carregamento de ensaio foi aplicado continuamente e com velocidade constante até o momento da ruptura.

Figura 11 - Ensaio de resistência a compressão



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

Após o ensaio de resistência à compressão axial, os resultados já convertidos de Tonelada Força (tf) para Megapascal (MPa), dos traços Padrão, Traço com substituição de 10% de PET e Traço com substituição de 40% de PET estão expostos na Tabela 2.

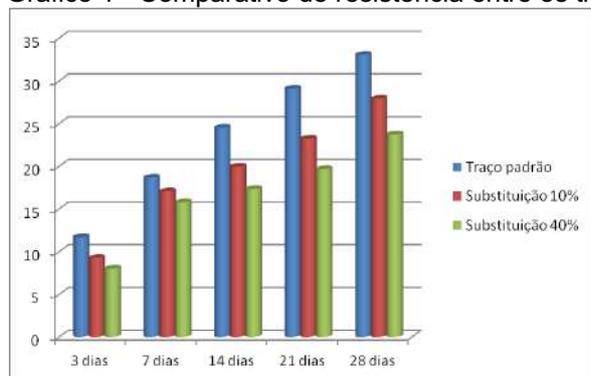
Tabela 2 Resistências obtidas nos ensaios à compressão axial

Características das amostras 21/09/2018			Resultados obtidos					
Quantidade de CP's	Abatimento (mm)	Elementos concretos	25/09/18 3 dias Resistência (mpa)	02/10/18 7 dias Resistência (mpa)	09/10/18 14 dias Resistência (mpa)	16/10/18 21 dias Resistência (mpa)	23/10/18 28 dias Resistência (mpa)	
10	12	Traço padrão (sem adição de PET)	1	12,3	19	23,6	28,9	32,9
			2	11,1	18,3	25,4	29,3	33,2
Resistência média obtida do traço padrão			11,7	18,65	24,5	29,1	33,05	
10	12	Traço adição de PET - 10%	1	9,9	16,7	19,8	23,4	27,8
			2	8,6	17,4	20,1	23	28
Resistência média obtida do traço com substituição de 10%			9,25	17,05	19,95	23,2	27,9	
10	10	Traço adição de PET - 40%	1	8,4	15,9	17,3	19,8	23,9
			2	7,6	15,6	17,4	19,5	23,5
Resistência média obtida do traço com substituição de 40%			8	15,75	17,35	19,65	23,7	

Fonte: : Elaborado pelo autor, 2018

O resultado obtido neste estudo evidenciou que a resistência à compressão simples nos traços com adição de PET em 10% e em 40% não atenderam ao esperado, ficando abaixo com resistência inferior à 30 MPa aos 28 dias como observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Comparativo de resistência entre os traços.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Análise microscópica

A análise da microestrutura do concreto, através da microscopia digital, permitiu observar a existência de fissuras, a interface de pasta/agregado, até do fio de PET na estrutura do concreto. A análise microscópica possibilitou observar a morfologia da estrutura do material com aproximações de até 50 vezes o que seria impossível verificar com o olho humano.

Para uso da micrografia, foram utilizados os corpos de prova utilizados após 28 dias de moldagem, Figura 12.

Figura 12 - Micrografia ilustrando o traço padrão de PET



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

A Figura 13 mostra um padrão de fissura no traço sem a adição de fios de PET, nesta micrografia pode-se perceber uma coesão e homogeneização do cimento com os agregados com uma distribuição uniforme dos elementos. Nota-se também uma superfície lisa.

Figura 13 - Micrografia ilustrando o traço com adição de 40% de PET



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

Na Figura 14 percebe-se que no traço com utilização do PET houve uma separação aparente dos agregados, a distribuição não se dá de maneira uniforme, ou seja, há um maior distanciamento entre os componentes e a superfície se tornou consideravelmente mais porosa.

Figura 14 - Micrografia ilustrando a segregação dos componentes ao redor do PET



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

A Figura 15 mostra uma importante informação para esse estudo. Notou-se que ao redor do PET os agregados não se comportaram de maneira homogênea, a estrutura não se comporta com a mesma coesão do traço sem utilização de PET.

Figura 15 - Micrografia ilustrando um fio de PET



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

Na Figura 16 é possível visualizar um fio de PET dentro de uma fissura, pode-se observar que o PET, diferente de todos os outros componentes do traço, manteve suas características intactas.

Figura 16 - Micrografia ilustrando a interação do PET com o concreto no traço com adição de 40%



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

A Figura 17 refere-se ao traço com menor resistência aos 28 dias (substituição de 40% de PET). Essa imagem mostra que o PET segmentou a estrutura ao redor.

Figura 17 - Micrografia ilustrando o PET com microfissuras ao redor



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

Na figura 18 podemos constatar a inatividade do PET em uma determinada região.

Figura 18 - Micrografia mostrando a segregação do concreto ao redor do PET



Fonte: Acervo fotográfico do Autor, 2018

CONCLUSÃO

A pesquisa sobre utilização de fios de PET na composição do traço do concreto se deu por motivações tecnocientíficas e ambientais, cuja a intenção era contribuir com a o avanço tecnológico no campo da tecnologia do concreto e ao mesmo tempo contribuir com uma solução ambiental para um grave problema ambiental que é o descarte impetuoso de plástico no meio ambiente.

Os resultados apresentados aqui neste estudo revelaram algumas mudanças no comportamento do concreto tanto no estado fresco como no estado endurecido.

O traço padrão, que não utilizou adição de PET, apresentou resistência satisfatória com 33,05 MPa aos 28 dias. Este traço foi executado seguindo rigorosamente as medidas e procedimentos indicado pelo “Traço de Caldas Branco”. O fato da resistência ter sido maior do que o esperado pode-se justificar pelo avanço científico da tecnologia do concreto principalmente no campo do cimento, dado que, o traço utilizado para estudo foi elaborado no ano de 1965 e desde então a indústria do cimento Portland obteve melhoras na produção e características do cimento como as adições em geral como o fíler e escória de alto forno, o módulo de finura entre tantas outras que estão diretamente ligas à resistência.

O traço com substituição de 10% de PET obteve a resistência aos 28 dias de 27,9 MPa, ficando 7% abaixo da resistência esperada de 30 MPa e ficando com resistência inferior ao traço padrão de 33,05 MPa aproximadamente 17%.

O traço com substituição de 40% de PET obteve a resistência aos 28 dias de 23,7 MPa ficando 21% abaixo da resistência esperada de 30 MPa e resistência inferior em relação ao traço padrão de 33,05 MPa de aproximadamente 30%.

A diminuição da resistência nos traços obtidos com a substituição do agregado graúdo por resíduos de PET, em relação ao traço padrão, está relacionada à interação química entre o polímero de PET e a matriz cimentícia, principalmente, devido menor resistência mecânica intrínseca dos polímeros em comparação aos agregados minerais que são muito mais resistentes mecanicamente.

O uso da micrografia digital foi um diferencial importante e contribuiu de maneira significativa para este estudo. As imagens obtidas apontaram um comportamento diferente da estrutura do concreto com adição de PET em relação ao mesmo traço somente com agregados naturais.

Através os resultados obtidos e das imagens registradas com a micrografia, pode-se concluir que o resíduo de PET adicionado ao concreto não interagiu com os outros componentes do traço.

O agregado é um componente inerte que desempenha a função de material de enchimento e de material resistente, constituído por partículas que devem ser cimentadas entre si pela pasta e o resíduo de PET em forma de “fios”, por si só, criaram uma região inativa dentro do corpo de prova impedindo que o concreto se ligasse nessa região.

Foi evidenciado também que nos corpos de provas com inclusão do PET, com mais incidência no traço com substituição de 40%, houve uma piora na distribuição dos agregados no corpo de prova e uma elevação na porosidade aparente.

Este estudo concluiu que apesar da diminuição da resistência à compressão axial nos traços com substituição do agregado por fios de PET reciclado, a utilização do PET em adição ao concreto não deve ser descartada.

Em um primeiro momento, as concentrações estudadas apontam favoravelmente para a utilização em elementos não estruturais como execução de meio-fio, pisos intertravados, blocos de elevação e vedação e demais artefatos de concreto.

Se analisarmos pelo ponto de vista ecológico esse material com adição de fios de PET reciclado traria diversos benefícios para o meio ambiente, visto que o descarte indevido de resíduos plásticos é um problema improrrogável e qualquer solução que possa dar um destino para esse resíduo deve ser vista com bons olhos.

REFERÊNCIAS

ABCP - **Associação Brasileira de Cimento Portland**. Disponível em: www.abcp.org.br. Acesso em: 14 set 2018.

ABCP. **Guia básico de utilização do cimento portland**. São Paulo: ABCP, 2002. 28 p.

ABIPET - **Associação Brasileira da Indústria do PET**. Disponível em: www.abipet.org.br/. Acesso em: 11 out 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM. **O que é concreto dosado em central**. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/assets/files/oque.pdf>. Acesso em: 19 jul 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 738: **Concreto - Procedimento para Moldagem e Cura de Corpos de Prova**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5739: **Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7211: **Agregado para Concreto - Especificação**. Rio de Janeiro, 2005

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7212: **Execução de Concreto Dosado em Central**. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7223: **Concreto - Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5739: **Ensaio de Compressão de Corpos de Prova Cilíndricos**. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7225: **Materiais de Pedra e Agregados Naturais**. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10520: **Informações e Documentação Citações em Documentos : Apresentação**. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 1265: **Concreto de Cimento Portland - Controle, Preparo e Recebimento**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR16697: **Cimento Portland - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBRNM 248: **Agregados - Determinação da Composição Granulométrica**. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBRNM - ISO3310-1: **Peneiras de Ensaio - Requisitos Técnicos e Verificação / Peneiras de Ensaio com Tela de Verificação de Tecido Metálico**. Rio de Janeiro, 2011.

BAUER, L.A.F. **Materiais de construção**. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos, 5. ed,v.1,2003. 435p.

CHERUBINO, **Distribuição Comércio e Representações LTDA**. Belo Horizonte –MG. Disponível em: www.cherubino.com.br. Acesso em: 15 out. 2018

FARHAN, A - **PET - SÍNTESES E APLICAÇÕES** Disponível em: <https://www.plastico.com.br/pet-sintese-e-aplicacoes-transformacao/> . Acesso em: 03 nov 2018.

