VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FEPI
PESQUISA CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
18 de outubro de 2017

ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E MECÂNICAS DE ESPÉCIES DE BAMBUS PARA UTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Helen Vanessa Ferreira Campos[(1)]; Amanda Maria de Carvalho[(2)]; Liliana Auxiliadora Avelar Perreira Pasin [(3)]; Luciano Floriano Barbosa[(4)]

[(1)]Estudante;Centro Universitário de Itajubá;Engenharia Civil; helenv.f.campos@gmail.com [(2)]Estudante;Centro Universitário de Itajubá;Engenharia Civil; amc.engcivil@gmail.com [(3)]Doutora; Centro Universitário de Itajubá; Núcleo de Pesquisa Institucional; lapasin@gmail.com [(4)]Epecialista; Centro Universitário de Itajubá; Engenharia Civil; lucianofb@fepi.br

RESUMO

Apresenta-se nessa pesquisa um levantamento das características de espécies de bambu encontradas na região do sul de Minas Gerais, afim de averiguar o potencial de substituição do aço pelo bambu na construção civil. O concreto possui resistência a tração baixa e para agregar a ele essa característica, usa-se o aço. Porém a intensa extração e atividade da indústria metalúrgica vem degradando o meio ambiente, daí tem-se a importância de se estudar alternativas sustentáveis para substituir este material. Por meio de revisões bibliográficas de estudos já publicados, o presente estudo tem como objetivo identificar determinadas espécies de bambu da região do sul de Minas Gerais, levantar dados técnicos e verificar se as características apresentadas os qualificarão, ou não, como uma alternativa viável de substituição do aço. Foram coletadas amostras, de diferentes tipos de bambu para classificação sitemática das espécies de maior ocorrência na região. Identificou-se as espécies *Phyllostachys aurea, Bambusa tuldoides* e *Bambusa vulgaris,*de acordo com a literatura especializada. Após o reconhecimento taxonômico das espécies, realizou-se uma pesquisa sobre as respectivas resistência a tração de cada espécie identificada. Posteriormente, as amostras serão submetidas a ensaios em laboratório para cofontamento de resultados. Por fim, as resistências de cada espécie serão comparadas com as resistências a tração do aço, de acordo com a NBR 7480 e com base nessa comparação será verificada a possibilidade de substituição do aço, pelo bambu.

Palavras-chave: Bambu, Alternativa; Viabilidade; Substituição, Aço.

INTRODUÇÃO

O ramo da construção civil é um dos mais importantes para a economia, porém é também considerado um dos mais poluentes e exploradores de recursos naturais. O aço, por exemplo, é um material usado em larga escala na maioria das construções brasileiras para adicionar características de tração ao concreto armado. Entretanto, além de se tratar de um recurso esgotável, sua extração degrada intensamente o meio ambiente. Deste modo, torna-se clara a relevância dos estudos de métodos e materiais alternativos que sejam renováveis, duráveis e que não poluam, analisando os impactos ambientais no presente e no futuro (SPADOTTO, 2011; MILANEZ, 2008; SANTOS, 2006).

Um exemplo de material que pode substituir o aço é o bambu, que já vem sendo utilizado há séculos em países asiáticos. Concentra-se no Brasil, a maior variedade de bambus do mundo, contando 232 espécies, sendo 171 delas endêmicas. Isto se deve ao fato de ser uma planta característica de regiões tropicais, sendo assim facilmente encontrado no país (FILGUEIRAS, GONÇALVES, 2004; BRANCO, 2016).

Barros e Souza (2004), expõem divesas vantagens do uso do bambú na construção civil. Para os autores, o uso do material minimizaria os impactos ambientais do setor e reduziria gastos, pelo fato de possuir baixo custo e ser facilmente encontrado. Assim, o bambu pode ser também uma alternativa viável para habitações populares e ser fonte geradora de renda diversificando a economia.

Porém, mesmo com tantas vantagens e excelentes resistência a tração e compressão, o bambu ainda é pouco utilizado nas construções brasileiras. Um dos obstáculos para o uso do bambu, é sua forma geométrica que dificulta a execução em estruturas retangulares, como vigas e pilares. O fato de ser um material com baixa resistência ao cisalhamento, torna-se também um obstáculo, inviabilizando o uso de pinos e emendas, o

que impossibilita construções de grande porte (LIMA JR. E DIAS, 2013).
Quanto as carcterísticas mecânicas, há uma variação ao analisar-se o bambu seco e verde. De acordo com Cruz (2002), dos 4 aos 12 meses, o bambu apresenta mais flexibilidade sendo ideal para artesanatos. Para construção civil é indicado o uso de um bambu mais maduro, de 3 a 6 anos de idade, quando o colmo atingirá sua resistência máxima. Após isso, o bambu tende a amarelar e secar completamente.
As características do bambu, variam muito de acordo com a espécie e isso implica usos diferenciados para cada uma. Enquanto alguns são mais flexíveis e possuem boa resistência mecânica, outros comportam-se bem quando sujeitos a água, intempéries e ataques de agentes biológicos. Assim, para se empregar este material na construção civil é fundamental escolher a espécie mais adequada, por meio de cáculos e análises. Deste modo será possível aplicar o bambu com qualidade e segurança em diversos tipos de construções, como pontes, casas, cercas, escadas, vigas, pilares, engradamento de telhados, entre outras (OLIVEIRA, 2013).
Silva (2005), divide as espécies de bambu em dois grandes grupos: os que formam touceiras e os alastrantes. O primeiro se desenvolve em forma de touça densa e concêntrica, já o segundo os colmos se apresentam de forma esparsa, permitindo transitar entre eles. Além dessa diferenciação, para o reconhecimento entre as espécies são analisados os colmos (diâmetros, cores, comprimento entre nós) e folhas (dimensões, formato da lamina, presença de pelos nas folhas).
Dado o contexto, o presente estudo tem como objetivo identificar determinadas espécies de bambu do Sul de Minas Gerais e avaliar o potencial de substituição do aço pelo bambu em estruturas de concreto armado

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo se fundamenta em uma pesquisa qualitativa para o levantamento de resultados de trabalhos já publicados em revistas, livros e sites acadêmicos, como o Scielo, Biblioteca Digital da Unicamp, entre outros. Deste modo, pretende-se analisar a viabilidade técnica do uso do bambu na construção civil, além de identificar as características de determinadas espécies encontradas no sul de Minas Gerais.
Para identificação das espécies foram colhidas amostras das folhas e dos colmos, as quais foram avaliadas de acordo com literatura especializada. A princípio seriam utilizados para essa pesquisa três tipos de bambus de maior ocorrência, encontrados na cidade de Brasópolis, situada no sul de Minas Gerais.
Porém, foi constatado que uma das espécies identificadas não era indicada para construção civil, sendo esta, descartada da pesquisa.
O presente trabalho analisará particularmente cada espécie de bambu identificada, para o levantamento de dados técnicos.
A confecção dos ensaios se baseará em 3 fatores: espécie, porção do colmo e a presença de nós.
Serão analisadas as espécies *Phyllostachys aurea* e *Bambusa tuldoides,* na porção basal, medial e apical, com nós e entre nós, totalizando em 12 tratamentos. Cada tratamento analisará o desempenho de cinco corpos de prova de bambus secos em estufa.
Os corpos de prova serão tracionados pela máquina universal de ensaio a tração que emitirá um gráfico com três variáveis: tensão de ruptura, tensão de cisalhamento e resistência máxima.
Os resultados dos ensaios de tração, obtidos em laboratório, serão confrontados com os dados levantados das respectivas espécies. Posteriormente, as resistências serão comparadas com a tração mínima dos aços de acordo com a NBR 7480. Deste modo, será possível verificar o potencial de substituição dos vergalhões de aço por bambu.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de bambús identificadas foram: *Phyllostachys aurea, Bambusa tuldoides* e *Bambusa vulgaris,* representadas respectivamente na Figura 1.

Figura 1: amostra de colmos para identificação
Fonte: Acervo pessoal (2017)

- *Phyllostachys aurea:* Espécie alastrante, popularmente conhecida como Bambu Cana da Índia ou Vara de Pescar.

Diâmetro mensurado: 1,7 cm (Figura 2)
Disposição da planta: Alastrante (Figura 4)

Figura 2: Colmo *Phyllostachys aurea*
Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 3: Folha *Phyllostachys aurea*
Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 4: *Phyllostachys aurea* (alastrante
Fonte: Acervo pessoal (2017)

- *Bambusa tuldoides:* Espécie entouceirante, popularmente conhecida como Bambu Taquara ou Bambu Comum.

Diâmetro mensurado: 4,4 cm (Figura 5)
Disposição da planta: Touceira (Figura 7)

Figura 5: Colmo *Bambusa tuldoides*
Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 6: Folha *Bambusa tuldoides*
Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 7: *Bambusa tuldoides* (touceira)
Fonte: Acervo pessoal (2017)

- *Bambusa vulgaris:* Espécie entouceirante, popular mente conhecida como Bambu Açu.

Diâmetro mensurado: 6,3 cm (Figura 8)
Disposição da planta: Touceira (Figura 10)

Figura 8: Colmo *Bambusa vulgaris*
Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 9: Folha Colmo *Bambusa vulgaris*
Fonte: Acervo pessoal (2017)

Figura 10*: Bambusa vulgaris* (touceira)
Fonte: Acervo pessoal (2017)

A Associação Catarinense de Bambu (BambuSC) classifica-os de acordo com seus principais usos comerciais. As espécies *Phyllostachys aurea e Bambusa tuldoides* são usadas comercialmente em construções. Já a *Bambusa vulgaris* é mais comum ser aplicada na fabricação de papéis e laminados, agricultura e meio ambiente. Essa espécie, pois segundo a Associação, não é indicada para construção civil, por ter um alto teor de amido, torna-se suscetível a ataques de pragas.

Para Cruz (2002), a *Phyllostachys aurea* é uma das espécies mais populares e menos estudadas. A autora também desenvolveu ensaios de tração, chegando a 272 MPa para o topo do colmo. Segundo ela, os corpos de prova se rompem na região nodal, e as maiores resistências alcançadas foram das amostras sem nós.

Ghavami e Toledo Filho (1991), citado por Silva (2007), apresenta resultados de tração para a *Bambusa vulgaris* que variam de 131,6 MPa para a base, 106,1 MPa para a parte intermediária e 145,6 MPa para o topo do colmo.

Quanto a espécie *Bambusa tuldoides*, não foram encontrados resultados publicados de ensaios de resistência a tração. Portanto torna-se necessário realização de ensaios para o levantamento de sua resistência a tração.

CONCLUSÕES

O aço CA-50 é o aço mais utilizado nas construções, em relação aos aços disponíveis na NBR 7480. Ao comparar este, que possui resistência a tração de 550 MPa, com as resistências de cada espécie em estudo, o bambu que mais se aproxima é o *Phyllostachys aurea*, suportando até 272 MPa.

Porém, ao levantar os aspectos de resistência a tração, deve-se levar em conta que o peso do bambu é menor que o do aço. Capello (2006) afirma que o peso da planta pode ser 90% inferior ao do aço, o que reduzirá a força solicitante da estrutura. Portanto, analisando-se a proporcionalidade entre a resistência do bambu e o seu próprio peso, os resultados demonstram previamente que é viável o uso das espécies analisadas para substituição do aço.

No entanto, para consolidar os dados levantados, serão necessários futuros testes em laboratórios para confrontar os resultados obtidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pela bolsa de Iniciação científica concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE BAMBU. A Cartilha de Bambu - volume 1. **Bambu SC.** Disponível em: <http://bambusc.org.br/?page_id=258> Acesso em: 15 de Setembro de 2017

BARROS, B.; SOUZA, F. Bambu: alternativa construtiva de baixo impacto ambiental. **I Conferência latino-americana de construção sustentável,** 2004. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:ftp://ip20017719.eng.ufjf.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0402d.pdf&gws_rd=cr&ei=LiOUWZOfDseGwgSK9qqQAw> Acesso em:11 de Agosto de 2017

BRANCO, A. Bambu, benefícios, qualidades, usos e outros que tais. **Green Me,** 2016. Disponível em: <https://www.greenme.com.br/morar/bioarquitetura/3210-bambu-beneficios-qualidades-usos> Acesso em: 03 de Fevereiro de 2017.

CAPELLO,G. Construções de Bambu. **Revista Tehne,** 2006. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/108/artigo286055-1.aspx> Acesso em: 03 de Julho de 2017

CRUZ, M. Caracterização física e mecânica de colmos inteiros do bambu da espécie Phyllostachys aurea: Comportamento à flambagem. **Núcleo Interdiciplina de Meio Ambiente - PUC Rio,** 2002. Disponível em: <http://www.nima.puc-rio.br/cursos/pdf/032_martha.pdf> Acesso em: 03 de Julho de 2017

FILGUEIRAS, T.; GONÇALVES, A. A Checklist of the Basal Grasses and Bamboos in Brazil (POACEAE). **Bamboo Science & Cuture – The Journal of the American Bamboo Society.** 2004. Disponível em: <http://bamboo.org/publications/e107_files/downloads/ABSJournal-vol18.pdf> Acesso em: 15 de Junho de 2017

LIMA JR, H.; DIAS, A. Vigas mistas de madeiras de reflorestamento e bambu laminado colado: análise teórica e experimental. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ rbea

a/v5n3/v5n3a25.pdf> Acesso em: 26 de Junho de 2017.

MILANEZ, B; PORTO, M. F. S. A ferro e fogo: impactos da siderurgia para o ambiente e a sociedade após a reestruturação dos anos 1990. **IV Encontro Nacional da Anppas,** Brasília, 2008. Disponível em: < http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT6-61-8-20080509163054.pdf>. Acesso em: 22 de Fevereiro 2017.