FIGUEIREDO, A. D.; TANESI, J.; NINCE, A. A.; **Concreto com fibras de polipropileno (CFP)**. *Revista Técnica*, São Paulo, setembro de 2002. 48p.

GEYER, A. L. B. et. al. **Porosidade e permeabilidade do concreto**. Boletim Técnico da Escola da USP, Escola Politécnica de São Paulo, 2001.

GIAMUSSO, S. E. **Manual do Concreto**. São Paulo, Ed.Pini, 1992.

HEEMANN, Frederico Waechter. **SUBSTITUIÇÃO DE AGREGADO NATURAL EM ARGAMASSA POR AREIA ARTIFICIAL**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2014.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. **Concreto de Cimento Portland**. In: **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E PRINCÍPIOS DE CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS**. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2007. vol 2.

HELENE, Paulo; TERZIAN, Paulo. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. São Paulo: ed. PINI, 1993.

JOHN, V. M., **Reciclagem de Resíduos sólidos na Construção Civil: Contribuição a Metodologia de Pesquisa e Desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 102p. Tese (tese de livre docência). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

JOHN, V. M.; ÂNGULO, S.C. **Variabilidade dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. *Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil*, v. 1, n. 1, p. 22-32, 2004.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre, 2001. 270 p. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. Ed. Pini, São Paulo, 573p, 1994.
- MODLER, Luís Eduardo et al. **Investigação das Propriedades Mecânicas de Concretos Reforçados com Fibras**. Em: V CONGRESSO DE ENGENHARIA CIVIL, 2002, Juiz de Fora, MG.
- NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. São Paulo: Pini, 1997,828 p.
- PETRUCCI, E. G. R. **Concreto de cimento Portland**, 6 ed. Atualizada e revista por Vladimir Antônio Paulon. Porto Alegre: Globo, 1978.
- RECENA, Fernando A. P.; PEREIRA, Fernanda Macedo. **Produção e controle doe concretos em obra**. In: CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2011. vol 1.
- REGATTIERI, Carlos Eduardo Xavier; MARANHÃO, Flávio Leal. **Produção e controle de concreto dosado em central**. In: CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2011. vol 1.
- RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998. 255 p.
- RODRIGUES, **Públio Penna Firme**. **Parâmetros de dosagem do concreto**. ET-67. São Paulo: ABCP, 2005.
- SILVA, Moema Ribas. **Materiais de construção**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1991.
- SPECHT, L. P. **Comportamento de Misturas Solo-Cimento_fibra Submetidas a Carregamentos Estáticos e Dinâmicos Visando a Pavimentação**. 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre.
- TARTUCE, R. **Dosagem experimental de concreto**. São Paulo: Pini, 1990. 115 p.
- TERZIAN, Paulo. **Controle de fissuras por retração plástica em pisos industriais de concreto**. Revista Técnica, São Paulo , outubro de 2001. 55p.
- VASCONCELOS, A. C. **Concreto no Brasil: recordes, realizações, história**. São Paulo: Copiare, 1985.

Dalila Cristina Miranda Ribeiro

Engenharia Civil, Universidade Estácio de Sá – UNESA

Bruno Matos de Farias

Engenharia Civil, Universidade Estácio de Sá – UNESA

RESUMO

Este trabalho propõe-se a apresentar uma ponte de concreto armado construída em 1954, com colapso parcial de alguns elementos estruturais, identificando os sintomas, as suas causas, o diagnóstico das patologias e propor as possíveis soluções de recuperação da estrutura. Propõem-se como objetivos específicos identificar patologias causadas às estruturas de pontes em concreto armado, utilizar laudos, documentos e visitas “in loco” com registros fotográficos e criteriosa observação para diagnosticar as patologias da ponte em estudo, além de aprofundado estudo da literatura que fundamentarão as possíveis intervenções. Este estudo justifica-se pelo fato de que a ponte é uma das soluções que o homem elaborou para solucionar as dificuldades de circulação humana. No caso da ponte Pedro Dutra Nicácio Neto, localizada no município de Cataguases, Minas Gerais, a finalidade original é fazer a ligação entre as duas partes do logradouro, o qual se desenvolveu às margens do rio Pomba. Este trabalho também é relevante pela importância de se fazer o acompanhamento das condições dessas estruturas, do seu envelhecimento e da perda de integridade por meio de política de manutenção corretiva que avalie a resistência diante de novos valores de carregamentos e pelo aumento de tráfego ao longo dos anos de utilização.

Palavras-chave: Pontes; Patologias; Concreto Armado; Estudo de Caso.

INTRODUÇÃO

Tem sido observada em muitos países, inclusive no Brasil, a degradação das estruturas de concreto causada pelo envelhecimento e por razões relacionadas à mudança de uso inicialmente previsto. Uma estrutura em concreto armado é projetada e construída para atender a condições de segurança, funcionalidade e atributos estéticos em função das ações e influências que possam agir durante sua vida útil. O que tem sido observado nos últimos anos é a deterioração dessas, ocasionada por problemas patológicos, associados ao uso ou ambiente onde estão situadas. Geralmente, as pontes estão localizadas em locais agressivos ao ambiente, como matas, rios e regiões industrializadas. Estes ambientes promovem estados de corrosão combinados com outras patologias que agredem o concreto armado, afetando a vida útil e a funcionalidade. SANTOS e INTERLANDI, 2016; MARCHETTI, 2018; RIBEIRO, 2018; LAPA, 2008; HELENE, 1992, 1993 e 1999; CLÍMACO, 2016 e MENDES et al (2010).

Este estudo justifica-se pelo fato de que, a ponte é uma das soluções que o homem elaborou para solucionar as dificuldades de circulação humana, no caso do município de Cataguases, Minas Gerais, a ponte Pedro Dutra Nicácio Neto, uma ponte de concreto armado construída em 1954 para fazer a ligação entre as duas partes do município, o qual se desenvolveu às margens do rio Pomba. A obra apresenta colapso parcial de alguns elementos estruturais. Portanto, o que torna este trabalho ainda mais relevante é a importância do acompanhamento das condições dessas estruturas, do seu envelhecimento e da perda de integridade por meio de política de manutenção que avalie a resistência diante de novos valores de carregamentos e pelo aumento de tráfego, o que não tem acontecido ao longo desses anos de uso.

Pela complexidade do tema, este trabalho será desenvolvido embasando-se, teoricamente, nos artigos científicos, em manuais e livros técnicos. O levantamento de informações se dará por meio de pesquisa eletrônica no Google Acadêmico, livros de autores reconhecidos no ramo da Engenharia Civil, em dissertações, publicações de revistas e boletins técnicos. Esta bibliografia abrangerá as causas mais comuns de patologias, alguns métodos para seu diagnóstico e posterior análise, a solução dos problemas patológicos encontrados, e aponta as técnicas de recuperação e de reforço estrutural possível para o caso específico de uma ponte de concreto armado.

Para se alcançar os objetivos especificados propostos, foi realizada uma visita técnica “in loco” à ponte Pedro Dutra Nicácio Neto, com a finalidade de prospectar e inspecionar a superestrutura da ponte ora apresentada. Serão utilizados barco para a visita aos pilares, um engenheiro da prefeitura, trenas para realizar o levantamento das dimensões dos elementos estruturais, tais como as vigas principais ou longarinas, as transversinas de apoio e intermediárias, a laje do tabuleiro, os pilares e os blocos. Serão confrontados e analisados os documentos coletados, pela literatura sobre o tema e os ofícios, dados de relatórios de vistorias e laudos para diagnosticar as patologias da ponte em estudo, além de aprofundado estudos da literatura que fundamentarão as possíveis intervenções.

CONCEITOS TEÓRICOS

Na área de Estabilidade das Estruturas, dentro da Engenharia Civil, segundo revelam Souza e Ripper (1998), são inseridas várias definições no projeto das estruturas a fim de torná-las estáveis. Há que se rever o conceito de estabilidade, incorporando-se a Durabilidade Estrutural. Assim, deve-se considerar a Patologia das Estruturas como o primeiro aspecto da Estabilidade, uma vez que, analisando os defeitos e sintomas patológicos das estruturas de concreto, observam-se falhas nas etapas de concepção, análise, construção e utilização. De tal forma, pode-se identificar a origem da patologia.

De acordo com Clímaco (2016), as construções existem, desde a Antiguidade, para se adequarem ao estilo de vida do homem, tanto para abrigo como para trabalho ou expansão territorial. Os materiais estruturais foram evoluindo junto com a civilização, começando pela pedra e a madeira, que datam de, pelo menos, três mil anos, até chegar nas ligas metálicas, há alguns séculos.

Segundo Souza e Ripper (1998), assim, surgiram as casas e edifícios, como necessidades habitacionais, os escritórios, indústrias, silos, galpões e outros, entre as laborais e as pontes, barragens, cais, metrô, aquedutos, dentre tantos outros exemplos, como de infraestrutura. A civilização vem agregando conquistas no arsenal científico com o correr dos anos, permitindo o avanço tecnológico das construções, desde a concepção, cálculo, análise e detalhamento das estruturas, materiais e técnicas empregadas.

Conforme apontam estes autores, em alguns países e épocas, houve um crescimento acelerado da construção civil, trazendo inovações as quais implicaram no

aumento dos riscos. Com o inevitável progresso da tecnologia, houve também maior conhecimento sobre estruturas e materiais, bem como dos erros cometidos, resultando em acidentes ou deterioração precoce. Existem, ainda, muitas limitações na evolução tecnológica e científica, falhas involuntárias e imperícia, que levam ao desempenho insatisfatório das estruturas, considerando as finalidades propostas inicialmente e levando à deterioração estrutural.

Segundo os apontamentos de Felipe Filho (2008), as primeiras pontes foram construídas com estrutura bastante simples e utilizavam madeira e pedras como materiais de construção. As mais antigas pontes de pedra foram construídas em Roma, empregando a técnica de arcos aprendida com os etruscos. Contudo, há relatos de pontes de madeira utilizadas pelos romanos para atravessar rios e lagos. Durante o Renascimento, o arquiteto Palladio construiu vãos de 30 m com treliças triangulares elaboradas por ele. Exemplos deste tipo de estrutura são as pontes Grubenmann, sobre o Rio Reno, em Schaffhausen – Suíça, com dois vãos de 52 e 59 m; a ponte sobre o rio Elba em Wittemberg – Alemanha, com 14 vãos de 56 m em treliça.

Ainda conforme Felipe Filho (2008), no fim do século XVIII, iniciou-se a fase de transição entre as pontes de madeira para as pontes metálicas, transição esta que durou aproximadamente 40 anos, iniciando e terminando em uma mesma geração. Inicialmente foram construídas em ferro fundido, sendo a ponte construída pelo exército alemão sobre o Rio Oder, na Prússia, a primeira ponte a utilizar este material em sua construção. Já a primeira a ser construída totalmente em ferro fundido situa-se sobre o rio Severn, Inglaterra (1779), com um vão de 31 m, 15 de largura e com 59 m de comprimento total.

As primeiras pontes treliçadas totalmente feitas em aço foram construídas nos Estados Unidos (1840), Inglaterra (1845), Alemanha (1853) e Rússia (1857), informa Felipe Filho (2008). Entre 1850 e 1880, foram construídas as primeiras pontes em aço no Brasil. As pontes em concreto armado apareceram no início do século XX. Estas possuíam os tabuleiros em concreto armado e suas estruturas de sustentação eram construídas em arcos triarticulados de concreto simples. O concreto armado só veio a ser utilizado na mesoestrutura a partir de 1912, quando as pontes de viga e de pórtico, com vãos de até 30 m, começaram a ser construídas. Em 1938, o concreto protendido começou a se difundir, como material de construção de pontes, mas somente após o final da Segunda Guerra Mundial que começou a ser utilizado com frequência.

Definição de pontes

Consideram-se pontes as construções destinadas a permitir transpor um obstáculo que dá continuidade a uma via, podendo aquele ser um rio, braço de mar, um profundo vale ou outra via. Para Marchetti (2018), a ponte propriamente dita é quando este obstáculo é um rio.

Quando se tem um curso de água de grandes dimensões, é necessária uma parte seca mais extensa, antes da travessia, a qual é denominada viaduto de acesso. Tem-se a infraestrutura, que é o conjunto de elementos que se apoiam no terreno, seja solo ou rocha, os esforços transferidos da superestrutura, que é o elemento de suporte, onde ocorre o trânsito, composta por lajes e vigas, para a mesoestrutura, que são os pilares. Estes recebem os esforços da superestrutura e transmitem para a infraestrutura.

Segundo o autor citado, os principais requisitos de uma ponte são funcionalidade, deve atender com perfeição as exigências da vazão; tráfego, segurança, os materiais devem suportar tensões inferiores a que possa incorrer em risco de ruptura; estética, deve ter boa aparência e harmonia com o ambiente; economia, viabilizar o menor custo sem prejuízo aos demais requisitos e, por fim, durabilidade, devendo atender à utilização durante uma determinada previsão de tempo.

Pontes de concreto armado

De acordo com Clímaco (2016), pode-se definir concreto armado como o material formado pela união do concreto com barras de aço, constituindo um único sólido do ponto de vista mecânico, sempre que for submetido a ações externas. O concreto simples é constituído por uma pasta formada de aglomerante e água, unida ao agregado miúdo (formando a argamassa) e acrescentando o agregado graúdo. A armadura foi desenvolvida para dar resistência à tração. Geralmente, são barras de aço de seção circular, os vergalhões, ou outros materiais, como sisal e bambu e até mesmo fibras naturais e sintéticas.

Destacam-se como vantagens no uso do concreto armado:

- a) facilidade em adaptação às formas, uma vez que é utilizado em estado semifluido e são usados aditivos plastificantes e fluidificantes para possibilitar o bombeamento e lançamento em grandes alturas através de mangueiras sob pressão, reduzindo prazos e custos;
- b) possibilidade de economia através da utilização do concreto usinado, encontrado facilmente em empresas de cidades de porte médio ou grande;
- c) velocidade e facilidade em obras com peças pré-moldadas;
- d) alta durabilidade, respeitando-se os critérios de manutenção preventiva, principalmente em construções expostas continuamente a agentes agressivos, como é o caso das pontes (umidade excessiva, poluição, tráfego);
- e) resistência à compressão que aumenta com o tempo e boa resistência a choques, vibrações e altas temperaturas.

Por outro lado, como desvantagens, pode-se considerar:

- a) peso elevado, sendo a massa específica de 2500kg/m^3 , podendo-se reduzir para 1600kg/m^3 substituindo-se a brita comum por agregados leves, como a argila expandida, o que aumenta os custos e reduz a durabilidade;
- b) baixa resistência à tração, gerando uma tendência a fissuras, pela retração do concreto, uma característica intrínseca à sua composição e que permanece ao longo da vida útil da estrutura, em função do fim a que se destina;
- c) execução lenta e elevado consumo de escoramento nas montagens e concretagens convencionais;
- d) dificuldades em alterações posteriores à execução, exigindo revisões que podem levar a novo projeto (CLÍMACO, 2016).

Uso de Pontes de Concreto Armado no Brasil

Conforme explicam Mendes et al (2012), a maioria das pontes da malha de rodovias federais brasileiras é de concreto armado e tem idade superior a 30 anos, sendo escassas as informações sobre seus materiais constituintes e suas características mecânicas. Ao longo da vida útil dessas pontes, ocorreram alterações de capacidade de carga e geometria dos veículos da frota circulante e alterações dos trens-tipo para o dimensionamento dessas estruturas. Muitas delas apresentam sinais perceptíveis de deterioração, tanto do concreto quanto da armadura, e não sendo conhecido o grau de comprometimento dessas estruturas.

No Brasil, conforme relatam Porto e Fernandes (2015), sabe-se pouco sobre o início da utilização do concreto armado. A notícia mais antiga sobre seu emprego data de 1904, no Rio de Janeiro. Em uma publicação de Antônio de Paula Freitas (1904), da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, intitulada “Construções em cimento armado”, é citado que o cimento armado (como o material era denominado na época) foi utilizado pela primeira

vez no Brasil em construções habitacionais de Copacabana pela “Empreza de Construções Civis”, sob a responsabilidade de Carlos Poma. Essa empresa obteve em 1892 uma patente para utilização do concreto armado, uma variante do sistema Monier. Devido ao sucesso com o uso desse material, Carlos Poma executou diversas outras obras, como prédios, muros, fundações, reservatórios d’água e escadas.

Os autores citados acima acreditam que os primeiros cálculos de estruturas em concreto armado no país foram realizados por Carlos Euler e seu auxiliar Mario de Andrade Martins Costa em um projeto de uma ponte sobre o rio Maracanã, por volta de 1908. Em 1924, houve uma parceria entre a empresa Wayss & Freytag e a Companhia Construtora em Cimento Armado, gerando um grande desenvolvimento do concreto armado no país, além da formação de engenheiros brasileiros. As estruturas foram muito bem aceitas, sendo, até hoje, o tipo de estrutura mais utilizado no Brasil.

Segundo Vasconcelos (1992), a revista Brazil-Ferro Carril de 1940 ao publicar a biografia de Carlos Euler cita como a grande aplicação do concreto armado, pela primeira vez no Brasil a obra do viaduto entre São Cristóvão e São Diogo, sem especificar detalhes sobre a obra. Em se tratando de pontes, a primeira obra em São Paulo, devidamente documentada é descrita na revista Polytechnica nº 31/32 de 1910, em artigo intitulado “Concreto Armado em Socorro”. O autor deste projeto foi Guilherme E. Winter junto com Ernesto Chagas. Por ser uma obra pioneira, todos os cuidados foram tomados seguindo rigorosamente as mais recentes especificações e recomendações estrangeiras na época. O concreto era feito de pedregulhos retirados do rio com 250 kg de cimento por m³, de traço 1:3:6 e consistência farofa. Foi lançado nas formas dos arcos de 15/40 cm em pequenos baldes e socado com um macete até lacrimejar. Esta obra foi armada com vergalhões de aço. Classificando-se, portanto, como concreto armado com o sentido de hoje.

De acordo com Vasconcelos (1992), na história da ciência do Brasil, Vargas cita o “primeiro edifício de concreto armado construído em São Paulo à rua Direita nº 7 e menciona a atividade do Gabinete de Resistência dos materiais da escola Politécnica em 1913 nos ensaios dos materiais utilizados na construção. Como os registros na época não eram muito esclarecedores não se tem certeza do edifício pioneiro em concreto armado no Brasil. Tanto é que, no jornal brasileiro “Le messenger de São Paulo” de 18 de junho de 1909, editado em francês, apareceu um artigo que cita Francesco Notaroberto como autor do projeto e da construção do primeiro edifício em concreto armado no estado de São Paulo. Este seria localizado na Rua São Bento, esquina com a atual Praça do Patriarca. E, também, o pesquisador Pedro Carlos da Silva Telles, autor do livro “História da Engenharia no Brasil” forneceu por carta, informações sobre as obras pioneiras em concreto armado, algumas entretanto com a utilização de trilhos usados no lugar de vergalhões, entre elas tem-se:

- 1911 - Ponte sobre o rio Camanducaia, na Fazenda Modelo em Amparo, São Paulo (Revista “Brazil Ferro-Carril” nº 22 de outubro de 1911)
- 1912 - Ponte sobre o Rio Tamandateí, na Mooca, São Paulo (Revista “Brazil Ferro-Carril” nº 36 de dezembro de 1912)
- 1912 - Paredes laterais e lajes do fundo e do teto das obras de reconstrução de dois grandes reservatórios do sistema de abastecimento de água de Belo Horizonte (Revista “Brazil-Ferro Carril” nº 36 de dezembro de 1912)
- 1914 - Muros de arrimo laterais em dois trechos das obras de retificação e canalização do Rio Tamandateí, São Paulo (Revista “Brazil Fero- Carril” nº 80 de outubro de 1914). (VASCONCELOS, 1992).