NBR – 7480. Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado. **Associação Brasileira de Normas Técnicas,** 2007. Disponível em: <http://ferramar.com.br/wp-content/uploads/2016/10/NBR7480.pdf> Acesso em: 18 de Maio de 2017.

OLIVEIRA, L. Conhecendo bambús e suas potencialidades para o uso na construção civil. **Curso de especialização: produção e gestão do ambiente construído,** 2013. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/100.pdf> Acesso em: 20 de Junho de 2017.

SANTOS, R. E. A Cultura do concreto armado no Brasil: educação e deseducação dos produtores do espaço construído. **Anais do IV Congresso Brasileiro de História da Educação**, Goiania, 2006. Disponível em: < http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe4/coordenadas/eixo03/Coordenada%20por%20Bernardo%20Jefferson%20de%20Oliveira/Roberto%20Eustaaquio%20dos%20Santos%20-%20Texto.pdf>. Acesso em: 23 de Fevereiro de 2017.

SILVA, O. Estudo sobre a substituição do aço liso pelo *Bambusa vulgaris*, como reforço em vigas de concreto, para o uso em construções rurais. **Centro de Tecnologia UFAL,** 2007. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/posgraduacao/ppgec/dissertacoes_arquivos/Dissertacoes/Osvaldo%20Ferreira%20da%20Silva.pdf > Acesso em: 03 de Maio de 2017

SILVA, R. O bambu no Brasil e no mundo. **Em Bambu,** 2005. Disponível em: <http://www.embambu.com.br/imagens/bambu_brasil_mundo.pdf> Acesso em: 29 de Maio de 2017.

SPADOTTO, A. Impactos ambientais causados pela construção civil. **Unoesc & Ciência** – ACSA, Joaçaba, 2011. Disponível em: <http://editora.unoesc.edu.br/index.php/acsa/article/viewFile/745/pdf_2322011> Acesso em: 01 de Março de 2017

VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FEPI
PESQUISA CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
18 de outubro de 2017

MOVIMENTO DE MASSA EM BOM REPOUSO - MG.

Fernanda Kelley da Silva[1]; Mario Vitor Pinheiro[2].

[1]Estudante; Centro Universitário de Itajubá – FEPI; Engenharia Civil; fernandakelley678@yahoo.com.br
[2]Professor; Me. Engenharia da Energia; Centro Universitário de Itajubá – FEPI; mariovitorpinheiro@hotmail.com

RESUMO
O objetivo desse estudo foi classificar um movimento de massa ocorrido em Bom Repouso - MG, identificando suas causas e prováveis medidas de prevenção, visto que esse é um assunto que causa tanta preocupação a população. Sendo assim, esse estudo foi elaborado principalmente por parte teórica e que ao ser associado com o estudo de caso conseguiu-se verificar que o local afetado passou por um processo de Erosão Piping acompanhado posteriormente de uma corrida de massa do tipo Earth Flow. Dessa maneira espera-se que esse trabalho possa contribuir para conscientização da população, e que ela possa contribuir para que cada vez mais esse tipo de desastre natural se torne escasso.

Palavras-chave: Erosão Piping; Earth Flow; Desastre Natural;

INTRODUÇÃO

Observa-se com muita frequência relatos e mais relatos de locais que foram atingidos por desastres naturais, seja ele de qualquer tipo – Enchentes, secas prolongadas, tornados, movimentos de massa entre outros. Como um desses eventos ocorreu em Bom Repouso – MG escolheu-se o tema: “Movimento de Massa em Bom Repouso – MG”.
O interesse pelo tema surgiu mediante um desastre natural ocorrido nesse local, em março de 2016, cujo foi um assunto de grande relevância na época, visto que a cidade nunca presenciou acontecimentos desse tipo.
Assim o objetivo desse trabalho foi procurar conhecer os tipos de movimento de massa buscando relatar esse desastre natural ocorrido em Bom Repouso – MG, e classificando o seu tipo, detectando as prováveis causas que levaram a essa ocorrência e propondo medidas de prevenção que minimizem a ocorrência do mesmo.

EROSÃO PIPING

A erosão é um fenômeno formado por um conjunto de processos onde os materiais da crosta terrestre são degradados, dissolvidos e transportados de um ponto para o outro por agentes erosivos, tais como: geleiras, rios, mares, vento e a chuva (Bastos, 2004)
A erosão Piping é um tipo de erosão hídrica, onde ela é formada pela força da água na subsuperficie que se movimenta através de macro poros ou fissuras (Guerra, Mathias, Pietrobelli,2004). Ainda de acordo com o autor esse tipo de erosão pode ser observado tanto em paisagens naturais quanto em paisagens antrópicas, onde as principais causas para o surgimento desse tipo de erosão são: Oscilações na precipitação; Solos propensos ao surgimento de gretas de contração em períodos de secas; Redução da cobertura vegetal; E camada relativamente impermeável no perfil do solo.

MÉTODOS DE PREVENÇÃO DE EROSÕES

A melhor maneira de inibir o fenômeno das erosões é realizando-se as prevenções da mesma, baseado na Filho (S/D). Essas prevenções são:

- Uso e ocupação do solo: Diretamente relacionado a ações antrópicas, ou seja, existem algumas atividades que devem ser evitadas ou analisadas com cuidado como desmatamento, ocupação desordenada, agricultura praticada sem conservação do solo, formação de pastos com alta densidade de animais etc.
- Plantio em contorno (Nível): É formado ao realizar o plantio com curvas de nível, o que ajuda no bloqueio do percurso livre das enxurradas, controlando a erosão. Associado a esse plantio em contorno são utilizados também os canais escoadouros, que são canais com dimensões apropriadas, vegetados, que tem a finalidade de transportar a água do escoamento superficial.

EARTH FLOW

Earth flow é uma subdivisão da corrida de massa presente dentro das classificações do movimento de massa.
Para Carvalho; De Macedo; Ogura, 2007 esse tipo de movimentação se dá principalmente pela precipitação excessiva. Dias, 2006 relata que esse movimento de massa ocorre geralmente em vertentes íngremes, iniciando por uma zona de ruptura, transportada por uma zona de deslocamento e estabilizada por uma zona de depósito, como mostra a Figura 01

Figura 01 - Simulação do movimento Earth Flow

Fonte: Dias (2006)

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo teórico baseado em livros, artigos, revistas, etc, com o intuito de abordar assuntos relacionados a erosão e movimento de massa.
Após essa pesquisa o desenvolvimento do trabalho se dá pela caracterização do problema, que descreve parte do desastre natural ocorrido em Bom Repouso – MG, em março de 2016.
Assim associando o estudo teórico com a caracterização do problema surge então resultados e discussões acompanhados por fim das conclusões.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

De acordo com De Oliveira & Valente (2016) no dia 29 de março de 2016 na cidade de Bom Repouso – MG aconteceu um movimento de massa num trecho de aproximadamente 2 km em uma comunidade rural da cidade, como

mostra a Figura 02. O ocorrido causou danos materiais em 5 residências (Figura 03), além de ter atingido a principal rodovia que liga a cidade com a rodovia Fernão Dias (Figura 04) BR 381.

Figura 02 - Vista aérea do local onde ocorreu o movimento de massa

Fonte: De Oliveira & Valente (2016)

Figura 03 - Casa Soterrada pela lama

Fonte: De Oliveira & Valente (2016)

Figura 04 - Vista aérea da maior parte da lama retida pelo leito da rodovia

Fonte: De Oliveira & Valente (2016)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após realização de estudo teórico baseados em artigos relacionados ao tema do trabalho, conseguiu-se chegar a alguns resultados que completam a afirmação de um relatório técnico realizado por um órgão estadual e principalmente conseguiu-se classificar o tipo de desastre natural, suas causas e supostas medidas de prevenção.
Segundo Valente, 2016 ao entrar em contato com o prefeito da cidade, o mesmo salientou que o local de estudo estava sendo afetada por chuvas intensas no período anterior. Ainda segundo o autor o desastre natural ocorreu provalvemente pela saturação do solo e

também pelo solo ter características orgânicas.

Depois de uma longa pesquisa bibliográfica a cerca do tema abordado, averiguou-se que o local foi atingido primeiramente por uma erosão piping e posteriormente por uma corrida de massa do tipo Earth Flow.

Através da revisão da literatura realizada, entendeu-se que a precipitação de dias anteriores ao desastre natural fez com que o solo saturasse e essa água fluísse através dos macro poros, formando tuneis subterrâneos que avançaram para um processo de colapso, onde o solo entrou em estado de liquefação devido a saturação do mesmo.

Após o colapso e o solo estar totalmente em estado de liquefação, esse material parte para um tipo de movimento de massa, o que foi responsável por caminhar alguns quilômetros, destruindo casas, matando animais e destruindo plantações e principalmente atingindo o Rio Mogi – Guaçu. Observando como foi a trajetória desse movimento de massa, pode-se classificar o mesmo para o tipo Earth Flow. A Figura 05 é comparada com a Figura 01 para auxiliar na classificação desse tipo de movimento de massa.

Figura 05 – Área possivelmente afetada em Bom Repouso

Fonte: Próprio Autor

Por fim após a classificação desse desastre natural, o principal questionamento que fica é o porque da ocorrência desse fenômeno. Sendo assim averiguou-se que as principais causas para esse processo de erosão por Tunel (Piping) vem a ser a remoção de vegetação ao redor do local e no local propriamente dito, mecanização intensiva, plantios sem curvas de nível, ou seja, realização de agricultura sem conservação do solo, o que na verdade é um fato verídico, visto que o local antes era ocupado por plantação de morangos, batatas e ocupação de gados sem nenhum tipo de conservação do solo.

CONCLUSÕES

Fundamentado no estudo bibliográfico e no estudo de caso ocorrido em Bom Repouso – MG, espera-se com esse trabalho uma maior divulgação do ocorrido, mostrando aos interessados como foi esse desastre natural, como se classificou, quais foram suas causas e as prováveis medidas de prevenção, e através de órgãos envolvidos nessa área possa ser mostrado a população as maneiras de se evitar novos desastres naturais evitando futuros problemas semelhantes a esse.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, C. S., DE MACEDO, E. S., & OGURA, A. T. (2007). **Mapeamento de Riscos em encostas e Margens de Rios. Brasilia, Brasil: Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT.** Acesso em 20 de Fevereiro de 2017, disponível em http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/Biblioteca/PrevencaoErradicacao/Livro_Mapeamento_Enconstas_Margens.pdf

DE OLIVEIRA, N. P., & VALENTE, R. d. (2016). **Deslocamento de solo em área rural, bairro dos Araújos.** Belo Horizonte: Secretária de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento.

DIAS, J. (Marco de 2006). **Geologia Ambiental.** Acesso em 06 de Maio de 2017, disponível em MOVIMENTOS DE MASSA - Tipo de movimentos de massa: http://w3.ualg.pt/~jdias/GEOLAMB/GA4_MovMassa/GA43_tipos/Tipos.html

FILHO, G. S. (s/d). **Controles de erosão**. Fundações & obras geotécnicas. Acesso em 06 de maio de 2017, disponível em http://abge.org.br/uploads/arquivos/archivosecion_244_emfococontroledeeros.pdf

VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FEPI
PESQUISA CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
18 de outubro de 2017

AVALIAÇÃO NUMÉRICA DA RELAÇÃO ALTURA E LARGURA DE VIGAS PELAS TEORIAS DE EULER-BERNOULLI E TIMOSHENKO

Carolina da Silva Lima[(1)]; **Adriana Amaro Diacenco**[(2)]

[1] Graduanda em Engenharia Civil; Centro Universitário de Itajubá – FEPI; carolina.lima.glo@gmail.com
[2] Professora pesquisadora; Centro Universitário de Itajubá – FEPI; adriana_aadiacenco@yahoo.com.br

RESUMO

Este trabalho trata-se da modelagem por elementos finitos de vigas compósitas utilizando a teoria de vigas de Euler-Bernoulli combinada com o Método de Elementos Finitos. Ainda dentro deste contexto, é também utilizada a Teoria de Timoshenko com o objetivo de comparar os resultados gerados pelas duas teorias. A análise é realizada dentro do contexto da análise modal considerando uma viga compósita reforçada com fibras de carbono. Aspectos teóricos, como a escolha da Teoria de Euler Bernoulli e da discretização da malha de elementos finitos são apresentados. Os resultados obtidos são mostrados por meio das Funções de Resposta em Frequência (FRF's).

Palavras-chave: Métodos dos Elementos Finitos. Vigas. Compósitas. FRF's.

INTRODUÇÃO

As vigas são elementos extremamente importantes e utilizados na engenharia, podendo ser de vários tipos de materiais, como por exemplo, metal e compósitos. E essas estruturas estão sempre expostas a perturbações e vibrações estáticas e dinâmicas, assim como outros tipos de estruturas.

Vigas metálicas, por exemplo, podem ser aplicadas com finalidade de deixarem as estruturas mais leves e mais resistentes, enquanto vigas compósitas são utilizadas em reforço de vigas de concreto armado que são desprovidas de aço na seção de resistência a tração, nelas o compósito atua como armadura secundária, com finalidade de aumentar a resistência da seção das vigas (SANTOS, 2008).

Um material compósito é um conjunto de dois ou mais materiais diferentes, combinados em escala macroscópica para funcionarem como uma única unidade, visando obter um conjunto de propriedades que nenhum dos componentes individualmente apresenta (MENDONÇA, 2005).