Ainda conforme Vasconcelos (1992), nesta época, supõe-se que as estruturas de concreto eram calculadas no exterior. O que leva a crer que é a existência de anúncios no almanaque Laemmert de 1914, onde Hennebique oferece plantas e orçamentos gratuitos para obras do Rio de Janeiro, feitos pelo seu escritório em Paris, à Rua Danton, nº 1.

Segundo Oliveira e Pierrott (2016), os anos passaram e as pontes continuam mostrando a sua importância, integrando nações e levando o desenvolvimento. Após a segunda guerra mundial se popularizou novas técnicas, construção de pontes em concreto armado, união de elementos metálicos por soldas ao invés de rebites ou parafusos, métodos de cálculo computacionais e mais precisos, e assim surgiram grandes pontes, como a gigante brasileira, Ponte Rio-Niterói e a Ponte Akashi-Kaikyo no Japão. A tendência atual é a de pontes estaiadas, um tipo de ponte suspensa por cabos, constituída de um ou mais mastros dos quais partem cabos de sustentação para os tabuleiros da ponte. Costuma ser a solução intermediária ideal entre uma ponte fixa e uma ponte pênsil, em casos onde uma ponte fixa iria requerer uma estrutura de suporte muito maior, enquanto uma pênsil necessitaria maior elaboração de cabos. Um exemplo nacional é a Ponte Octávio Frias de Oliveira em São Paulo, ela está sobre o Rio Pinheiros e se tornou cartão postal da capital paulista.

Além disso, Oliveira e Pierrott (2016), afirmam que atualmente, existem grandes técnicas de construção, materiais com grande resistência e durabilidade, software potentes, com grande capacidade de cálculo. Mas o futuro ainda reserva muitas inovações no que se trata de pontes, vemos no horizonte as chamadas pontes inteligentes, que, dotadas de sensores, processadores de dados e sistemas de comunicação e sinalização, poderão alertar para um conjunto de situações, desde sobrecargas, subidas dos níveis das águas, ventos, formação de gelo, pré-ruptura de certos pontos, fadiga dos materiais e corrosão. O uso destes sistemas ainda necessita de uma parceria entre a engenharia e a eletrônica, para que se possa assegurar a confiabilidade, segurança e vantagem no seu uso.

Entretanto, Gama (2014), entende que o projeto de pontes de concreto armado exige um enorme trabalho. No entanto, a análise do comportamento de estruturas tornou-se muito mais clara em aplicações a problemas reais como o dimensionamento de uma estrutura real. A ajuda de softwares também auxilia na análise estrutural. O desenvolvimento de um projeto estrutural possui uma complexidade bastante elevada e de grande importância já que ele determina a segurança da obra. Deve ser realizado com calma e bastante atenção em todas as etapas do processo.

PATOLOGIA NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO

Conforme relata Trindade (2015), após o advento do concreto e as vantagens que apresentava sobre as demais técnicas e materiais utilizados na época, registrou-se intensa aceleração no uso deste material. E, durante muitos anos, o concreto armado foi considerado um material perene, que não necessitava de cuidados e dispensava manutenção. Entretanto, começaram também a serem identificadas as manifestações patológicas que este pode provocar devido ao desleixo, a sua má utilização, à mão de obra desqualificada ou pela falta de conhecimento de como utilizá-lo apropriadamente.

Definição de Patologia nas Estruturas de Concreto

Conforme escreve Helene (1993), toda estrutura deve satisfazer os requisitos mínimos de segurança, estética e funcionalidade segundo as ações e influências ambientais a que será submetida no decorrer de sua vida útil. Porém, depois de uma ocasional intervenção corretiva, poderá ser estimada uma nova vida útil. Então, a vida útil de uma estrutura de concreto pode ser definida como o período de tempo no qual esta é capaz de realizar as funções para as quais foi projetada, sem custos de manutenção. Assim, a estrutura deve estar sob manutenção preventiva e não poderá passar por manutenção corretiva durante esse período.

Os apontamentos de Piancastelli (1997) mostram que o concreto armado é um material não inerte e por isso está sujeito a sofrer modificações ao longo do tempo. Estas modificações são o resultado das influências mútuas dos elementos que o constituem, ou seja, o cimento, a areia, a brita, a água e o aço, com os agentes externos, como ácidos, bases, sais, gases e variações térmicas, além de aditivos e adições minerais que lhe são adicionados. Para Souza e Ripper (1998, p. 15), a patologia das estruturas é um “[...] novo campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas”.

Segundo citam Santos e Interlandi (2016), quando o desempenho da estrutura de concreto está comprometido, têm-se confirmada a presença de “doenças” ou “patologias” do concreto, da estrutura ou da armadura. Tais patologias podem ser congênitas, quando irrompem com a estrutura; ou podem surgir no decorrer da vida da estrutura, ocasionadas pela ação direta de múltiplos agentes externos e usuários, e por fenômenos físicos como choques, terremotos, incêndios, enchentes, explosões, recalques, além de variações de temperatura.

Na visão da Engenharia Civil, o termo “patologia” está relacionado com a definição utilizada pela Medicina, segundo a qual se estuda as origens, os sintomas e a natureza das doenças. Conforme entendem Santos e Interlandi (2016), pode-se dizer que patologia é toda manifestação que ocorre durante o ciclo de vida da edificação e poderá prejudicar o desempenho previsto da ponte ou viaduto e os seus subsistemas, elementos e componentes.

De acordo com Lapa (2008), o intercâmbio entre agentes externos e usuários pode originar deformidades, podendo afetar o desempenho da estrutura, ocasionar efeitos estéticos indesejáveis, ou ainda, causar desconforto aos usuários. A saúde das estruturas pode ser entendida como a capacidade que elas têm de realizarem as funções para as quais foram idealizadas. Para que as patologias sejam entendidas é indispensável que se conheça suas formas de manifestação, sintomas, os mecanismos de surgimento, os agentes desencadeadores dos mecanismos, ou seja, as causas, e em que período da vida da estrutura originou-se a propensão a esses agentes. Portanto, é a partir dos sintomas que tem início o processo de investigação das causas e origem da patologia e o posterior diagnóstico.

VIDA ÚTIL, DURABILIDADE E MANUTENÇÃO

Vida útil

Segundo declara Ângelo (2004), definir a vida útil da estrutura de concreto não é tarefa simples, pois este estudo abrange conhecimentos multidisciplinares como as engenharias de estruturas, de materiais, de construção, de manutenção, de química, economia e estatística. A vida útil de uma estrutura está intimamente ligada ao processo de deterioração dos materiais utilizados na obra, dos esforços a que os elementos estão sujeitos, bem como das condições ambientais e dos agentes agressores. Mas, por meio de modelos estatísticos, podem-se encontrar valores aproximados da duração da vida útil de uma ponte ou viaduto.

A autora afirma que utilizar métodos estatísticos e matemáticos é adequado para aferir a vida útil da estrutura de concreto, porém, os resultados não são precisos devido ao grande número de variáveis e de imprevistos. Não se calcula a vida útil e durabilidade de uma estrutura, mas, ao definir um cobrimento de concreto e uma relação água-cimento, pode-se, com razoável confiabilidade, fixar a vida útil da estrutura em, por exemplo, 40

anos. Desse modo, é possível seguir certo número de condições para se alcançar uma estrutura com boa durabilidade, sem determinar o número de anos.

Para Rohan et al (2016), algumas medidas são valiosas à preservação das funções para as quais a construção foi planejada e o prolongamento da vida útil da estrutura de pontes e viadutos que estão sob os efeitos de mecanismos de deterioração. Para isso, os autores defendem que a manutenção eficiente inclua os procedimentos indispensáveis ao bom estado da ponte e a recuperação emergencial, com o objetivo de evitar o desgaste da estrutura.

No entanto, Almeida e Sales (2018) entendem que a vida útil de uma estrutura de concreto armado está vinculada à sua durabilidade, enquanto esta é a capacidade de os elementos estruturais suportarem as agressões ambientais no qual está inserida. Assim, é fundamental conhecer e avaliar as influências e os efeitos que os diversos tipos de ambientes causam às estruturas de concreto. Segundo Mendes et al (2012), este conhecimento é essencial, pois sabe-se que, ao longo da vida útil das estruturas ocorrem mudanças de capacidade de carga, geometria dos veículos da frota, bem como alterações dos trens-tipo. Sob estas condições, muitas apresentam sinais de deterioração do concreto e da armadura.

Durabilidade

De acordo com Souza e Ripper (1998), é comum a associação entre vida útil e durabilidade. Identificadas as propriedades de deterioração do material do concreto e dos sistemas estruturais, pode-se inferir que a durabilidade seja o padrão que compreende a aplicação destas características da estrutura de concreto, por meio da resposta que apresentará frente aos efeitos da agressividade do ambiente e, então, demarca-se sua vida útil. Considerar uma estrutura de concreto durável envolve tomar decisões e procedimentos que assegurem à estrutura e aos materiais que a compõem a atuação satisfatória no decorrer de sua vida útil. A proporção entre água e agente ligante determina sua densidade, compacidade, porosidade, permeabilidade, capilaridade, fissuração, assim como a resistência mecânica e durabilidade. Acrescentem-se, ainda, a agressividade ambiental, transporte de gases e líquidos do meio externo para o interior.

Ainda segundo Souza e Ripper (1998), o estudo da durabilidade abrange também a avaliação e a compatibilização entre a agressão ambiental, a qualidade do concreto e da estrutura. Com estes elementos, será possível realizar o estudo à luz do tempo e do custo da estrutura. As normas e os regulamentos privilegiam critérios que permitem aos responsáveis pela construção de uma estrutura, desenvolver modelos individualizados e duráveis para a construção, estabelecendo classes de exposição das estruturas e de seus componentes levando em conta a deterioração a que estarão expostas.

O estudo de Lapa (2008) mostra que os concretos erguidos há mais tempo apresentam durabilidade superior aos executados atualmente. Nos anos de 1960, para se produzir um concreto com resistência à compressão de 30 MPa era essencial alto consumo de cimento, entre 400 a 500 kg/m³. Mas, na década de 1970 houve o progresso da atividade da construção e a eclosão da indústria do concreto pré-misturado, resultando na otimização dos traços do concreto, isto é, a busca por concreto mais resistente com teor de cimento menor. Porém, o conhecimento e a difusão das práticas construtivas não acompanharam o crescimento da construção civil, acarretando descuidos nas obras e a perda da capacidade do concreto de proteger as armaduras contra a corrosão.