Neste trabalho será modelado vigas esbeltas. A teoria de Euler - Bernoulli é considerado uma simplificação adicional de acordo com que não seja admitido a existência de deformação de corte. Nem o corte nem o deslocamento axial são considerados. Já na teoria de Timoshenko, as tensões normais ao eixo da viga são desprezadas. É levado em consideração a existência de deformações de corte, embora as seções transversais se mantenham planas depois de deformadas (MIRANDA, 2008). A teoria que melhor responde aos comportamentos de vigas esbeltas, é a teoria de Euler – Bernoulli, segundo Lima (2003) e conforme será demonstrado neste trabalho.

Esta modelagem será realizada por meio do Método dos Elementos Finitos, que consiste em um método desenvolvido a partir de meios contínuos, que possibilita a análise de grande parte dos sistemas físicos que são tratados na engenharia. E cabe ao engenheiro estabelecer o modelo matemático pertinente, fazer uso adequado do método dos elemento finito e saber interpretar e utilizar tais resultados (SORIANO, 2003).

O método dos elementos finitos na engenharia estrutural consiste em dividir a estrutura em pedaços infinitesimais e analisar as tensões e os deslocamentos, não alterando as propriedades originais do que está sendo estudado, e depois avaliar como um todo os possíveis comportamentos da estrutura (AZEVEDO, 2003).

MATERIAL E MÉTODOS

Formulação matemática do problema

Dado o deslocamento por:

$$u = -y\frac{dw}{dx} \quad (1)$$

As deformações são dadas por:

$$\varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} = -y\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \quad (2)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad (3)$$

Reescrevendo a equação (2), onde $v=\left[w \;\; dw/dx\right]^T$ e D é a matriz formada por diferenciais operacionais

$$\varepsilon = Dv \qquad (4)$$

O deslocamento transversal é dado pela equação

$$N_2(\xi)=\frac{1}{4}(1-\xi-\xi^2+\xi^3) \qquad (5)$$

E o vetor das funções de forma é mostrado na seguinte equação

$$N^T=\left[N_1(\xi)\; N_2(\xi)\right] \qquad (6)$$

Onde $\boldsymbol{N}(\xi)$ são as funções de interpolação de forma do element formuladas em coordenadas locais $(\xi), -1\le\xi\le 1$.

As funções de interpolações hermitianas são mostradas na seguinte formula

$$v(\xi,t)=\boldsymbol{N}(\xi)v(t) \qquad (7)$$

Os campos de deslocamento e de tensão são expressos de termos dos valores nodais, de acordo com as equações a seguir:

$$U = AN(\xi)v \qquad (8)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = DN(\xi)v = B(\xi)v \qquad (9)$$

Onde, $A=\left[1 \quad -y\dfrac{d}{dx}\right]$

Com base nas relações tensão-deformação, a tensão e as energias cinéticas dos feixes compostos podem ser formuladas em termos das variáveis naturais do campo de deformação e das propriedades do material mecânico. Depois, as equações de Lagrange são usadas, considerando os deslocamentos nodais e rotações como coordenadas generalizadas, para obter as seguintes matrizes de massa e rigidez elementares, respectivamente nas seguintes equações (BATHE, 1982):

$$M=\int_{-1}^{1}(\rho I)N^T(\xi)N(\xi)(J)d\xi \qquad (10)$$

$$K=\sum_{k=1}^{n}\int_{-1}^{1}B_b^T(\xi)(EI)B_b(\xi)(J)d\xi \qquad (11)$$

Onde I e E são respectivamente, o momento de inércia e o módulo de elasticidade.

As equações globais de movimento pode ser escritas da seguinte forma:

$$\boldsymbol{M\ddot{q}}(t)+\boldsymbol{Kq}(t)=\boldsymbol{f}(t) \qquad (12)$$

Onde $\boldsymbol{M}=\bigcup_{e=1}^{nelem}\boldsymbol{M}^{(e)}$ e $\boldsymbol{K}=\bigcup_{e=1}^{nelem}\boldsymbol{K}^{(e)}$ são as matrizes de massa e rigidez do element finite global. O símbolo $\bigcup$ indica a montagem da matriz e $\boldsymbol{q}(t)$ é o vetor dos graus globais de liberdade. $\boldsymbol{f}(t)$ é o vetor de cargas externas generalizadas.
As equações do movimento no domínio do tempo (12) podem ser usadas para a realização de várias análises dinâmicas tais como o cálculo de respostas temporais, autovalores e autovetores, e respostas em frequência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades mecânicas e os parâmetros geométricos da viga de aço A-36 estão mostrados na Tabela 1. A viga foi discretizada em vinte elementos finitos.

Tabela 1 - propriedades mecânicas e os parâmetros geométricos da viga de aço

Propriedades do Material	Valores
L (m)	25
H (m)	7
N	0,3
ρ (k/m³)	7850
E (GPa)	200

A partir da Equação (12) podem ser obtidas as funções de respostas em frequência (FRFs). Foi considerada três situações para a obtenção das FRFs com o objetivo de avaliar a relação largura/altura. As Figuras 1 e 2 mostram as FRFs.
Da Figura 1 nota-se que para o caso em que a largura foi considerada de L = 10 m na cor azul, L = 20 m na cor vermelha e L = 25 m na cor verde representadas no gráfico, e mantendo a altura, as amplitudes de vibração possuem picos mais elevados, e conforme foi sendo aumentado a largura da viga.

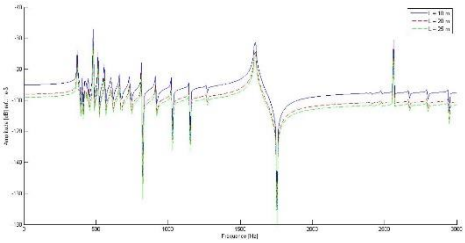


Figura 1 – Comparação das FRFs para diferentes comprimentos: L = 10, L = 20 e L = 25 [m], pela teoria de Euler-Bernoulli.

Da Figura 2 nota-se que as amplitudes de vibrações na viga de mesmas características que da Figura 1, possuem picos menos elevados se comparados.

(2)

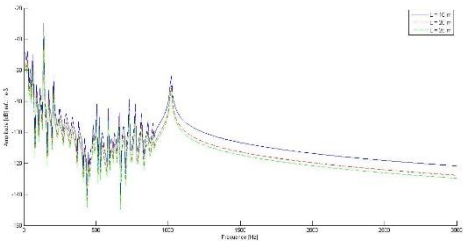


Figura 2 – Comparação das FRFs para diferentes comprimentos: L = 10, L = 20 e L = 25 [m], pela teoria de Timoshenko.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, e comparando as teorias de Euler – Bernoulli e Timoshenko, conclui-se que o comportamento de amplitudes vibrações das vigas analisadas na teoria de Euler, para este caso, podem ainda ser observadas para uma banda maior de frequência quando se mantém a altura e aumenta a largura da viga. Já na teoria de Timoshenko, observou-se, neste caso analisado, que as amplitudes vibrações podem ser observadas para uma baixa frequência menor quando se mantém a altura e aumenta a largura. Sendo possível fazer um comparativo entre as duas teorias e mostrando que a de Euler responde melhor os comportamentos das vigas esbeltas, que são as estudas no caso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPEMIG pelo apoio concedido a pesquisa.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. F. M. Método dos Elementos Finitos. 1. Ed. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2003.

BATHE, K.J., 1982, " **Finite Element Procedures in engineering analysis**". Pretice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

LIMA, A. M. G. **Procedimentos de Modelagem Numérica e Avaliação Experimental de Elementos Viscoelásticos Aplicado ao Controle Passivo de Vibrações Mecânicas.** Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.

MIRANDA, I. M. B. D. **Análise Estática e Dinâmica de Vigas Laminadas Compósitas com recursos a modelos baseados na Teoria de Deformação de Corte de Alta Ordem**. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

MENDONÇA, P. T. R. **Materiais Compostos & Estruturas - Sanduíche: Projeto e Análise** 1.ed. Manole, 2005.

SANTOS, R. M. **Comportamento de vigas de concreto armado reforçadas com CFC sujeitas a cargas de impacto.** Dissertação de mestrado em Engenharia Civil - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SORIANO, H. L. **Método de Elementos Finitos em Análise de Estruturas**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo; 2003.

VENTURA, A. M. F. M. **Os compósitos e a sua aplicação na Reabilitação de Estruturas metálicas**. Departamento de Engenharia Química e Biológica, Instituto Superior Técnico, Lisboa; 2009.

VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FEPI
PESQUISA CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
18 de outubro de 2017

Acidente do trabalho na construção civil em Itajubá

Abrahão Marinho Neto[(1)]; **Thales Leandro Berti Sarlas**[(2)]

1 Graduando do Curso de engenharia civil - Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá, netoengmarinho@gmail.com
2 Professor do Curso de engenharia civil FEPI - Fundação de Ensino e Pesquisa de Itajubá, thales.sarlas@fepi.br

RESUMO

A indústria da construção civil é uns dos ramos que mais causam mortes por acidente do trabalho, devido a vários fatores, como desorganização, falta de mão de obra qualificada, desinteresse por parte da gerência das empresas de construção civil. O presente trabalho irá identificar os acidentes do trabalho através de dados obtidos em 3 construtoras de Itajubá nos anos de 2015 e 2016, parte do corpo atingida e natureza da lesão, propondo medidas para diminuir a estatística dos acidentes do trabalho na Construção Civil.

Palavras-chave: **segurança do trabalho, acidente, construção civil em Itajubá**

INTRODUÇÃO

A construção civil é caracterizada como umas das atividades mais perigosas do mundo, ainda mais se tratando de acidente do trabalho fatal. Segundo a OIT (Organização Internacional do Trabalho), acontecem pelo menos 60.000 acidentes com mortes na IC no mundo por ano (SESI, 2013). Segundo Fórmica (2000), segurança do trabalho é o acervo de regras estratégicas, educativo, médicas e psicológicas utilizadas para precaver acidentes, quer elidindo as condições inseguras do ambiente, quer ensinando ou persuadindo as pessoas sobre a implantação de práticas preventivas .

Os acidentes de trabalho são provocados pelos atos inseguros e condições inseguras. O fato do trabalhador não utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI´s) obrigatórios é um ato inseguro. Porém, quando se tem pontas de ferro exposta sem proteção no ambiente de trabalho é uma condição insegura (DINIZ, 2005).

A segurança do trabalho atualmente tem sido tema de muitos debates entre os empregadores, sindicalistas e funcionários.

Cada qual tentando ver o seu lado, porém nem todos com um propósito comum. Os funcionários, logicamente querem um ambiente saudável e propício para desenvolver suas atividades sem riscos. Já os empregadores, na sua maioria veem a segurança do trabalho como impecílio ou uma forma de gasto sem retorno, diga-se de passagem, uma mentalidade ultrapassada.

A Construção Civil gera muitos riscos, colocando a integridade física dos trabalhadores em situações de perigo, tais como: trabalhos em altura, movimentação de cargas pesadas, manuseio de máquinas e equipamentos, espaço confinado, exposição a produtos químicos, etc. As mortes deste setor estão relacionadas a equipamentos inadequados ou falhos por falta de cuidados ou omissão das práticas de segurança para operação dos mesmos (WÜNSCH FILHO, 2014).

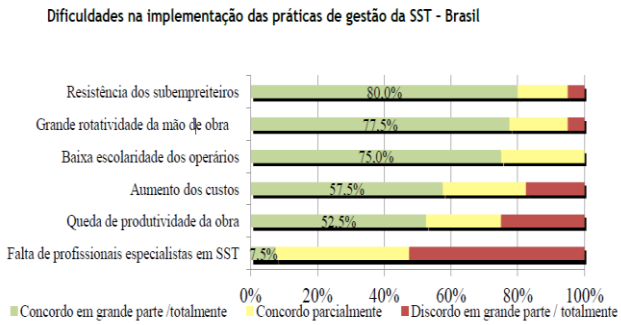
MATERIAL E MÉTODOS

Foram contatadas três empresas do ramo de construção civil em Itajubá para colher dados referentes a acidente do trabalho na construção civil dos anos de 2015 e 2016, natureza da lesão e parte do corpo atingida e serão propostos medidas de controle para diminuir a estatística de acidente do trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o Banco Mundial, 50% da mão de obra urbana do país estão no trabalho informal, no qual além da baixa remuneração, o funcionário não tem direito aos benefícios da Previdência Social, sem garantias em casos de acidentes e doenças ocupacionais e sem aposentadoria remunerada. Outro fato em relação à precarização é a falta de sindicato deste setor, além do mais os empregadores não tem comprometimento algum em relação às medidas de segurança e saúde dos trabalhadores (IRIART et al, 2008). Conforme tabela abaixo:

Tabela 1- Precarização na construção civil



Fonte: BRIDI *et al* (2013)

A fiscalização nos canteiros de obra é muito importante, pois não são todos empregadores que seguem as normas vigentes. Muitas vezes começam obras sem dar qualquer sinal a Delegacia Regional do Trabalho conforme diz a norma. Quando os representantes da Delegacia Regional do Trabalho (DRT) fiscalizar uma determinada obra e a mesma não estiverem em conformidade com as normas vigentes, a empresa fica sujeita a embargo ou interdição. Diante disso,

Tabela 3 - Embargo e interdição

Setor Econômico		Autuações	Embargos / Interdições
Agricultura		4.325	53
Comércio		6.906	359
Educação		129	2
Hotéis/Restaurantes		810	11
Indústria	Ind. Alimentos	2.949	133
	Ind. Madeira e Papel	618	37
	Ind. Metal	3.181	165
	Ind. Mineral	2.095	104
	Ind. Químicos	1.278	33
	Ind. Tecido e Couro	1.254	43
	Indústrias - Outras	583	52
	Construção	22.413	1.603
Instituições Financeiras		301	1
Saúde		1.029	8
Serviços		1.772	34
Transporte		1.789	39
Outros		990	30
TOTAL		52.422	2.707

Fonte: SESI (2014)

Foram contatadas 3 construtoras, obtendo-se dados de acidentes referentes a 2015 e 2016, parte do corpo atingida e natureza da lesão, sendo 44 acidentes de trabalho na construção civil. Alguns fatores que causaram os acidentes foram, queda de nível diferente, manuseio de objeto pesado causando lesão na coluna, queda de objetos nos membros inferiores, cortes nos membros superiores devido a não utilização de EPI´s.

CONCLUSÕES

Diante deste senário desfavorável, com tantos acidentes e incidentes que acontecem na construção civil, é necessário investir muito mais em segurança do trabalho. Primeiramente, quando o colaborador iniciar suas atividades laborais, antes mesmo de colocar a “mão na massa” é necessário que o mesmo faça todos treinamentos necessários exigidos por lei, como treinamento de NR-35 para trabalho em altura, treinamento de NR-10 para trabalho com eletricidade, treinamento de NR-23 para trabalho em Espaço confinado, dentre outros. É necessário também, palestras sobre segurança do trabalho, alertando os colaboradores sobre os riscos existentes na empresa, DDS (Diálogo Diário de Segurança) e Integração.

É de suma importância, que a empresa tenha uma pessoa especializada na área de segurança do trabalho, conforme a NR-04 prevê, dependendo do número de funcionários e grau de risco da empresa, ou a formação do SESMT - Serviço Especializado em Engenharia e Segurança e Medicina do Trabalho, quando necessário.

Esse profissional irá fiscalizar os colaboradores, identificando riscos que possam causar acidentes do tarablho , e além do mais é importante o especialista em segurança do trabalho tenha um contato diário com os trabalhadores, assim identificará os riscos com mais facilidade.

É necessário que a empresa respeite as normas de segurança como NR-18 , que lhe dá um suporte específico na construção civil, dentre outras cabíveis, assim evitando altos índices de acidentes do trabalho na construção civil.

Outro fator importante é que a empresa siga a Norma Rgulamentadora 05 CIPA- Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, que de acordo com o número de funcionários e ramo de atuação da empresa, será formada por representantes dos empregados e representante do empregador. Com a CIPA formada, os mesmos poderão auxiliar o SESMT na prevenção e fiscalização de acidentes do trabalho.

REFERÊNCIAS

BRIDI, M. E. *et al*. Identificação de práticas de gestão da segurança e saúde no trabalho em obras de construção civil. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre. v. 13, n. 3, p. 43-58, jul./set. 2013.

IRIART, J. A. B., *et al*. Representações do trabalho informal e dos riscos à saúde entre trabalhadoras domésticas e trabalhadores da construção civil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 1, p. 165–174. 2008.

FÓRMICA, Gualdo Amauri. **Comentários à Nova Legislação do Trabalho**. (Coleção Jurídico-Trabalhista) – v. 1. IOB Informações Objetivas, 2000.

WÜNSCH FILHO, V.Perfil epidemiológico dos trabalhadores. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**. v. 2. n. 2. p.103-17, 2004.

SESI.**SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÂO NO BRASIL,** 2013.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (SESI). **Segurança e Saúde no Trabalho**, 2014.

VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FEPI
PESQUISA CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
18 de outubro de 2017

COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETO UTILIZANDO PLATAFORMAS BIM: estudo de caso em um edifício redidencial na cidade de Itajubá – MG.

Juscileide Edivana Santos [(1)]; Laércio Rafael Colucci marques da Silva [(2)] .

[(1)]Graduanda no curso de Engenharia Civil no Centro Universitário de Itajubá – juscileide_edivana@hotmail.com; [(2)] Professor e Mestre no Centro Universitário de Itajubá - rafael.colucci@fepi.br;

RESUMO

Com a ampla evolução da Indústria da Construção Civil, tem-se ainda algumas falhas na Construção, como projetos defeituosos e mão de obra de má qualidade, isso porque esse tipo de indústria apresenta características próprias, entre as quais destacamos a necessidade de diferentes tipos de profissionais, alguns mais amadores, outros mais profissionais. A fase de concepção é considerada como uma fase crítica onde a mesma é apontada como uma das principais causas de falhas nas edificações. Os autores afirmam que 45% dos problemas da construção civil ocorrem na concepção dos projetos, ou seja, os projetos já são entregues ao cliente com deficiência de informações e falta de compatibilidade entre os mesmos. A compatibilização é a integração do projeto arquitetônico com os projetos complementares, tendo assim uma padronização dos projetos de modo a obter maior controle sobre a qualidade, simplificando a execução do mesmo. A compatibilização de projetos é uma das principais vantagens do modelo BIM – Building Information Modeling pois a compatibilização é realizada através de softwares tornando o processo mais rápido e confiável. Assim este presente trabalho pretende mostrar a importância da inter-relação entre os projetos, realizando uma compatibilização dos mesmos em um edifício multifamiliar localizado na cidade de Itajubá MG, com auxílio de softwares que trabalham em um modelo BIM.

Palavras-chave: BIM, compatibilização, construção civil, projetos.

INTRODUÇÃO

A compatibilização é uma alternativa para resolver parte dos erros originados na etapa de projeto onde seu principal objetivo é minimizar os conflitos existentes, simplificando a execução, otimizando e racionalizando os materiais, o tempo, a mão de obra e por fim a manutenção (CALLEGARI, 2007). A realização da compatibilização entre os projetos é uma das principais vantagens da plataforma BIM (Building Information Modeling) que em português significa Modelo de Informação de Construção onde tem-se um modelo de projeto mais preciso e eficaz. A partir desse modelo foram desenvolvidos softwares que auxiliam na elaboração de projetos arquitetônicos e todos seus complementares (Câmara Brasileira da Industria da Construção CBIC, 2016).

Por está razão o presente estudo tem o objetivo de desenvolver um projeto arquitetônico, estrutural e hidrossánitario utilizando o software Autodesk Revit e por fim utilizar o software Autodesk Naviswork para realizar a analise de compatilização entre os projetos.

Conforme Delesderrier (2015) o setor da construção está em busca de aperfeiçoamento no processo construtivo, exigindo que profissionais sejam mais criteriosos na fase da concepção e planejamento dos projetos,.

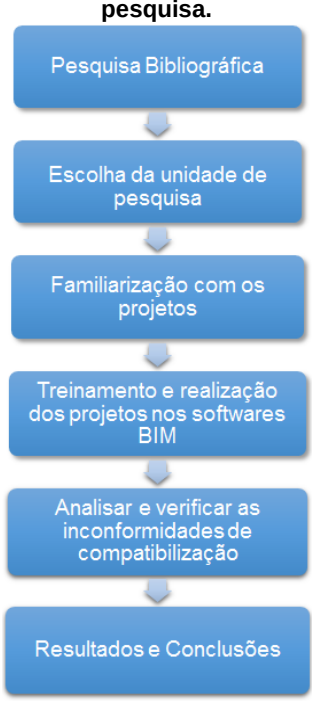
Tendo a fase de concepção, desenvolvimento e planejamento pouca explorada, os resultados aparecem com deficiência de informações e esta perda de eficiência pode ser um agente causador do alto índice de patologias nos edifícios e o alto custo das edificações.

Analisando todas as fases necessarias para chegar ao produto final (edificação) a principal é a fase de projeto, pois como o próprio nome sugere é a fase de projetar, analisar, verificar e buscar a melhor solução para os conflitos existentes. A fase de projeto é o momento de se ter dúvidas e sana-las para ter um maior controle sobre a qualidade final do produto (MENEGATTI, 2015).

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada para desenvolver o presente estudo foi dividida em etapas como mostra a Figura 01. Esta pesquisa foi de natureza aplicada, descritiva e predominantemente qualitativa.

Figura 01 - Etapas para desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: Próprio autor, (2017).

No inicio desta pesquisa primeiramente realizou-se um estudo bibliográfico através de livros, artigos e monografias. A unidade de estudo será um prédio residencial familiar de quatro pavimentos sendo térreo e mais 3 pavimentos tipo localizado na cidade de Itajubá MG, e está sendo executado pela empresa LBraga Construtora.
Para o presente estudo a empresa forneceu os projetos arquitetônico, estrutural e hidrossánitario em formato DWG, nativo do AutoCAD.
A principal tarefa será formatar os arquivos em formato DWG para a utilização BIM. O software utilizado para redesenhar os projetos citados acima será o Autodesk Revit e para realizar a análise de conflitos será utilizado Autodesk Naviswork, ambos trabalham em um modelo BIM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos projetos fornecidos em formato DWG foi elaborado os projetos em modlo BIM. O primeiro projeto desenvolvido foi o arquitetônico no Autodesk Revit Architecture. Na Figura 02 tem-se uma vista do projeto arquitetônico na dimensão 3D.

Figura 02 – Projeto Arquitetônico.

Fonte: Próprio autor, (2017).

A partir do projeto arquiteonico definido o programa permite gerar imagens em 3D em diferentes ângulos, também a geração de cortes, planta de fachada entre outras são geradas automaticamente a Figura 03 mostra uma imagem gerda da fachada do edifício.

Figura 03 – Vista Fachada do Edificio.

Fonte: Próprio autor, (2017).

Com a realização do projeto arquitetônico tem-se a possibilidade de gerar todos os projetos dos quais dá-se o nome de projetos complementares de uma edificação. O primeiro projeto complementar realizado foi o projeto estrutural de toda a edificação, para a realização do mesmo foi utilizado Autodesk Revit Strucuture. A Figura 04 mostra o projeto estrutural final.

Figura 04 – Projeto Estrutural.

Fonte: Próprio autor, (2017).

O projeto estrutural é constituído de fundação(estacas e sapatas), vigas, pilares, escadas e lajes. Assim como o projeto arquitetônico o software também possibilita a geração de diferentes vistas assim também como quantitativos de materiais.
Outro projeto complementar desenvolvido nessa pesquisa foi o projeto hidrossánitario dos apartamentos tipo, os projetos hidráulicos são desenvolvidos no Autodesk Revit Mep. A

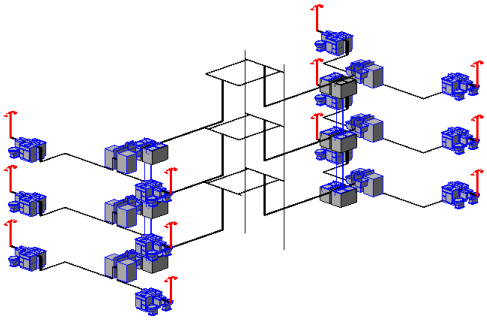
Figura 05 mostra em planta a localização dos objetos hidráulicos nos apartamentos.

Figura 05 – Planta Baixa com a localização das peças hidráulicas.

Fonte: Próprio autor, (2017).

Após a colocação de todos os apararelhos hidráulicos e suas devidas tubulações tem-se a possibilidade de gerar uma vista isométrica de toda a edificação como mostra a Figura 06.

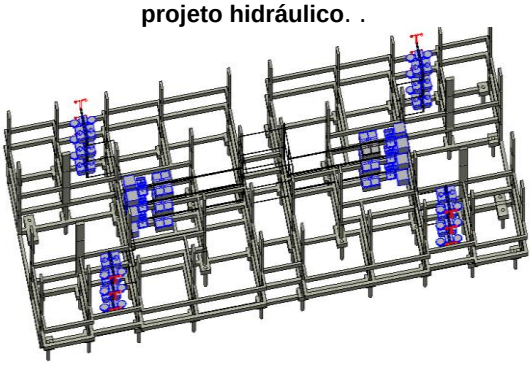
Figura 06 – Vista Isometrica.



Fonte: Próprio autor, (2017).

Uma das grandes vantagens em se ter projetos desenvolvidos em plataforma BIM é a possibilidade que os softwares fornecem de todos os projetos complementarese o arquitetônico trabalharem em conjunto, assim como mostra a Figura 07 temos uma vista do projeto estrutural junto com projeto hidráulico, isso possibilita ao projetista a analise de se nenhuma tubulação está entrando em conflito com as vigas e os pilares.

Figura 07 – Analise projeto estrutural com o projeto hidráulico. .



Fonte: Próprio autor, (2017).

Assim como foi realizado a analise do projeto estrutural com o hidráulico o programa possibilita a realização de diversas analises entre os projetos realizados.

Com os projetos arquitetônicos, estrutural e hidráulico projetados em um modelo BIM no cado no Autodesk Revit, pode-se realizar a compatibilização dos mesmo com o auxilio do software Autodesk Naviswork. A compatibilização de projetos vem para auxliar e melhorar o produto final, evitando que o itens e esturturas se sobrepõem ocasionando erros na epata da execução. Espera-se ter os resultados da compatibilização no Autodesk Naviswork no começo de setembro/2017.

CONCLUSÕES

O setor da construção civil tem tido um avanço consideravelmente alto no requisito tecnológico, e para acompanhar esse desenvolvimento busca-se cada vez mais profissionais capacitados para suprir essa carência no mercado. Pensando em buscar e adquirir mais conhecimento foi que este presente estudo foi elaborado.

Ao realizar os projetos no software Autodesk Revit que é um software que é da plataforma BIM proporcionou o conhecimento de uma nova tecnologia da construção civil. A experiência de trabalhar com esse software foi excelente, o mesmo apresentou de forma simples e surpreendeu na facilidade dos comandos e principalmente sua engrenagem de parametrização, onde qualquer alteração acarreta em mudanças em todo o projeto.