Para Lapa (2008), a tecnologia de fabricação do concreto avançou devido à melhoria das propriedades dos aditivos, adições e ligantes, possibilitando a redução nas seções das peças de concreto armado em função do aumento das resistências mecânicas. Para facilitar o lançamento do concreto em peças cada vez mais estreitas e mais armadas, utilizou-se

concretos fluidos e compostos com materiais mais finos, resultando em um produto final de qualidade inferior.

Diante desse cenário, os responsáveis devem manter-se atentos à corrosão de armaduras, em decorrência da carbonatação ou dos cloretos. Conforme esclarecem Souza e Ripper (1998), devem atentar também para a ação do frio e do calor, por tipo de ambiente e a agressividade química. Serão as classes de exposição que mostrarão os níveis de risco e parâmetros mínimos que precisam ser considerados como requisito para que se alcance a construção sólida desejada. Para isto, necessitam observar a dosagem mínima de cimento; o fator água/cimento máximo; a classe de resistência mínima do concreto; o cobrimento mínimo das barras das armaduras e, por fim, o método de cura.

É importante citar o estudo realizado por Santos e Interlandi (2016) que refere à durabilidade como sendo resultado do trabalho harmônico entre várias fases, iniciando com a concepção e projeto da estrutura, passando pela seleção dos materiais a serem utilizados; a execução das estruturas, chegando à utilização e às manutenções preventivas. Cada uma dessas fases realiza um papel importante na durabilidade da estrutura, sendo que a falha de uma delas pode produzir efeitos negativos na durabilidade das estruturas de concreto armado.

Se assim é, Lapa (2008) sugere que, para evitar a degradação antecipada nas estruturas de concreto, deve-se monitorar o projeto arquitetônico e estrutural, a execução da obra e realizar inspeção e manutenção. Além dos cuidados com a composição do traço do concreto, é necessário adotar procedimentos apropriados para o lançamento, adensamento e cura do concreto. Portanto, a durabilidade do concreto é um conceito e um parâmetro de aferição da capacidade do concreto de resistir à ação do tempo e aos outros processos de degradação a que está exposto durante a sua vida útil.

Manutenção

O processo de manutenção de uma estrutura de concreto envolve planejamento, requisitos de segurança, funcionalidade e estética, projetos e cálculos observando o ambiente ao redor e a possibilidade de realizar manutenção adequada. Manutenção em construção civil, para Miotto (2010), trata-se de um conjunto de ações aplicadas na prevenção de degradação durante a vida útil da estrutura. A manutenção preventiva é rotineira, seguindo periodicidade previamente definida segundo as características de cada componente. A manutenção preditiva é dinâmica, pois as ações são adotadas monitorando o estado de conservação.

Os pontos vulneráveis de uma estrutura precisam ser identificados na etapa de projeto, e também na etapa de construção, a fim de que seja preparado um sistema de manutenção. Para Souza e Ripper (1998), é a soma das ações para reduzir os gastos e manter o desempenho. É preciso definir as metodologias de operação, controle e execução da obra e a análise custo-benefício da mesma. Com a evolução modernista da construção civil, no campo das responsabilidades, surgiu a figura do usuário que participa da etapa da utilização, colaborando para o bom desempenho e para a durabilidade da obra, seguindo os princípios definidos no projeto. Na corresponsabilização, proprietário, investidor e usuário devem estar de acordo e preparados para arcar com o custo do sistema de manutenção idealizado pelos projetistas. O sistema funcionará com inspeções rotineiras tendo o usuário como ator essencial, iniciando na fase de concepção, seguindo os critérios de projeto de estruturas duráveis, com um programa sistemático de inspeções técnicas aos elementos estruturais.

Conforme entendem Souza e Ripper (1998), as partes vulneráveis da estrutura devem ser demarcadas na fase de projeto e na de construção facilitando o planejamento do programa de inspeções e o sistema de manutenção, no qual serão fixadas as

estratégias, considerando os mesmos cuidados adotados na concepção da construção, das estruturas e os seus elementos em termos de utilização. Um programa de manutenção agrupa as estruturas em dois grupos. No primeiro caso, estão reunidas as estruturas que somente terão um responsável ao longo de sua vida útil e ocorre com grandes estruturas, como pontes, viadutos, estádios, metrô e galerias subterrâneas, estruturas industriais, usinas nucleares, cais e ancoradouros. O segundo grupo abriga as estruturas para as quais os proprietários e responsáveis serão vários durante a sua vida útil, como é o caso de edifícios de escritório e residenciais.

Diante desse quadro, os autores sugerem que seria perfeito se os novos sistemas de construção que empregam materiais modernos e as avançadas metodologias de concepção e construção fossem destinados às grandes estruturas, especialmente nas pontes, pois, assim, seria mais fácil estabelecer um programa de utilização e manutenção, prevenindo degradações. A degradação, em estágios adiantados provoca o colapso da estrutura, podendo resultar em altos custos sociais como a perda de moradias e de vidas humanas. Portanto, um processo de manutenção deve explorar, também, as capacidades resistentes que ainda estejam disponíveis na estrutura ou a possibilidade de extensão da vida útil.

Interessante destacar o conteúdo do estudo de Sartori (2008, p. 98), que afirma que a tarefa de conservar uma estrutura de concreto, sobretudo uma ponte, implica em corrigir falhas, mesmo que sejam pequenas, “cuidar da limpeza e drenagem de pista, juntas, apoios, correções nos aparelhos de apoio, reparos em guarda-corpos e reparos na pista de rolamento sem acréscimo de espessura”. Mas, a constatação de falhas graves que possam comprometer a estrutura é que definirá a elaboração de projetos de reparo e reforço estrutural de acordo com cada caso.

Conforme mostram Souza e Ripper (1998), a manutenção estratégica, ou cadastral, é projetada prevendo as intervenções corretivas e emergenciais. São os casos em que são estabelecidos o ritmo e a forma dos procedimentos; as inspeções técnicas informativas e os sistemas que acompanharão o comportamento das partes vulneráveis identificadas na fase do projeto e da construção. A manutenção preventiva é realizada observando os dados obtidos nas inspeções regulares, atendendo aos critérios preestabelecidos para minimizar as probabilidades de ruína ou degradação da estrutura. A manutenção esporádica é fruto da necessidade de correção ou de reforço e não tem plano de ação predeterminado. O custo com um ou outro sistema varia segundo a localização geográfica e no entorno da estrutura.

Estas informações são importantes, contudo, Mascarenhas et al, (2019) acrescentam que a manutenção pode ser definida como todos os métodos que assegurem o desempenho satisfatório da estrutura, condutas que visam oferecer à estrutura maior tempo de vida útil. A respeito das pontes, Sartori (2008) destaca que, na maioria dos casos, a manutenção é ignorada, sob o argumento de que exige altos custos dos cofres públicos. Então, com a propensão natural de deterioração das estruturas, a falta de manutenção antecipa o aparecimento de patologias.

Ressalte-se que, Bastos e Miranda (2017) asseguram que as condutas voltadas para a manutenção, devem abranger vistorias periódicas, cadastro das obras, implantação de sistemas de gestão e planejamento e previsão orçamentária para garantir a execução dos serviços de manutenção e recuperação. Estes procedimentos visam ao maior tempo e qualidade no uso das construções.

O Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários, organizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes e pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias, publicado em 2010, afirma que a manutenção é essencial e deve ser realizada por profissionais, de forma rotineira e continuada, pois é uma atividade permanente. O

documento afirma que a manutenção, preventiva e corretiva, é fundamental para a funcionalidade e durabilidade da obra (BRASIL, 2010).

Principais Causas da Deterioração das Estruturas de Concreto

A respeito da deterioração que atinge as estruturas de concreto armado, Ribeiro (2018), afirma que esta pode estar vinculada a fatores mecânicos, físicos, biológicos, eletromagnéticos e químicos. O autor propõe uma classificação para esses fatores. Entre os fatores mecânicos estão a vibração e erosão; aos fatores físicos está relacionada a variação de temperatura; entre os biológicos, as bactérias e, entre os fatores químicos, estão presentes os produtos químicos, como ácidos e sais.

Quanto aos efeitos que estes fatores produzem, Ribeiro (2018) cita que, entre os fatores mecânicos, as vibrações podem acarretar fissuras no concreto, o que facilitará o contato da armadura com o ambiente corrosivo. Os líquidos em movimento, incluindo as partículas em suspensão, podem originar erosão no concreto e, portanto, o seu desgaste. Adicionem-se a esses líquidos, substâncias químicas prejudiciais ao concreto e obtém-se a ação composta de erosão-corrosão, mais danosa e rápida do que as ações isoladas. A erosão é mais acentuada quando o fluido em movimento contém partículas em suspensão na forma de sólidos que funcionam como abrasivos, ou na forma de vapor, como no caso de cavitação. Os fatores físicos, como variações de temperatura, podem ocasionar choques térmicos com reflexos na integridade das estruturas.

Segundo o autor, variações de temperatura entre os diferentes componentes do concreto (pasta de cimento, agregados e armadura), com características térmicas diferentes, podem ocasionar microfissuras na massa do concreto que possibilitam a penetração de agentes agressivos. A atmosfera local, que engloba temperatura, umidade, presença de ventos, contaminantes e as respectivas variações cíclicas é um fator físico importante para a corrosão.

Os fatores biológicos, afirma Ribeiro (2018), como os microrganismos, podem criar meios corrosivos para a massa do concreto e armadura, como aqueles produzidos pelas bactérias oxidantes de enxofre ou de sulfetos, que aceleram a oxidação dessas substâncias para ácido sulfúrico. Assim como os químicos têm relação com a presença de substâncias químicas nos diversos ambientes, isto é, água, solo e atmosfera. Destacam-se entre as substâncias químicas mais agressivas os ácidos, como o sulfúrico e o clorídrico, que geram a formação de cloretos de cálcio e gel de sílica. Estes fatores podem agir na pasta de cimento, no agregado e na armadura de aço-carbono. Este mecanismo de deterioração deve-se à ação de substâncias químicas sobre os componentes não metálicos do concreto, como as reações álcalis-agregado (RAA) ou ataque por sulfatos.