A cultura de trabalhar com o AutoCAD nos limita a conhecer novos softwares e com o surgimento da tecnologia BIM para a construção civil pode proporcionar aos profissionais de arquitetura e engenharia um novo modo de projetar.

Mas para isso também e necessário ressaltar a necessidade de treinamentos e capacitações nos escritórios e construtoras pois para que a tecnologia BIM seja bem aplicada é necessário treinar e capacitar os profissionais.

REFERÊNCIAS

CALLEGARI, S. (2007). UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares.** Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

CBIC, C. B. (2016).Câmera Brasileira da Industria da Construção. **Coletânea de Implatação BIM para Construtoras e Incorporadores. Fundamentos BIM - Volume 1.** Brasilia.

DELESDERRIER, A. D. (Agosto de 2015). Universidade Federal Rio de Janeiro - Escola

Politécnica. **Estudo de Falhas em Obras de Edificações Oriundas da Falta de Compatibilização entre Projetos.**

MENEGATTI, B. (2015). UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. **Compatibilização de projetos arquitetônico e estrutural de uma residência unifimiliar com auxilio da plataforma BIM**. Pato Branco, Paraná, Brasil.

VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FEPI
PESQUISA CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
18 de outubro de 2017

PATOLOGIAS EM EDIFICAÇÕES: Inspeção Predial do 4º Batalhão de Engenharia e Combate

Poliana Marcela da Silva [(1)]; Vander Alkmin dos Santos Ribeiro [(2)]; Adriana Amaro Diacenco [(3)]

[1] Estudante; Engenharia Civil; Centro Universitário de Itajubá (FEPI); Itajubá, Minas Gerais; polianasilvaeng@gmail.com.
[2] Professor Doutor do Centro Universitário de Itajubá (FEPI); Itajubá, Minas Gerais; vanderalkmin@gmail.com.
[3] Professora Doutora do Centro Universitário de Itajubá (FEPI); Itajubá, Minas Gerais; adriana_aadiacenco@yahoo.com.br

RESUMO

Com a conscientização para a importância da manutenção predial, vem aumentado a preocupação quanto às condições de conservação, uso e manutenção dos sistemas construtivos. O presente artigo consiste em realizar a inspeção predial de uma unidade do 4º Batalhão de Engenharia e Combate de acordo com a norma do IBAPE cujo objetivo é identificar as patologias e classificar as mesmas de acordo com o método GUT que avalia Gravidade, Urgência e Tendência dos riscos encontrados. Durante a investigação foi possível detectar problemas patológicos de revestimento e pintura das paredes externas da edificação em estudo. Dessa forma, se faz necessário intervir com a manutenção corretiva afim de reparar os problemas encontrados permitindo melhores condições de uso e segurança da edificação.

Palavras-chave: Patologias, Inspeção Predial, Manutenção, GUT.

INTRODUÇÃO

De acordo com França, A. A. V. *et al* (2011), o termo patologia é de origem grega e quer dizer "Estudo de doenças" (*páthos*= doença; *lógos*= estudo). Sua aplicação engloba estudos investigativos relacionados a modificações estruturais e funcionais.

As patologias construtivas em todo tempo esteve presente na construção civil se apresentando em forma de umidade, trinca, fissuras, descolamento de pintura e revestimento entre outras. Assim, a manutenção periódica se torna imprescindível para a conservação da edificação evitando recursos financeiros investidos elevados. (COSTA;ZANCAN, 2012)

De acordo com Angeloni e Zancan (2012) a inspeção predial está se tornando uma avaliação frequente nas edificações e seu desprezo pode provocar danos irreparáveis e muitas vezes catastróficos. Após a inspeção, elabora-se uma lista de verificação, isto é, um ckeck-list, para diagnosticar anomalias e falhas encontradas.

Entretanto, Sotille (2014) ressalta uma ferramenta importante que é a matriz de priorização GUT bastante utilizada na solução dos problemas patológicos para definir prioridades as ações encontradas. Recomenda-se que a ordem de prioridade seja disponível em ordem decrescente classificada através de métodos GUT (Gravidade, Urgência e Tendência). A gravidade considera a intensidade dos danos que os problemas identificados podem causar se não atuar sobre ele. A urgência é considerada o tempo para a resolução do problema de uma situação. A tendência é classificada como tendência de evolução da situação considerando o desenvolvimento que o problema terá na ausência da ação.

O presente artigo pretende efetuar uma análise causadora dos problemas levando a melhoria nos processos construtivos e apresentar melhoria na qualidade do produto final reduzindo os custos de manutenção.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa será feita a inspeção predial em uma unidade do Exército Brasileiro da categoria Batalhão, sendo o 4º Batalhão de Engenharia de Combate (4º B E Cmb) também conhecido como Batalhão Pontoneiros da Mantiqueira, instalado no município de Itajubá, Minas Gerais desde 1921 e no mesmo quartel desde 1º de abril de 1925.

As patologias serão registradas através de arquivos fotográficos durante a inspeção visual e posteriormente os danos serão classificados de acordo com a norma do IBAPE, executando o diagnóstico identificando as causas prováveis para a ocorrência das doenças construtivas. Após classificar cada patologia será realizada a lista de prioridades de recuperação e dada a recomendação técnica para o responsável pela edificação.
Os danos serão avaliados conforme mostrado na Tabela I. (SOTILLE, 2014)

Tabela I – Pontuação da GUT de acordo com a intensidade da patologia

Grau	Gravidade	Peso
Total	Perdas de vidas, meio ambiente ou edifício	10
Alta	Ferimento em pessoas, danos ao meio ambiente ou ao edifício	8
Média	Desconfortos, deterioração do meio ambiente ou do edifício	6
Baixa	Pequenos incômodos ou prejuízos financeiros	3
Nenhuma		1
	Urgência	
Total	Evento em ocorrência	10
Alta	Evento prestes a ocorrer	8
Média	Evento prognosticado para breve	6
Baixa	Evento prognosticado para adiante	3
Nenhuma	Evento imprevisto	1
	Tendência	
Total	Evolução imediata	10
Alta	Evolução em curto prazo	8
Média	Evolução em médio prazo	6
Baixa	Evolução em longo prazo	3
Nenhuma	Não vai evoluir	1

Fonte: Gomide (2009, citado por Costa e Zancan, 2012)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi realizado em uma unidade do Exército Brasileiro sendo o 4º Batalhão de Engenharia e Combate, Itajubá, Minas Gerais. O local foi escolhido devido ao número de manifestações patológicas presentes e por ser um local de utilidade pública no qual, além de suas missões clássicas como apoio ao combate em situação de guerra, atua como colaboradora na solução de problemas de infraestrutura do desenvolvimento nacional. Sendo assim, há necessidade de manutenção periódica para a conservação do local e melhores condições de uso.

Considerações iniciais

A inspeção predial nas dependências do 4º Batalhão de Engenharia e Combate foi realizada na tarde do dia 01 de junho de 2017, mais precisamente na Praça Duque de Caxias, s/n. Bairro Varginha, na cidade de Itajubá, Minas Gerais. O marco Inicial das obras do quartel foi em 12/10/1922, sendo assim, uma edificação com aproximadamente 95 anos.
O nível de inspeção é classificado como Nível 1, representado por identificar anomalias e falhas aparentes, elaborado por um profissional habilitado e classificada quanto ao uso regular, encontrando-se ocupada e utilizada conforme projeto.

Elementos vistoriados

Para a elaboração do laudo de inspeção predial foram analisados os sistemas construtivos presentes na edificação. Esses elementos foram avaliados genericamente descrevendo a localização de anomalias e falhas detectadas.
As vedações são em alvenaria de tijolos maciços revestidos com reboco e aplicação de pintura. Vale ressaltar que por ser uma obra antiga, não possui nenhum tipo de ferragem nos pavilhões. As estruturas são feitas somente com tijolos maciços e nenhum dos pavilhões foram utilizados cimento, somente barro. A seguir são relatadas algumas patologias encontradas no revestimento e pintura.

Bolhas na pintura

A Figura 1 mostra as bolhas na pintura do lado externo da parede de um dos banheiros.

Figura 1 – Bolhas na pintura causadas pela umidade ascendente
Fonte: Autor (2017)

Classificação da patologia: Anomalia Endógena. Apresenta erros na execução e escolha de materiais.
Grau de risco: Mínimo. Causam pequenos prejuízos relacionados a estética.
Manifestações: Aparecimento de bolhas na pintura

Causa: Umidade proveniente do banheiro; Umidade vinda de água de chuva nas paredes externas que apresentam falta de impermeabilização; Falta de aderência do produto aplicado; Repintura em paredes sobre uma tinta de má qualidade ou presença de pó na mesma.
Intervenção: Remover partes soltas ou mal aderidas com auxílio de uma espátula, escova de aço ou lixa. Aplicar fundo preparador de parede. Nivelar a superfície com massa acrílica (áreas externas) e aplicar repintura.

Gravidade	Urgência	Tendência	Pontos
6	3	3	54

Descolamento do emboço

O muro de divisa do objeto em estudo apresenta descolamento em placas do emboço da alvenaria conforme Figura 2.

Figura 2 – Descolamento em placas do emboço
Fonte: Autor (2017)

Classificação da patologia: Anomalia Endógena. Apresenta erros na execução e escolha de materiais.
Grau de risco: Médio. Pode provocar perda parcial do desempenho da edificação.
Manifestações: Descolamento em placas do emboço na alvenaria.
Causa: Aplicação incorreta de várias camadas de argamassa; Falta de chapisco na alvenaria; Aplicação de argamassa espessa; Aplicação da argamassa sem umedecimento da alvenaria.
Intervenção: Remover todo emboço não aderente; Molhar e chapiscar a alvenaria; Aplicar argamassa de emboço e reboco; Aplicar massa acrílica (ambiente externo); Aplicar tinta de acabamento.

Gravidade	Urgência	Tendência	Pontos
6	6	3	108

Descascamento da pintura

A Figura 3 apresenta o descascamento da pintura encontrado na parede externa do depósito de peças das pontes.

Figura 3 – Descascamento da pintura
Fonte: Autor (2017)

Classificação da patologia: Falha de execução. Incluindo uso inadequado de materiais.
Grau de risco: Mínimo. Causam pequenos prejuízos relacionados a estética.
Manifestações: Placas de tintas que se soltam da parede
Causa: Tinta aplicada sobre superfície empoeirada ou suja de óleo.
Intervenção: Verificar se a superfície não apresenta infiltrações e vazamentos; Aguardar tempo de cura para o reboco de 30 dias; Eliminar o pó da pintura antiga; Verificar condições climáticas favorecidas; Remover partes soltas; Aplicar de 2 a 3 demãos de bloqueador de umidade; Aplicar fundo preparador de parede; Aplicar pintura de 2 a 3 demãos.

Gravidade	Urgência	Tendência	Pontos
3	3	3	27

Fissuração do revestimento

No hotel de trânsito foram encontradas fissuras no revestimento da parede externa conforme Figura 4.

Figura 4 – Combinação de fissuras no revestimento
Fonte: Autor (2017)

Classificação da patologia: Anomalia Endógena. Apresenta erros na execução e escolha de materiais.
Grau de risco: Médio. Pode provocar perda parcial do desempenho da edificação.
Manifestações: Aberturas no revestimento identificadas como combinação de fissuras.

Causa: Retração da argamassa; Variação de temperatura; Aplicação do revestimento em dias quentes.
Intervenção: Fazer uma abertura em "V" com abre trinca; Limpar a superfície e aplicar preparador de paredes; Preencher a fenda com sela trinca; Colocar uma tela de poliéster. Acertar com massa; Aplicar tinta elastomérica.

Gravidade	Urgência	Tendência	Pontos
6	6	6	216

Com a pontuação das patologias realizadas através do método GUT deve realizar a manutenção de acordo com a ordem da Tabela II.

Tabela II – Ordem de prioridade de manutenção

Prioridade	Não conformidade	Pontos
1º	Fissuras no revestimento	216
2º	Descolamento do emboço	108
3º	Bolhas na pintura	54
4º	Descascamento da pintura	27

Fonte: Autor (2017)

CONCLUSÕES

Através da inspeção predial realizada no objeto em estudo foi possível investigar as causas dos problemas patológicos identificados propondo correções detalhadas para a recuperação dos componentes construtivos.
Conclui-se que os maiores problemas encontrados são decorrentes a erros de execução e na escolha de materiais. Também associada a manutenção inadequada.
De acordo com a inspeção realizada seguindo a norma do IBAPE constatou que a prioridade de manutenção se dá a fissura encontrada na parede externa do hotel podendo afetar a superfície do elemento no interior facilitando a entrada de agentes agressivos. Seguindo a ordem de prioridade, outras patologias podem agravar o problema do elemento se não tratada, essas englobam o descolamento em placas do emboço da parede de divisa podendo deteriorá-lo. Para a bolha na pintura deve-se tratar a umidade presente. Dessa forma torna-se importante corrigir as patologias para que os problemas não se agravem.

REFERÊNCIAS

ANGELONI, B. P.; ZANCAN, E. C.; Inspeção Predial tridimensional das casas populares do município de Jacinto Machado, SC: Estudo de caso. **Engenharia Civil**, Criciúma, SC, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/200/1/Bruna%20Possamai%20Dellas%20Angeloni.pdf>. Acessado em: 27 de março de 2017.

COSTA, A.S.; ZANCAN, E.C. Inspeção Predial: Estudo de caso de um edifício residencial, Criciúma – SC. **Engenharia Civil**, Criciúma, SC, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1534/1/Anderson%20dos%20Santos%20Costa.pdf>. Acessado em: 23 de março de 2017.

IBAPE. Instituto brasileiro de avaliações e pericias de engenharia. **Norma de inspeção predial nacional.** São Paulo, Bela Vista, 2012.

FRANÇA, A. A. V. *et al*. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. **TÉCHNE**, set. 2011. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/174/patologia-das-construc. aspx>. Acesso em: 23 de março de 2017.

PINTURAS, Patologias em. Nota de aula Professor Vander Alkmin. Minas Gerais, 2016. 1 Microsoft PowerPoint.

REVESTIMENTOS, Patologias em. Nota de aula Professor Vander Alkmin. Minas Gerais, 2016. 1 Microsoft PowerPoint.

SOTILLE, M. **Matriz GUT – Gravidade, urgência e Tendência**, Project Management Professional, 2014.Disponível em: <http://dicasgp.pmtech.com.br/matriz-gut-gravidade-urgencia-e-tendencia/>. Acesso em: 02 de abril de 2017.

VIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA FEPI
PESQUISA CIENTÍFICA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL
18 de outubro de 2017

VIABILIDADE PARA TRATAMENTOS DE BAIXO CUSTO DE ÁGUAS CINZAS: Comparação entre filtro com húmus de minhoca e wetlands.

Rayne Goulart Braga [(1)]; Leopoldo Uberto Ribeiro Júnior [(2)]

[1] Estudante; Engenharia civil; Instituição de Ensino e Pesquisa de Itajubá (FEPI); Itajubá, Minas Gerais; Raynebraga@yahoo.com.br.
[2] Professor do Centro Universitário de Itajubá (FEPI) e Pesquisador do Núcleo de Pesquisa Institucional; Itajubá, Minas Gerais; leopoldo_junior@yahoo.com.br.

RESUMO

Visando a redução do consumo de água potável em residências unifamiliares a fim de garantir água com qualidade para atender a demanda crescente pelos recursos hídricos, estudou-se a reutilização das águas cinzas provenientes do lavatório, chuveiro e máquina de lavar roupas para uso não potável nos vasos sanitários e lavagem e pisos. Buscou-se analisar a viabilidade técnica para a implantação de um sistema de reuso com tratamento de baixo custo que vise atender famílias de baixa renda. Para tal fez-se o levantamento do consumo em uma residência unifamiliar padrão e estimou-se o consumo para cada aparelho sanitário analisado. Visando atender as legislações vigentes sobre a qualidade da água, fez-se um comparativo entre tratamento com húmus de minhoca e *wetlands*, objetivando obter a melhor solução que atenda os fatores técnicos, econômicos e ambientais. Afim de analisar os parâmetros de qualidade da água fez-se a análise qualitativa da água cinza e da água tratada, com o objetivo de realizar o comparativo entre as amostras e se os parâmetros mínimos foram atendidos. Os dois sistemas de tratamento empregados apresentaram melhoras de qualidade nos parêmetros analisados, porém o *wetland* foi o que apresentou resultado mais satisfatório.

Palavras-chave: **Redução do consumo**. **Métodos alternativos**. **Tratamento de baixo custo**.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural, vital e essencial à vida, porém o volume disponível de água potável se torna cada vez mais escasso devido ao aumento populacional e as mudanças climáticas, que vem contribuindo para o aumento na demanda pelos recursos hídricos. Apesar dos recursos hídricos ser renovável, ela tende a se deteriorar em função do seu uso indiscriminado, comprometendo a quantidade de água disponível para consumo nas diversas localidades do mundo (BRAGA, 2016).

No Brasil, segundo Leal (2000) o índice de perda física é muito alto, se comparado com outros países. A perda total de água tratada corresponde cerca de 39% da água produzida (IBNET, 2011).

Percebe-se a urgência de implementar ações para a conservação da água e a redução do consumo, com a finalidade de contribuir para a sustentabilidade dos recursos hídricos (REBÊLO, 2011). Sendo assim, o uso de águas cinzas se torna cada vez mais importante para o aumento da demanda hídrica e a diminuição da poluição, ao atenuar a quantidade de resíduos lançados ao meio ambiente. Ainda de acordo com o autor, as construções devem ser dotadas de mecanismos que possam contribuir para a minimização de impactos ao ambiente, desde a sua construção até seu uso final, como o aproveitamento de fontes alternativas de energia e águas para fins não potáveis.

Visando viabilizar o reuso das águas cinzas para uma residência unifamiliar de baixa renda, fez-se o reuso das águas captadas no ponto de consumo e aplicou-se nas descargas sanitárias dos banheiros. De acordo com Hespanhol e Mierzwa (2000), a água proveniente de pias, lavatórios e chuveiros, podem ser utilizadas para a descarga de bacias sanitárias e lavagem de pisos.

Para a implantação do sistema de reuso foi necessário analisar a qualidade do efluente e os aspectos técnicos associados ao sistema, verificando os parâmetros e a viabilidade do projeto. A fim de atingir os parâmetros estabelecidos pela Sinduscon (2005), bem como os apontados na NBR 13969 (ABNT, 1997), aplicou-se tratamentos de baixo custo para viabilizar o reuso.

Para atingir a qualidade necessária, aplicou-se tratamentos com filtro biológico composto por húmus de minhoca e serragem e wetlands verticais, a fim de realizar um comparativo

técnico e econômico entre os métodos aplicados. Para o tratamento o efluente passou por um processo de decantação, a fim de sedimentar as partículas maiores e pré-filtro. Após este passou pelo filtro principal (biológico e wetland). Posteriormente a água foi encaminhada para um filtro de carvão ativado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os aspectos técnicos e financeiros associados ao reuso de águas cinzas (não potáveis), enfatizando o uso racional de água e a redução do consumo em uma residência unifamiliar. O intuito é avaliar tratamentos inovadores e de baixo custo para atingir a qualidade necessária da água para o reuso.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a reutilização das águas cinzas, foi realizado estimativa de consumo na residência, analisando o ponto de maior consumo. Coletou-se uma amostra do efluente a fim de avaliar os principais parâmetros de qualidade exigidos de acordo Sinduscon (2005), bem como os parâmetros estabelecidos pela NBR 13.969 (1997). A fim de garantir água com qualidade para atender as populações de baixa renda e viabilizar a implantação do reuso em residências empregou-se um sistema de tratamento com filtro biológico e wetlands (Figura 1).

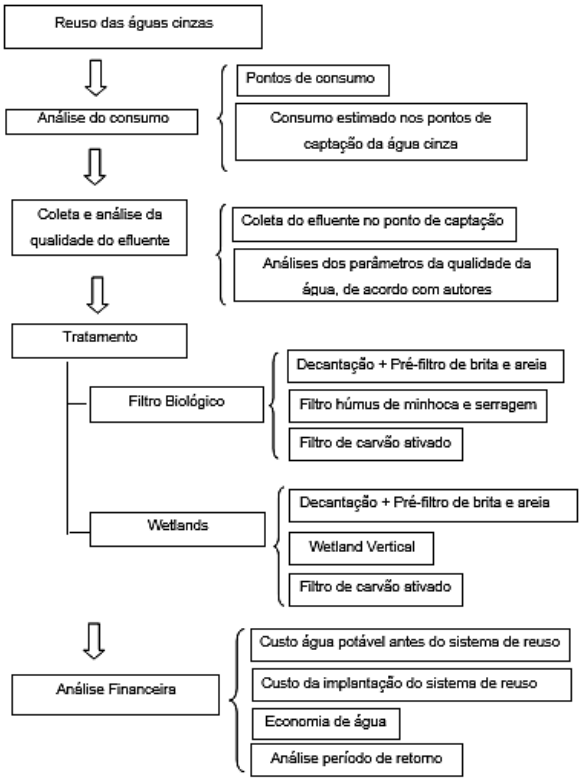


Figura 1 – Metodologia aplicada

O tratamento com filtro biológico passou por um pré tratamento, resultando em um sistema composto por decantador, pré-filtro de areia, filtro biológico com húmus de minhoca e posterior filtro de carvão ativado. Este é encaminhado para o reservatório de armazenamento da água tratada (Figura 2).

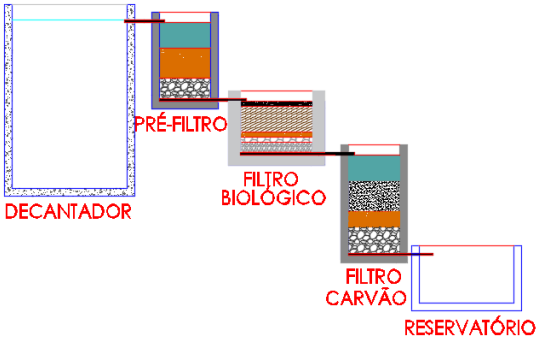


Figura 2 – Filtro biológico com húmus de minhoca

O sistema de tratamento com *wetlands* passa pelos mesmos sistemas de tratamento preliminar e de pós tratamento. Após o efluente é encaminhado para o reservatório de armazenamento, conforme é representado na Figura 3.

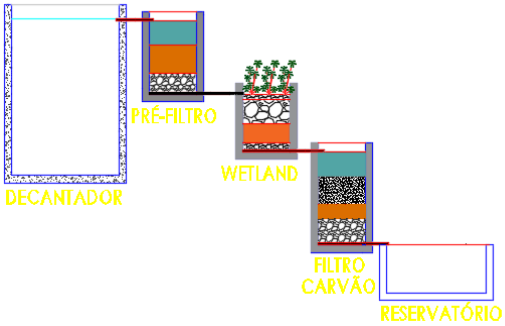


Figura 3 – Tratamento com *wetlands*

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com filtro biológico de húmus de minhoca é representado na Figura 4, o qual pode-se observar os sistemas de tratamento empregados. O efluente foi encaminhado pelos filtros de decantação, filtro de areia, filtro biológico e posterior filtro de carvão ativado.

Figura 4 – Sistema de tratamento com filtro biológico

Coletou-se amostras em cada etapa da filtragem. Esta é representada pela Figura 5. A Amostra 3 representa o efluente bruto. Na Amostra A-1 o efluente foi submetido ao decantador. Na A- 1,2 foi coletada no filtro de areia. A Amostra A-1,2,3 coletada no sistema de filtragem biológica. Na A-1,2,3,4 o efluente foi tratado por completo, finalizando no processo de filtragem com carvçai ativado.

Figura 5 – Amostras coletadas nos pontos de tratamento do filtro biológico

O tratamento com *wetlands* é representado na Figura 6, o qual pode-se observar que o efluente foi encaminhado pelos filtros de decantação, filtro de areia, filtro biológico e posterior filtro de carvão ativado.

Figura 6– Sistema de tratamento com *wetland*

Coletou-se amostras em cada etapa da filtragem de wetland. Esta é reprserntada pela Figura 7. A Amostra 3 representa o efluente bruto. Na Amostra B-1 o efluente foi submetido ao decantador. Na B- 1,2 foi coletada no filtro de areia. A Amostra B-1,2,3 coletada no sistema de *wetland*. Na B-1,2,3,4 o efluente foi tratado por completo, finalizando no processo de filtragem com carvçai ativado.

Figura 8 - Amostras coletadas nos pontos de tratamento de wetland

O resultado das análises nas amostras do filtro biológico é representado na Tabela 1.

Percebeu-se que as amostragens mais eficientes foram a II e III. Isto se dá devido ao efluente estar em contato com o sistema filtrante por mais tempo, havendo uma redução mais significativa da cor e turbidez. Quando analisados os parâmetros individualmente tem-se que o pH das amostras se manteve constante em todas as etapas de tratamento, havendo apenas redução na cor e turbidez.

Tabela 1 – Análise nas amostras do tramento de filtro biológico

Parâmetros de qualidade da água (tratamento)	Amostra 1	Amostras I			
		Amostra A-1	Amostra A-1,2	Amostra A-1,2,3	Amostra A-1,2,3,4
Cor	200	200	100	300	40
Turbidez (UNT)	82	79	25	103	11
Ph	7,2	7,2	7,0	6,8	7,0
Parâmetros de qualidade da água (tratamento)	Amostra 2	Amostras II			
		Amostra A-1	Amostra A-1,2	Amostra A-1,2,3	Amostra A-1,2,3,4
Cor	180	80	75	85	40
Turbidez (UNT)	70	56	22	33	11
Ph	7,1	7,1	7,1	7,1	7,0
Parâmetros de qualidade da água (tratamento)	Amostra 3	Amostras III			
		Amostra A-1	Amostra A-1,2	Amostra A-1,2,3	Amostra A-1,2,3,4
Cor	170	170	40	50	45
Turbidez (UNT)	65	64	11	16	18
Ph	7,1	7,0	6,9	7,0	7,0

Fonte: Copasa (2017)

O resultado das análises realizadas no efluente submetido ao wetland encontra-se na Tabela 2. Pode-se dizer que as variações entre as amostras foram menores se comparado ao sistema de filtro biológico. Houve uma reduções significativa de todos os parâmetros analisados. Quando analisados os sistemas individualmente pode-se dizer que todas as etapas apresentaram valores reduzidos de turbidez e cor. O pH manteve-se com poucas variações nas etapas de tratamento.

Tabela 2 – Análise nas amostras do tramento de filtro biológico

Parâmetros de qualidade da água (tratamento)	Amostra 1	Amostras I			
		Amostra B-1	Amostra B-1,2	Amostra B-1,2,3	Amostra B-1,2,3,4
Cor	200	200	100	55	5
Turbidez (UNT)	82	79	25	18	4
Ph	7,2	7,2	7	7,2	7,2
Parâmetros de qualidade da água (tratamento)	Amostra 2	Amostras II			
		Amostra B-1	Amostra B-1,2	Amostra B-1,2,3	Amostra B-1,2,3,4
Cor	180	80	75	40	7,5
Turbidez (UNT)	70	56	22	12	6
Ph	7,1	7,1	7,1	7,0	7,1
Parâmetros de qualidade da água (tratamento)	Amostra 3	Amostras III			
		Amostra B-1	Amostra B-1,2	Amostra B-1,2,3	Amostra B-1,2,3,4
Cor	170	170	40	40	5
Turbidez (UNT)	65	64	11	9	4
Ph	7,1	7,0	6,9	7,0	7,0

Fonte: Copasa (2017)

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que o sistema de reuso para uma residência unifamiliar padrão viabiliza-se através do reuso das águas cinzas coletadas no chuveiro, máquina de lavar roupas e lavatório, onde apresentam maior consumo.