No que tange aos processos de deterioração de estruturas, Lapa (2008) observa que, a deterioração do concreto surge, na maioria das vezes, como consequência da combinação de elementos externos e internos. A deterioração do concreto é formada por processos complexos que deformam a capacidade de o material realizar as suas funções, e, muitas vezes não são perceptíveis visualmente.

Causas Intrínsecas

Vale destacar que Sartori (2008) e Souza e Ripper (1998), de modo semelhante, definem as causas intrínsecas de deterioração da estrutura como próprias da mesma e têm sua origem nos materiais, no concreto ou nos componentes estruturais. Podem ser classificadas levando-se em conta o processo de deterioração das edificações de concreto e podem ser falhas naturais ou humanas nos processos de construção ou utilização e por agentes naturais externos como ataques químicos e mesmo por acidentes.

Causas Extrínsecas

De acordo com a explicação de Souza Ripper (1998) e Sartori (2008), as causas extrínsecas são as que não dependem da estrutura, tão pouco da composição interna do concreto ou falhas que tenham ocorrido na etapa de execução. Podem ser classificadas em função das ações externas ao corpo da estrutura de concreto, sendo que falhas humanas durante o projeto ou durante a utilização, juntamente com ações mecânicas, físicas, químicas e biológicas são fatores que agridem o empreendimento “de fora para dentro” no decorrer das etapas da concepção, da execução ou da vida útil de uma estrutura.

METODOLOGIA

Nesta pesquisa, a primeira etapa para realização deste trabalho partiu de uma revisão bibliográfica referente às áreas de estudo de interesse. A escolha do tema inicial para este trabalho partiu da análise do comportamento de estruturas, com foco em manifestações patológicas, e, a partir desta definição, foi possível a identificação dos mecanismos de degradação.

As etapas seguintes consistiram na escolha de uma ponte para análise patológica e a coleta de dados no local através de fotografias e documentação. Além disso, partindo ainda da revisão bibliográfica, foi possível a identificação dos diferentes tipos e origens das manifestações patológicas que podem surgir em uma ponte de concreto armado, bem como a identificação de técnicas de diagnóstico e recuperação para este tipo de estrutura. Por fim, levando em consideração as condições de acesso à estrutura, foi possível aplicar essas técnicas na ponte selecionada, e relacionar os problemas patológicos visíveis.

Instrumentos utilizados para análise

- Câmera fotográfica semiprofissional Sony Alpha NEX-F3, lente 18-55 – 16 - mega pixel - panorâmica 3D.
- Trena Laser 40 m Bosch – GLM 40 Professional

Inspeção Visual da Ponte

A observação superficial da referida obra mostra a supraestrutura composta por um tabuleiro com diversos painéis de lajes isoladas, apoios nas extremidades em encontros com aparelhos tipo rolete metálico e nos vãos centrais (não foi possível verificar o tipo de apoio).

A superestrutura (fundação) aparentemente apresenta um bom estado de conservação. Levando em conta a época da construção, os engenheiros realizaram um excelente trabalho.

São três longarinas, as extremas apoiadas nos pilares e a central no contravamento dos pilares. As transversais estão distribuídas ao longo de sua extensão e estão conectadas à laje.

A mesoestrutura é constituída de dois pares de pilares octogonais contraventados por uma viga superior e inferior.

Devido ao nível de água, não foi possível avaliar o tipo de infraestrutura.

O projeto inicial da referida obra não foi localizado no Departamento Estadual de Estradas e Rodagens de Minas Gerais.

Constata-se, ainda que a ponte não apresente indícios de manutenção realizada nos últimos anos, identificando-se a presença de chapisco como tentativa de solucionar

problemas anteriores, sem, entretanto, surtir qualquer efeito como tratamento das patologias encontradas.

ESTUDO DE CASO

A avaliação descrita no presente estudo objetivou determinar o estado de conservação da estrutura da Ponte Pedro Dutra Nicácio Neto, mostrada na figura 1.

Dados descritivos:

- Construção executada no ano de 1954
- Projeto geométrico e estrutural: Estes projetos não foram encontrados nos arquivos da prefeitura, contudo o estudo será realizado utilizando os resultados da inspeção visual, dos registros fotográficos e dos laudos técnicos anteriores realizados por autoridades competentes.

- Extensão: 120,0m;
- Largura: 10,60m
- Duas faixas de tráfego
- Passeio em ambas as extremidades laterais

Figura 1 – Ponte Pedro Dutra Nicácio Neto



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta etapa serão apresentadas as principais Patologias Encontradas na Ponte Pedro Dutra Nicácio Neto, dentre elas: fissuras, Corrosão e Carbonatação, Infiltração, Drenagem e Lixiviação.

Fissuras

Foram encontradas nos elementos estruturais excessivamente solicitados como as vigas longarinas, pilares e tabuleiro. Na figura 2 pode ser identificada a presença de trincas/fissuras/ esmagamento no encontro do pilar com a viga.

Figura 2 – Trincas, fissuras e esmagamento no encontro do pilar com a viga



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Corrosão e Carbonatação

Analisando as áreas de apoio da laje com as vigas longarinas, observou-se a ocorrência de fissuras, fazendo com que as armaduras fiquem vulneráveis a agentes agressivos, ocasionando sua despassivação (ação responsável pelo fenômeno da corrosão das armaduras), conforme registrado pela figura 3.

A figura 4 revela a presença de carbonatação que inicia-se na superfície do concreto e penetra lentamente para seu interior.

Figura 3 – Corrosão e cobrimento deslocado



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Figura 4 – Carbonatação



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Infiltração

Ao analisar os drenos existentes na laje, observa-se que, devido às dimensões insuficientes, a água que passa por ele escorre pela parte inferior da laje e infiltra no pilar, em alguns apoios da estrutura.

A presença da água sob a laje e nos pilares levou ao deslocamento da laje nesses locais, podendo também causar danos à estrutura metálica.

Na figura 5 é possível notar que, em alguns pontos, houve o deslocamento do concreto e armaduras expostas na laje, devido à infiltração de agentes agressivos e à exposição de algumas armaduras a esses agentes, provocando corrosão e expansão, causando tensões no concreto e rompendo os elementos.

Figura 5 - Infiltração



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Drenagem

Falha no sistema de drenagem, drenos danificados e obstruídos. Devido à inexistência de pingadeiras, as longarinas e as lajes em balanço apresentam manchas de infiltração, identificadas na figura 6.

Figura 6 – Drenos danificados



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Lixiviação

Conforme identificado na figura 7, em alguns pontos da laje, foi possível observar a ocorrência do fenômeno da lixiviação, identificado pela existência de manchas brancas ao longo da laje no local observado, levando à diminuição da resistência do concreto, além de permitir a corrosão das armaduras.

Figura 7 – Lixiviação



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Situação dos Componentes da Ponte

Tabuleiro

A observação detalhada mostrou que quase toda a face inferior apresenta armadura exposta oxidada e rompida, ao que tudo indica, causada por deslocamentos do concreto os quais foram ocasionados pela expansão da armadura oxidada ou por falha de concretagem durante a fase de construção (cobrimento insuficiente), conforme mostra a figura 8. A face inferior apresenta em diversos pontos, carbonatação do concreto. A carbonatação acontece em áreas de porosidade ou com baixo cobrimento das armaduras. A figura 9 aponta, ainda, deslocamento do cobrimento, armaduras expostas e vegetação.

Figura 8 – Tabuleiro com infiltração, musgo, vegetação, exposição de armadura, corrosão e presença de lixiviação.



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Figura 9 - Camada fina de cobrimento com deslocamento e exposição de armaduras



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Pilares

Não foi possível verificar o estado dos pilares e longarinas devido à “camuflagem” com chapisco, contudo, a viga de contraventamento dos pilares da margem esquerda, figura 10, apresenta ferragem exposta.

No pilar 1 encontram-se deslocamento de cobrimento do concreto, bem como apresentação de processo de corrosão; o pilar 2 mostrou fissura e/ou rachadura e muito lixo agarrado na fundação o que pode facilitar a ocorrência de manifestações patológicas, figura 11.

Figura 10 - Pilares: deslocamento de cobrimento do deslocamento



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Figura 11 - Pilares: processo de corrosão e concreto e lixo agarrado na fundação.



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Vigas

Foram constatadas anomalias generalizadas, sobretudo na superestrutura da ponte, entre as quais se destacam a viga transversina, com perda de cobrimento de concreto; exposição, corrosão e perda parcial de aço, próxima do encontro, margem esquerda, está absolutamente comprometida, conforme pode ser visto na figura 12, pois perdeu sua função estrutural.

Figura 12 – Vigas: corrosão e perda parcial do aço



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Na figura 13, pode-se perceber que a face inferior da longarina central da margem esquerda apresenta deslocamento causado, provavelmente pela expansão de armadura oxidada.

Figura 13 – Vigas: Deslocamento



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

A figura 14 mostra que a longarina à montante encontra-se com armadura exposta e oxidada na região do apoio da margem esquerda.

Figura 14 – Vigas: Armadura exposta e oxidada



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Na figura 15 pode-se identificar a vegetação que encobre parte das longarinas.

Figura 15 – Vigas: “Camuflagem” com vegetação



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Blocos de Fundação

Não foi possível avaliar o tipo de infraestrutura em função do nível da água. Entretanto, abaixo, na figura 16, é possível identificar grande quantidade de lixo preso à parte do pilar e de um bloco de fundação.

Figura 16 – Parte de pilar e bloco de fundação



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Pintura

Sinais de desgastes e degradação pela ação do tempo, das intempéries, associada à falta de manutenção corretiva periódica. Na figura 17, nota-se a ausência de pinturas de sinalização na pista de rolamento.

Figura 17 – Falta de pintura de sinalização



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Passeio

Na figura 18, nota-se trincas e fissuras, cujo surgimento pode ter-se dado devido à retração plástica ou por secagem, assentamento dos apoios, deficiências estruturais, agregados reativos, corrosão de armaduras, restrições a alongamentos e encurtamentos térmicos, ataques de cloretos e sulfatos que podem diminuir a rigidez das vigas, expondo as armaduras às intempéries. O desnível das calçadas e as fissuras marcadas na figura 19, podem causar danos estéticos, desconforto psicológico oferecer perigo para os pedestres, sobretudo para os idosos.