Para o sistema de tratamento com filtro biológico húmus de minhoca conclui-se que o mesmo foi eficiente na remoção da cor e turbidez, porém não atingiu o mínimo disposto na NBR 13.969 (ABNT, 1997). A cor obtida no sistema foi de 40 UH e turbidez de 11 UNT, sendo o mínimo de 10 UNT. Segundo Sinduscon (2005) a cor deve ser menor que 10 UH e turbidez menor que 2 UNT. Sendo assim o sistema com filtragem biológica não é tecnicamente viável.

Para o sistema com Wetland conclui-se que este é o que apresentou melhor eficiência técnica. O sistema atingiu o mínimo especificado na NBR 13.969 (ABNT, 1997), para turbidez de 10 UNT, o atingido no tratamento de Wetland foi de 4 UNT. Porém se analisado de acordo com Sinduscon (2005) este não atingiu o mínimo na turbidez de 2 UNT. O efluente tratado poderia ser empregado na irrigação de jardins, uma vez que o mínimo de turbidez para este uso é de 5 UNT e cor de 30 UH.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13.969 – **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro (1997).

BRAGA, R. G. **Avaliação técnica e econômica para o reuso de água cinza em uma instituição de ensino no município de Itajubá**. In: Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, 2016, Poços de Caldas. Anais V.8, N.1, 2016. Disponível em: <http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/index.php>. Acesso em: 13 jun. 2017.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. Conta de água referente a Jan/2017. Brasópolis, 2017.

HESPANHOL, I.; MIERZWA, J. C. **Programa para o gerenciamento de água e efluentes**

nas indústrias visando o uso racional e o reuso. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 4, n. ½, p. 11-15, 2000.

IBNET – International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities. **Parâmetros Internacionais para Redes de Operadoras de Saneamento,** 2011.

REBÊLO, M. M. P. S. **Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas.** 2011. 113 f. Dissertação (Mestrado em engenharia: Recursos hídricos e Saneamento) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia, Maceió, 2011.

SINDUSCON – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. **Manual de Conservação e Reúso da água em edificações.** São Paulo**,** 2005.

Influência de Resíduos de Casca de Ovo na Resistência à Compressão no Concreto Convencional.

Lemuel Bastos Rodrigues, , [(1)]**; Vander Alkmin dos Santos Ribeiro,** [(2)] **; Luciano Floriano Barbosa,** [(3)]
[1)] **Lemuel Bastos Rodrigues** Cursando Engenharia Civil, lemuel_lbr@hotmail.com;
[(2)] **Vander Alkmin dos Santos Ribeiro, professor do Centro Universitário de Itajubá – FEPI;** vanderalkmin@gmail.com
[(3)] **Luciano Floriano Barbosa, professor do Centro Universitário de Itajubá – FEPI,** lucianofb@fepi.br.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo estudar a influência da adição de resíduos de casca de ovo na resistência a compressão do concreto convencional. Várias pesquisas foram desenvolvidas com a finalidade de diminuir os custos de construção e investigar materiais apropriados, principalmente aqueles que não são convencionais. As atividades agro-industriais geram uma grande quantidade de resíduos com potencial para uma substituição parcial de areia e agregados grosseiros na fabricação de argamassa e concreto. Um produto gerado em grande quantidade em incubatórios é a casca *de* ovo que, além de ser um descarte em grande quantidade, a eliminação é um problema, cria alergias quando é mantido no lixo, também um cheiro indesejável causando irritação. Os concretos foram ensaiados quanto à resistência à compressão na idade de 14 dias. Em relação ao concreto com resíduos de casca de ovo tratada, foi elaborado o traço do concreto referência pelo método ABCP -ACI; sendo as respectivas porcentagens de substituição do volume do agregado miúdo por resíduos de casca de ovo (0% à 30%). Os resultados mostram que a resistência à compressão diminuiu com o aumento da porcentagem de resíduo de casca de ovo, o que indicou que o compósito era adequado para estruturas não portadoras.

Palavras-chave: Concreto, Casca de ovo, Agregado miúdo, Resistência à compressão.

INTRODUÇÃO

Sendo considerado como resíduo, a casca de ovo gera um número expressivo na industrialização (PAZETO ALVARENGA e RAMOS QUEIRÓZ, 2009). As estatísticas têm apontado o crescimento do volume de resíduos de casca de ovo. (FREIRE, 2006). A Poluição, deterioração da natureza e prejuízos a saúde, são alguns fatores problemáticos quando esses resíduos são dispostos de maneira inadequada ao meio ambiente (CARVALHO, 2015).

No contexto de resíduos, a casca de ovo não se enquadra a resíduos de perigosidade alta, mas o mal cheiro e a proliferação microbiana, levanta a necessidade de utilização da mesma para atenuação do passivo gerado. (FREIRE, 2006). Diante disso, pesquisas investigam o aproveitamento desse resíduo no concreto convencional.

O problema fundamental da utilização desses resíduos no concreto é a significativa redução de resistência à compressão, principalmente em substituição dos agregados tanto graúdo como miúdo em quantidades elevadas. Tem-se outras aplicações da casca de ovo como por exemplo na produção de telhas cerâmicas.

O interesse do desenvolvimento de novos compósitos na construção civil em novas aplicabilidades estão voltadas à sustentabilidade (BERALTO, 2014).

MATERIAL E MÉTODOS

O material a ser utilizado foi o agregado graúdo classificado como brita 1 e o agregado miúdo areia natural de rio classificada como areia média, ambos os materiais provenientes da cidade de Itajubá, Minas Gerais. O cimento utilizado foi o CP-II-E-32 da fabricante Tupi. A casca de ovo foi fornecida pela granja Ovos Santa Ana.

A determinação da massa específica do agregado miúdo foi realizada segundo os procedimentos da NM 52 (2002) da Asociación Mercosur de Normalización.

A determinação da massa unitária compactada do agregado graúdo foi realizada de acordo com os procedimentos descritos na norma ABNT NBR NM 45 (2006).

A determinação da massa específica do cimento Portland foi realizada segundo os procedimentos da NM 23 (2000) da Asociación Mercosur de Normalización.

Para a determinação da massa específica da casca de ovo foi adotada o valor de 2,47 g/cm^3, de acordo com Freire (2006).
Realizada a etapa de caracterização dos materiais quanto as características necessárias para o resultado do traço, procedeu-se pelo método ABCP-ACI. Este método desenvolvido pelo American Concrete Institute (ACI) e adaptado pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) às condições brasileiras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Quadros mostram as seguintes peneiras utilizadas, as massas retidas, a porcentagem retida e a porcentagem retida acumulada na determinação da granulometria.

Quadro 1 – Granulometria da areia.
[Table 1 - Granulometry of sand]

Peneira (mm)	Peneira (número)	Massa Retida (g)	Massa Retida Acumulada (g)	Porcentagem Retida	Porcentagem Retida Acumulada
4,8	4	1,06	1,06	0,3%	0%
2,4	8	4,22	5,28	1,2%	1%
1,2	16	10,19	15,47	2,8%	4%
0,6	30	63,35	78,82	17,4%	22%
0,3	50	141,28	220,10	38,9%	61%
0,15	100	118,91	339,01	32,7%	93%
Fundo		24,25	363,26	6,7%	100%
	TOTAL	363,26		100%	

O módulo de finura, somatório das porcentagens retidas acumuladas nas peneiras da série normal dividida por 100, da amostra m é 2,81.

Quadro 2 - Granulometria da brita.
[Table 2 - Grain Granulometry].

Peneira (mm)		Massa Retida (g)	Massa Retida Acumulada (g)	Porcentagem Retida
31,5		0	0	0%
25,0		0	0	0%
19,0		0,020	0,02	0,4%
12,5		2,538	2,56	47,4%
9,5		1,828	4,39	34,1%
4,8		0,915	5,30	17,1%
Fundo		0,053	5,35	1%
	TOTAL	5,354		100%

Peneiras em vermelho correspondem as séries intermediária e as peneiras em preto são peneiras da série normal. O Dmáx, abertura nominal da malha da peneira normal ou intermediária na qual o agregado apresenta uma porcentagem retida acumulada igual ou imediatamente inferior a 5% em massa, sendo assim a dimensão máxima do agregado graúdo de 19,0 mm.

Quadro 3 – Granulometria da casca de ovo.
[Table 3 - Granulometry of Egg Shell]

Peneira (mm)	Peneira (número)	Massa Retida (g)	Massa Retida Acumulada (g)	Porcentagem Retida	Porcentagem Retida Acumulada
4,8	4	5,78	5,78	1,74%	2%
2,4	8	246,21	251,99	74,23%	76%
1,2	16	62,11	314,10	18,72%	95%
0,6	30	15,18	329,28	4,57%	99%
0,3	50	1,26	330,54	0,38%	100%
0,15	100	0,30	330,84	0,09%	100%
Fundo		0,88	331,72	0,27%	100%
	TOTAL	331,72		100%	

MASSA ESPECÍFICA DOS AGREGADOS

- Massa específica do agregado miúdo 2,48 g/cm³.

Massa específica da água com o valor de 1 g/cm³.

- MASSA ESPECÍFICA DO AGREGADO GRAÚDO

A massa específica da brita é 2,796 g/cm³.

- MASSA UNITÁRIA COMPACTADA DO AGREGADO GRAÚDO

A massa unitária compactada da brita é o valor de 1633 kg/m³.

- MASSA ESPECÍFICA DO CIMENTO

A massa específica de cimento é 3,035 g/cm³.

- DADOS DE RESISTÊNCIA DE DOSAGEM

Temos Fck com valor de 25 MPa e resistência média do concreto à compressão 32 MPa.

- DETERMINAÇÃO ÁGUA/CIMENTO
- FIXAÇÃO DA RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO

Considerando-se o valor de 0,50 para relação água/cimento pela curva de Abrams.

- DETERMINAÇÃO APROXIMADA DO CONSUMO DE ÁGUA

O consumo de água, Ca, de 230 l/m³ de concreto.

- DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE CIMENTO

O do consumo de cimento é o valor de 460 kg/m³ de concreto para o consumo de cimento.

- DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE AGREGADO GRAÚDO

O valor de agregado graúdo por m^3 é valor de 0,670 m³ de concreto. A massa unitária compactada do agregado graúdo determinada com o valor de 1633 kg/m³, temos 1094,11 kg/m³ de concreto como consumo de agregado graúdo.

- CONSUMO DE AGREGADO MIÚDO

O consumo de agregado miúdo temos de 562,96 kg/m³ de concreto.

- APRESENTAÇÃO DO TRAÇO DO CONCRETO

1 : 1,22 : 2,39 : 0,5

Quadro 4 – Quantidade de material para o traço.

[Table 4 -Amount of material for the trace].

Casca de ovo	Corpos de prova	Materiais				
		Cimento (kg)	Areia(kg)	Casca de ovo(kg)	Brita 1(kg)	água(l)
20%	4	10,58	10,36	2,59	25,16	5,29
30%	4	10,58	9,06	3,88	25,16	5,29

Concreto	Resistência à compressão axial dos concretos aos 14 dias			
	Resistência à compressão (kgf)	Média da Resistência à compressão (kgf)	Resistência à compressão (Mpa)	Média da Resistência à compressão (Mpa)
Concreto de Referência	273,93	262,80	27,39	26,28
	250,25		25,03	
	297,73		29,77	
	264,23		26,42	
Concreto com 20% de casca de ovo	157,62	174,49	15,76	17,45
	172,09		17,21	
	179,30		17,93	
	172,09		17,20	
Concreto com 30% de casca de ovo	127,24	125,80	12,72	12,58
	140,24		14,02	
	128,68		12,87	
	121,49		12,15	

CONCLUSÕES

Com os ensaios realizados com os corpos de prova, com a substituição de agregado miúdo pela casca de ovo de 20% e 30%, verificou que a resistência a compressão diminui. Verificamos que com o resultado da adição com 20% foi igual a 17,45 MPa e para 30% foi igual a 12,58. Espera-se que aos 28 dias o mesmo poderá ser um concreto estrutural se atingir 20 MPa.

REFERÊNCIAS

BERALDO, A. L. Portland Cement Mortar Composite with Partial Sand Replacement by Eggshell Particles. **Scientific Research**, Campinas, Brazil, v. 4, p. 45-53, October 2014. **CHANGE**, São Paulo, p. 9, May 2009.

CARVALHO, B. M. et al. Efeito da adição de cascas de ovos no comportamento mecânico e corrosivo em concreto armado. **Janus**, Lorena, v. 12, Jan-jun 2015.

NUNES FREIRE, ; NILSON FRANÇA DE HOLANDA,. Caracterização de resíduo de casca de ovo visando seu aproveitamento em revestimento cerâmico poroso. **Cerâmica**, São Paulo, v. 52, n. ISSN.

PAZETO ALVARENGA, R.; RAMOS QUEIRÓZ, T. Produção mais Limpa e Aspectos Ambientais na Indústria Sucroalcooleira. **KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE**, São Paulo, p. 9, May 2009.