Figura 18 – Passeio: Trincas, fissuras e danos estéticos



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Figura 19 – Passeios: desnível das calçadas



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Guarda-corpo

Conforme identificado na figura 20, o guarda-corpo possui a altura de 80 cm, que está abaixo das recomendações normativas, incompatível com a estatura média das pessoas atualmente. Apresenta várias peças quebradas, armaduras expostas e oxidadas que, ao longo dos 50 anos de uso, oferece perspectiva de risco de queda dos pedestres, colocando em risco a vida dos mesmos.

Figura 20 – Guarda-corpo: peças quebradas, armaduras expostas e oxidadas



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Pista de Rolamento

Pavimento

Os defeitos na pavimentação da ponte que podem ser facilmente identificados visualmente são deformações na massa asfáltica, trincas, formação de painéis e pontos de degradação nas juntas de dilatação da estrutura. O desgaste na pavimentação da ponte pode pôr em risco a segurança e o conforto dos usuários que trafegam pelas vias. Detalhes na figura 21 a seguir.

Figura 21 – Deformações asfálticas



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Juntas de Dilatação

Destaque-se que as juntas de dilatação absorvem a volumétrica dos materiais e das variações climática, para reduzir os efeitos da vibração e das movimentações inerentes à pontes e viadutos. Trabalhando em conjunto com o aparelho de apoio, equilibram a dilatação e a contração estrutural, evitando pontos de fadiga no tabuleiro.

A figura 22 mostra a dilatação além do normal da ponte em estudo, o que pode ocasionar infiltrações, fissuras e trincas. Estas manifestações patológicas podem comprometer a segurança estrutural.

Figura 22–Juntas de dilatação fora dos padrões normativos



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Desnível

Ocorre em função de variações de temperatura e retração residual, devido a cargas móveis não previstas ou dimensionamento insuficiente nos elementos estruturais excessivamente solicitados, levando a deformações na massa asfáltica, trincas e formação de painéis. As fotografias 23 e 24 mostram com detalhes áreas de desnível ou recalque.

Figura 23 – Recalque/Desnível



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Figura 24 – Recalque



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

Aparelhos de Apoio

Aparelho de apoio de rolete metálico impedido de movimento devido à corrosão do aço e por existência de detritos. Detalhe do aparelho de apoio sem utilidade devido à corrosão na figura 25.

Figura 25–Aparelho de apoio apresentando corrosão



Fonte: Arquivo pessoal, 2020.

CONCLUSÃO

De acordo com Ribeiro (2018), a vida útil de uma estrutura de concreto está diretamente ligada à sua durabilidade e esta, por sua vez, consiste na capacidade dos

elementos estruturais resistirem às agressões do meio ambiente no qual ao longo do tempo. A ponte em estudo possui 65 anos de uso, durante os quais ocorreu o inevitável aumento do tráfego, com intensa movimentação nos dois sentidos, ligando dois polos do município. A pista de rolamento mostra elevada perda funcional/operacional e estrutural, acelerando o ritmo da degradação das peças do concreto armado, pelo estado de corrosão de suas armaduras, potencializa os efeitos da vibração pelo carregamento cíclico, sobretudo de veículos pesados. Não foi realizado um planejamento de manutenção preventiva, sendo as escassas tentativas de recuperação insignificantes para a real necessidade da obra (RELATÓRIO MP/MG).

Segundo Souza e Ripper (1998), após a instalação da patologia, o estudo e entendimento das causas são elementos da maior importância para que a cura da estrutura seja efetivamente alcançada, pois o sucesso e a durabilidade da intervenção dependerão da escolha do método adequado. Após a elaboração do plano geral de recuperação da estrutura, é preciso analisar cada sintoma de maneira particular, pois para cada manifestação patológica existem técnicas consolidadas para sua recuperação. Algumas citadas são: remoção de concreto, substituição de concreto, remoção de corrosão, remoção de manchas, tratamentos de vazios e desagregações, tratamento de trincas e fissuras, ativas ou inativas. É preciso avaliar, ainda, a partir do plano de recuperação, se a recuperação da estrutura é a solução mais viável economicamente, pois a estrutura pode estar danificada em um nível muito avançado, quando então a melhor solução seria a demolição e, possivelmente, a construção de uma nova obra para substituição, ou até mesmo a não intervenção, quando o propósito funcional da estrutura estiver ultrapassado.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, José Eduardo de. **Avaliação dos ensaios de durabilidade Do concreto armado a partir de Estruturas duráveis**. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de engenharia

Programa Pós-graduação Construção Civil. Dissertação. (Mestrado). 2006, 173 f. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/ISMS-6ZNRER>>. Acesso em 20 Jan. 2020.

ALMEIDA, Fernando do Couto R; SALES, Almir. Ação do meio ambiente sobre as estruturas de concreto: efeitos e considerações para projeto. In: RIBEIRO, Daniel Vêras (coord.). Corrosão e degradação em estruturas de concreto. Teoria, controle e técnicas de análise e intervenção. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018, p. 97-123.

ALVES, Lauro Ferenzini. **Obras-de-arte especiais BR-267/MG: patologias x fatores influentes**. Universidade Federal de Juiz de Fora-UFJF. (Monografia). Engenharia Civil. Juiz de Fora, 2012, 86 f. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engenhariacivil/files/2012/10/TCC-L-F-ALVES_Final.pdf>. Acesso em 20 Mar. 2020.

ANGELO, Ana Margarida Vieira. **Análise das patologias das estruturas em concreto armado do estádio Magalhães Pinto – Mineirão**. (Dissertação). Mestrado. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Engenharia de Estruturas. Belo Horizonte, 2004, 439 f. Disponível em: <<http://pos.dees.ufmg.br/defesas/286M.PDF>>. Acesso em 09 Nov. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT 5674**: manutenção de edificações – procedimento. Disponível em:

<http://www.pmb.eb.mil.br/images/documentos/abnt/abnt_05674.pdf>. Acesso em 21 Dez. 2019.

_____. **NBR 6118**: projetos de concreto armado / procedimentos. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/abnt-6118-projeto-de-estruturas-de-concreto-procedimento>>. Acesso em 28 Jan. 2020.

BASTOS, Herik César do Nascimento; MIRANDA, Mateus Zanirate. Principais patologias em estruturas de concreto de pontes e viadutos: manuseio e manutenção das obras de arte especiais. **Revista CONSTRUINDO**, Belo Horizonte, v. 9, Ed. Esp. Patologia, p. 93-101, Jul./Dez., 2017. Disponível em: <[file:///D:/Usuario/Downloads/5026-15995-1-PB%20\(6\).pdf](file:///D:/Usuario/Downloads/5026-15995-1-PB%20(6).pdf)>. Acesso em 21 Dez. 2019.

BATTAGIN, Arnaldo Forti; SILVEIRA, Ana Livia Zeitune de P. Muito além do controle tecnológico convencional do concreto. **Revista Concreto & Construções**. Ed. 86, Abr.-Jun, 2017, p. 66-71. D <http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/revista86.pdf>. Acesso em 11 Abr. 2020.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários. Rio de Janeiro, 159 p. IPR. Publicação 744. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/744_manual_recuperacao_pontes_viadutos.pdf>. Acesso em 13 Nov. 2019.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de recuperação de pontes e viadutos rodoviários. Rio de Janeiro, 159 p. IPR. Publicação 744. Disponível e: <http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/709_manual_de_inspecao_de_pontes_rodoviaras.pdf>. Acesso em 13 Nov. 2019.

CARNONA FILHO, Antônio; HELENE, Paulo R. L. **Fissuração das peças de concreto armado e corrosão das armaduras**. ABRACO-Associação Brasileira de Corrosão. ANAIS. 2º SEMINÁRIO NACIONAL DE CORROSÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Rio de Janeiro-RJ, 1986. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/000753349>>. Acesso em 19 Jan. 2020.

CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. Estruturas de concreto armado, fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação. 3 ed. Rio de Janeiro: Elsevier; Brasília, DF: Ed. UnB, 2016.

FELIPPE FILHO, Waldir Neme. **Avaliação dos coeficientes de impacto utilizados no cálculo de Pontes rodoviárias via análise dinâmica de estruturas**. (Monografia). Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da UFJF. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008, 47 p. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/3940/1/CT_EC_2014_2_06.pdf>. Acesso em 04 Jan. 2020.

FERREIRA, Rui Miguel. **Avaliação dos ensaios de durabilidade do betão**. (Dissertação). Mestrado. Engenharia Civil. Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, 2000, 246 f. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/55601848.pdf>>. Acesso em 12 Dez. 2019.

GAMA, Janaína Almeida Bacelar. **Pontes de concreto armado**. Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS. UniCEUB - Centro Universitário de Brasília. (Monografia). Engenharia Civil. Brasília, 2014, 58 f. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/6420/1/21159923.pdf>>. Acesso em 12 Jan. 2020.

GRANATO, José Eduardo. **Patologia das construções**. Disponível em: <<file:///D:/Usuario/Downloads/176-PATOLOGIA-DAS-CONSTRU%C3%87%C3%95ES-IMPERMEABILIDADE.pdf>>. Acesso em 09 Jan. 2020.

HASPARYK et al. Deformações por Retração e Fluência. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.) **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. São Paulo: IBRACON, v. 1 cap. 22, p. 655-685, 2005.

HELENE, Paulo R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2ª ed. São Paulo: Pini, 1992.

_____. **Contribuição ao Estudo da Corrosão em Armaduras de Concreto Armado**. São Paulo. Tese. (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993, 231 f. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000239&pid=S1678-8621201100020001500029&lng=pt>. Acesso 21 Dez. 2019.

_____. **Corrosão em armaduras para concreto armado**. 4ª ed. São Paulo, 1999. PINI: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 48p.

_____. **Corrosão das armaduras**. In: RIBEIRO, Daniel Véras (org.). **Corrosão e degradação em estruturas de concreto: teoria, controle e técnicas de análises e intervenção**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2 ed., 2018, p. 1-7.

KULAKOWSKY et al. Contribuição à avaliação ambiental de materiais e componentes construtivos: proposta de método para obtenção de extrato lixiviado. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 69-81, Out./Dez., 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212014000400006>. Acesso em 21 Jan. 2020.

LAPA, José Silva. **Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto**. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. (Monografia). Especialização em Construção Civil. Belo Horizonte, 2008, 56 f. Disponível em: <<http://www.especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Patologia,%20Recupera%E7%E3o%20e%20Reparo%20das%20Estruturas%20de%20Concreto.pdf>>. Acesso em 13 Jan. 2020.

LIBERATI et al. Influência da corrosão da armadura na capacidade resistente à flexão de vigas em concreto armado: uma abordagem via teoria da confiabilidade estrutural. **Revista**

IBRACON de Estruturas e Materiais, v. 7, n. 3, Jun. 2014, p. 379-413. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s1983-41952014000300005&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em 02 Jan. 2020.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das Construções**: procedimento para formulação do diagnóstico de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações. São Paulo: Escola Politécnica da USP. (Dissertação). Mestrado. Engenharia Civil. Universidade de São Paulo, 1985.

MACHADO, Ari de Paula; MACHADO, Bruno Alberto. Professor aposentado Reforços de estruturas de concreto armado: um resumo das alternativas disponíveis. **Revista Concreto e Construções**, Ano XLIV, n. 82, Abr./Jun., 2016, p. 23-30. Disponível em: <<file:///D:/Usuario/Downloads/revista82.pdf>>. Acesso em 20 Mar. 2020.

MARCHETTI, Osvaldemar. Pontes de concreto armado. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2018.

MASCARENHAS et al. Patologias e inspeção de pontes em concreto armado: estudo de caso da ponte Governador Magalhães Pinto. **Revista Engevista**. v. 21, n. 2, p. 288-302, Mai., 2019. Disponível em: <<file:///D:/Usuario/Downloads/27125-98638-1-PB.pdf>>. Acesso em 21 Dez. 2019.

MATIAS, Silas Evasto. Patologias em estruturas de concreto: recuperação e reparo em patologias de estruturas de concreto armado. **Revista Pensar**: Engenharia, v. 4, n. 1, Jan. 2016. Disponível em: <<http://revistapensar.com.br/engenharia/edicoes-anteriores/edi=11>>. Acesso em 11 Fev. 2020.

MEIRA, Gibson Rocha. **Corrosão de armaduras em estruturas de concreto**. Fundamentos, diagnóstico e prevenção. João Pessoa: Editora IFPB, 130 p, 2017. Disponível em: <[file:///D:/Usuario/Downloads/81-3-146-1-10-20170608%20\(2\).pdf](file:///D:/Usuario/Downloads/81-3-146-1-10-20170608%20(2).pdf)>. Acesso em 12 Fev. 2020.

MENDES, Luiz Carlos et al. Pontes em concreto armado em meios de elevada agressividade ambiental. **CINPAR 2010 – VI Congresso Internacional Sobre Patologia y Recuperación de Estructuras** – 2, 3 y 4 de junho de 2010. Córdoba, Argentina. Disponível em: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%201/CINPAR%20073.pdf>. Acesso em 20 Set. 2019.

MENDES, Luiz Carlos et al. Pontes de concreto armado: efeitos da corrosão e da variação do módulo de elasticidade do concreto. **Revista IBRACON de estruturas e materiais**, v. 5, n. 3, Jun. 2012, p. 388-419. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952012000300008&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 21 Dez. 2019.

MIOTTO, Daniela. **Estudo de caso de patologias observadas em edificação escolar estadual no município de Pato Branco-PR**. (Monografia). Especialista. Construção de Obras Públicas. Universidade Federal do Paraná, 2010, 63 f. Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34353/MIOTTO%2C%20DANIELA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 12 Out. 2019.

OLIVEIRA, Diôgo Silva de.; CARRAZEDO, Ricardo. Reforço em pilares retangulares de concreto com PRF e tirantes de aço. **Revista Concreto e Construções**, Ano XLIV, n. 82, Abr./Jun., 2016, p. 75-79. Disponível em: <file:///D:/Usuario/Downloads/revista82.pdf>. Acesso em 20 Mar. 2020.

OLIVEIRA, Alexandre Magno Alves de; PIERROTT, Rodrigo Moulin Ribeiro. **Projeto de dimensionamento de uma ponte em concreto armado sobre o rio Ururaí**. (Projeto Final). Engenharia Civil. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF. Campos dos Goytacazes - RJ, 2016, 174 f. Disponível: <http://uenf.br/cct/leciv/files/2016/02/Alexandre-Magno-Alves-de-Oliveira-e-Rodrigo-Moulin-Ribeiro-Pierrot.pdf>. Acesso em 20 Jan. 2020.

OLIVEIRA, Yasmim Paulina Campos de. **Análise de manifestações patológicas em residenciais do programa minha casa minha vida no estado do Pará e aplicação do método FMEA**. Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. (Dissertação). Mestrado, 2018, 92 f. Disponível em: <http://ppgec.proesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2018/yasmimpaulina.pdf>. Acesso em 12 Jan. 2020.

PFEIL, Walter. **Pontes em Concreto Armado**. Rio de Janeiro: LTC, 1979.

PIANCASTELLI, E. M. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto Armado**. Apostila para Curso de Extensão, Ed. Departamento de Estruturas da Escola de Engenharia da UFRG, Belo Horizonte, 1997.

PORTO, Thiago Bomjardim; FERNANDES, Danielle Stefane Gualberto. **Curso Básico de Concreto Armado conforme NBR 6118/2014**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Disponível em: <https://www.google.com/search?ei=P2CsXuDaNPK95OUP59ue8A4&q=Curso+B%C3%A1sico+de+Concreto+Armado+conforme+NBR+6118%2F2014&oq=Curso+B%C3%A1sico+de+Concreto+Armado+conforme+NBR+6118%2F2014&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzoECA AQR1DHBljHbmDld2gAcAR4AIABwwGIACMBkgEDMC4xmAEAoAECOAEBqgEHZ3dzLXdpeg&sclient=psy-ab&ved=0ahUKEwig9pn9m5PpAhXyHrkGHeetB-4Q4dUDCAw&uact=5>. Acesso em 13 Fev. 2020.

REIS, Lília Silveira Nogueira. **Sobre a recuperação e reforço de estruturas de concreto armado**. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. (Dissertação). Mestre em Engenharia de Estruturas. Belo Horizonte, 2001, 114 f. Disponível em: <file:///D:/Usuario/Downloads/Tese%20abr%202002.PDF>. Acesso em 20 Mar. 2020

RELATÓRIO. Ministério Público de Minas Gerais. 5ª Promotoria de Justiça da Comarca de Cataguases. Fórum Dr. Afonso Henrique Vieira Resende. Cataguases-MG, 2018.

RIBEIRO, Daniel Véras (coord.). Corrosão em estruturas de concreto armado como consequência da carbonatação e da ação dos cloretos. In: RIBEIRO, RIBEIRO, Daniel Véras (coord.). Corrosão e degradação em estruturas de concreto. Teoria, controle e técnicas de análise e intervenção. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018, p. 125-158.

_____. Deterioração das estruturas de concreto. RIBEIRO, Daniel Véras (coord.). Corrosão e degradação em estruturas de concreto. Teoria, controle e técnicas de análise e intervenção. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018, p. 159-189.

ROHAN et al. Agressividade ambiental em estruturas de pontes e os impactos negativos ao meio ambiente dessas construções: análise PER-Modelo Pressão-Estado-Resposta. Inorvase. XII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. 29-30 Set. 2016, 27 p. Disponível em: <http://www.revistaep.com/imagens/volume16_02/cap05.pdf>. Acesso em 21 Jan. 2020.

SANTOS, Maurício Ruas Gouthier dos. **Deterioração das estruturas de concreto armado** – Estudo de caso. (Monografia). Especialização em Construção Civil. Escola de Engenharia UFMG. Gestão e Tecnologia na Construção Civil. Belo Horizonte / MG, 122 f. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AHGJT/1/monografia_cecc_maur_cio_ruas_vers_o_final.pdf>. Acesso em 20 Set. 2019.

SANTOS, Bernardo Oliveira de Carvalho; INTERLANDI, Cláudia. Estruturas de Concreto Armado - Patologias e suas Consequências - Estudo de Caso. **Revista Engenharia Estudo e Pesquisa**. ABPE, v. 16, n. 2, p. 40-47 - Jul./Dez. 2016. Disponível em: <http://www.revistaep.com/imagens/volume16_02/cap05.pdf>. Acesso em 29 Dez. 2019.

SANTOS et al. Diagnóstico de manifestações patológicas para recuperação de ponte de concreto armado. 2019, p. 91-100. 4º SIMPÓSIO PARANAENSE DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES (4º SPPC), 2019, p. 91-100. Disponível em: <<http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/2526-7248.032>>. Acesso 20 Jan. 2020.

SARTORI, Artur Lenz. Universidade estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Departamento de estruturas. **Identificação de patologias em pontes de vias Urbanas e rurais no município de Campinas-SP**. (Dissertação). Mestrado. Engenharia Civil, 2008, 205 f. Disponível em: <[file:///D:/Usuario/Downloads/Sartorti_ArturLenz_M%20\(4\).pdf](file:///D:/Usuario/Downloads/Sartorti_ArturLenz_M%20(4).pdf)>. Acesso em 29 Out. 2019.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Monografia. Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Maria – UFSM-RS. Santa Maria-RS, (Monografia). Engenheiro Civil. 2015, 88 f. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/engcivil/imagens/PDF/2_2015/TCC_DIEGO%20DOS%20SANTOS%20DA%20TRINDADE.pdf>. Acesso em 20 Jan. 2020.

VASCONCELOS, A. C. **O concreto no Brasil**. Pini. São Paulo, 1992.

ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias da construção civil**: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do Taquari/RS. Centro Universitário Univates. Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - CETEC. (Monografia). Bacharel Engenharia Civil, Lajeado, 2015, 128 f. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/939/1/2015PedroAugustoBastianiZuchetti.pdf>>. Acesso em 21 Nov. 2019.




epilaya
Editora

ISBN: 978-65-87809-09-0