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O CUSTO LICITADO E O EXECUTADO EM OBRAS PÚBLICAS: um estudo de caso na cidade de Itajubá/MG

Haline Costa dos Santos[1]; **Benedito Giffoni Pinto Junior** [2].

[1] Graduanda do curso de engenharia civil; Centro Universitário de Itajubá – FEPI; halinesantosc@gmail.com
[2] Professor; Centro universitário de Itajubá – FEPI; giffonipjr@gmail.com .

RESUMO

Diante da atual situação econômica brasileira, e a crise enfrentada pelas administrações públicas e privadas, têm-se observado cada vez mais a necessidade de empregar práticas de planejamento e gerenciamento a fim de garantir a correspondência entre o custo idealizado e o real, evitando a solicitação de aditivos de valor e redução de lucros. Como alternativa de reduzir contratempos ou até mesmo maximizar o lucro, é proveitoso aplicar práticas simples, como elaboração da curva ABC que indica os insumos ou serviços que têm mais significância no custo total da obra.
Com o propósito de analisar os fatores que conduzem às possíveis discrepâncias entre o custo planejado e o executado em obras públicas, será realizada a análise comparativa entre planilhas quantitativas e orçamentárias referentes à uma obra de caráter federal realizado na cidade de Itajubá/MG.

Palavras-chave: Obra pública. Planilha orçamentária. Controle de custos. Planilha comparativa

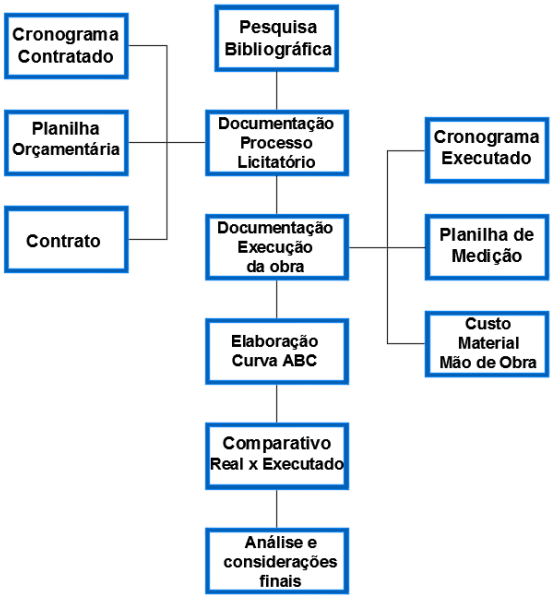
INTRODUÇÃO

O principal objetivo das empresas construtoras é potencializar seu lucro sem comprometer a qualidade das obras executadas. Para alcançar esse objetivo suas ações são norteadas por três pilares: planejamento, fiscalização e racionalização de custos. Tratando-se de obras públicas, atingir essa meta torna-se um desafio, visto que, os recursos governamentais são limitados e os procedimentos para liberação de pagamentos são burocráticos, exigindo além da fiscalização dos órgãos envolvidos, uma equipe técnica responsável pela elaboração de estudos, projetos e processos que se iniciam antes mesmo da licitação até a entrega da obra propriamente dita.
Quando o planejamento não é adequado, as consequências são aturadas pela empresa licitante durante o andamento da construção. Esta, por sua vez deve buscar minimizar custos para que não comprometa seu lucro planejado.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa seguiu em etapas, conforme organograma apresentado abaixo (Figura 1), que expressa de maneira geral o desenvolvimento da pesquisa, ou seja, o planejamento para alcançar os resultados finais.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

Inicialmente foram selecionados os trabalhos dos principais autores que abordam e dissertam sobre o tema. Com a coleção de obras selecionada, tomam-se estas como base da pesquisa, com intuito de conceituar elementos, explicar e exemplificar termos que serão apontados durante o desenvolvimento. Com a pesquisa bibliográfica finalizada, tem-se em mãos todo material que norteará o trabalho.

Então se iniciará a aquisição de toda documentação referente ao processo licitatório e documentação contratada, o que é o caso da planilha orçamentária apresentada pela licitante durante o certame, cronograma de obra e leitura das cláusulas do contrato.

No que diz respeito à documentação da execução da obra, será analisado o cronograma de execução da mesma, será contabilizado o gasto com a equipe de trabalho e materiais, ou seja, custos aplicados diretamente sobre os serviços, além da aquisição de documentos que são aditados durante o progresso da obra. São eles: os registros diários de ocorrências, planilhas de medições e possíveis aditivos de valor ou prazo.

Para auxiliar a interpretação dos resultados, será desenvolvida a curva ABC dos serviços, com auxílio do software Microsoft Office Excel. Curva ABC, significa Atividade Baseada no Custo. É uma técnica que consiste em classificar os insumos ou serviços da obra de acordo com sua influência financeira ao fim da sua execução. (VALENTINI, 2009)

De acordo com Mattos (2006), essa classificação permite ao responsável pelo empreendimento identificar os itens mais relevantes, a fim de atentar-se a eles e melhorar o resultado final da obra. A curva é de fácil entendimento, visto que para verificar esses itens, basta ler o topo da tabela, que dá origem a curva, onde estão locados os insumos ou serviços mais significativos, do ponto de vista econômico. É importante ressaltar que a curva ABC é baseada em custos e não em preços.

Para Valentini (2009), os insumos ou serviços são separados em três grupos:

- Faixa A: insumos ou serviços que correspondem até 50% do custo total.
- Faixa B: insumos ou serviços com percentuais acumulados entre 50% e 80% do custo total.
- Faixa C:todos os demais insumos ou serviços

Com todo material necessário para elaboração do trabalho, será realizado um comparativo entre o custo planejado e o efetivado, buscando possíveis divergências entre eles e suas causas, então os resultados serão retratados a partir da análise item a item.

E por fim, com a análise dos resultados obtidos, busca-se averiguar as principais divergências e falhas que possam prejudicar a obtenção de lucros na execução de obras públicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi aplicada a metodologia sugerida em uma obra pública de caráter federal na cidade de Itajubá-MG. A obra pública em questão foi contratada por R$ 677.000,00, sendo o BDI de 25%, ou seja R$ 135.400,00, na qual o custo líquido era de R$ 541.600,00. O lucro planejado era de 7,32% que equivale a R$ 39.645,12.

Após 2 meses do inicio da obra, houveram alterações na planilha orçamentária contratada, resultando em variações de quantitativos de serviços, além de adição e subtração de itens a serem executados. Tais alterações não comprometeram o valor final da obra, porém o peso de cada atividade variou significativamente (Figura 2), além de todo o cronograma ter sido prejudicado (Figura 3).

Figura 2 – Alterações na planilha orçamentária

Fonte: Elaborado pelo autor

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR CONTRATADO	PESO (CONTRATADO)	VALOR ALTERADO	PESO (ALTERADO)
1	ADMINISTRAÇÃO LOCAL E GERENCIAMENTO DA OBRA	R$ 30.657,00	4,53%	R$ 30.657,00	4,53%
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	R$ 7.262,84	1,07%	R$ 7.315,58	1,08%
3	ALVENARIA DE VEDAÇÃO	R$ 129.153,38	19,08%	R$ 70.235,14	10,37%
4	COBERTURA	R$ 77.897,09	11,51%	R$ 77.897,09	11,51%
5	ESQUADRIAS	R$ 170.285,97	25,15%	R$ 103.143,86	15,24%
6	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R$ 80.308,90	11,86%	R$ 74.645,54	11,03%
7	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R$ 1.534,52	0,23%	R$ 1.920,58	0,28%
8	REVESTIMENTOS	R$ 149.811,09	22,13%	R$ 232.774,91	34,38%
9	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R$ 26.711,71	3,95%	R$ 75.032,80	11,08%
10	LIMPEZA FINAL DA OBRA	R$ 3.377,50	0,50%	R$ 3.377,50	0,50%
TOTAL GERAL		R$ 677.000,00	100,00%	R$ 677.000,00	100,00%

Figura 3 – Cronograma físico-financeiro contratado e executado

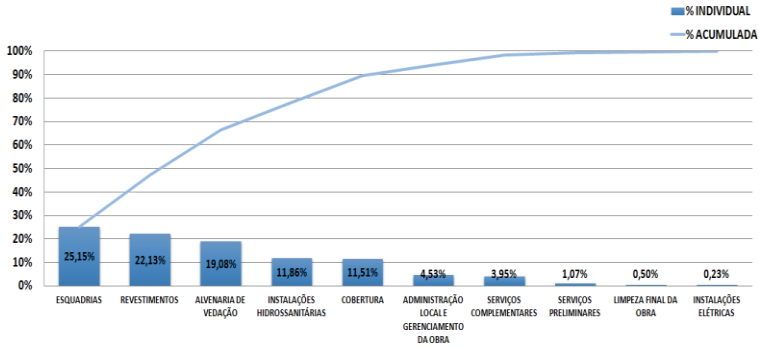
DESCRIÇÃO	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6	
	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	
ADMINISTRAÇÃO LOCAL E GERENCIAMENTO DA OBRA	16,67%	16,66%	16,67%	16,66%	16,67%	16,66%	
	13,46%		15,00%		11,40%	22,39%	37,21%
SERVIÇOS PRELIMINARES	100%						
	68,85%		13,31%		17,84%		0,73%
ALVENARIA DE VEDAÇÃO	40%	60%					
	41,75%		11,03%			1,05%	0,56%
COBERTURA	50%	50%					
	36,06%		63,94%				
ESQUADRIAS			50%	50%			
						35,92%	24,65%
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS			10%	40%	50%		
			4,86%		47,93%	1,12%	38,37%
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS			100%				
						116,81%	6,79%
REVESTIMENTOS			35%	40%	25%		
			18,72%		19,18%	46,47%	70,56%
SERVIÇOS COMPLEMENTARES				40%	30%	30%	
					19,37%	36,97%	221,28%
LIMPEZA FINAL DA OBRA						100%	
							59,19%

Cronograma Contratado
Cronograma Executado

Fonte: Elaborado pelo autor

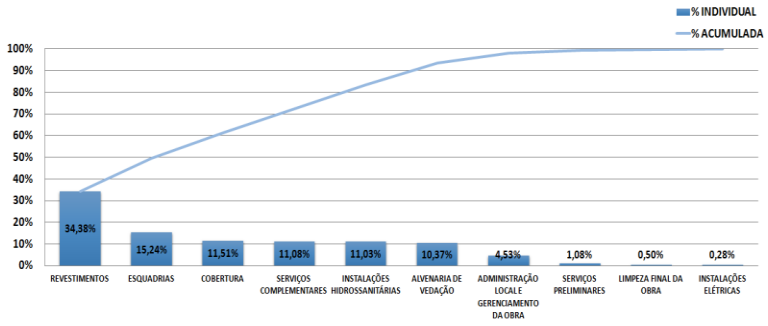
Inicialmente havia sido elaborada a curva ABC de serviços apartir da planilha orçamentária contratada (Figura 4), a fim de considerar aqueles de maior influência no custo final da obra. Porém com a alteração de quantitativos e serviços, a curva foi reelaborada e os resultados são apresentados na Figura 5.

Figura 4 – Curva ABC de serviços contratados



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 5 – Curva ABC de serviços com alterações



Fonte: Elaborado pelo autor

O custo total da obra, somando-se mão de obra e material foi de R$ 572.576,47 (Tabela I) excluso as despesas indiretas. Tendo em vista que o planejado para esses fins era de R$ 541.600,00, houve um desfalque de R$ 30.776,47, custo esse que foi subtraído do lucro previsto, conforme resumo apresentado na Tabela II.

Tabela I – Custo total da obra executada

ITEM	DESCRIÇÃO	EXECUTADA
1	ADMINISTRAÇÃO LOCAL E GERENCIAMENTO DA OBRA	R$ 24.525,60
2	SERVIÇOS PRELIMINARES	R$ 5.900,00
3	ALVENARIA DE VEDAÇÃO	R$ 55.230,00
4	COBERTURA	R$ 72.937,74
5	ESQUADRIAS	R$ 80.914,07
6	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	R$ 64.789,54
7	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	R$ 2.121,78
8	REVESTIMENTOS	R$ 196.324,66
9	SERVIÇOS COMPLEMENTARES	R$ 67.033,08
10	LIMPEZA FINAL DA OBRA	R$ 2.600,00
TOTAL GERAL (SEM BDI)		R$ 572.376,47

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela II – Resumo de custos

Contratado (Sem BDI)	R$ 541.600,00
Executado (Sem BDI)	R$ 572.786,47
Valor Comprometido	R$ 31.186,46
BDI (25%)	R$ 135.400,00
Lucro Planejado (7,32%)	R$ 39.645,12
Lucro Real (1,562%)	R$ 8.458,66

Fonte: Elaborado pelo autor

CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos, é possível concluir que a falta de planejamento, tanto da contratante como da contratada, contribuiu para que o lucro da empresa fosse reduzido consideravelmente.

A má elaboração da planilha orçamentária ocasionou alteração da mesma durante a execução da obra. Houve também incompatibilidade entre preços de materiais apresentados no certame e os preços dos produtos adquiridos. Estes foram os principais fatores que conduziram aos resultados desfavoráveis apresentados. Com a aplicação da curva ABC, pode-se perceber que essa prática simples e de fácil entendimento auxilia a empresa contratada na composição de

custos, visto que têm-se os serviços de maior peso, porém nesse caso a deficiência de planejamento fez com que a prioridade dos serviços fosse alterada.
Busca-se ainda, analisar quais materiais contribuíram negativamente com tais perdas.

REFERÊNCIAS

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 2006

VALENTINI, J. **Metodologia para Elaboração de Orçamentos de Obras Civis**, Belo Horizonte, 2009. 72.