

EDIFICAÇÕES COM PERCOLAÇÃO DE ÁGUA NA ZONA DE ADENSAMENTO ZA-2 EM PATOS DE MINAS - MG

Jéssica Nayara Martins Gonçalves⁽¹⁾, Lorena Cássia Gontijo dos Reis⁽²⁾, Nathalia Tawany Oliveira do Nascimento⁽³⁾, Paula Alves Braga⁽⁴⁾, Rogério Borges Vieira⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
jessicanmg@hotmail.com

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
lorena.tiros09@hotmail.com

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
nathaliatawany.on@gmail.com

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
paulaalvesbrg@gmail.com

⁽⁵⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
rogeriobv@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Segundo Schönardie (2009) a infiltração é a patologia mais comum em edificações, ocasionando uma variedade de problemas que afetam inicialmente a estrutura da obra, além de prejuízos financeiros e principalmente afetando a saúde dos ocupantes.

Argillés apud Silva (2007) acrescenta que uma das mais frequentes manifestações patológicas decorrentes da umidade do terreno nas fachadas, mais especificamente, é o aparecimento de manchas provocadas pela ação dos agentes bióticos. E de acordo com Verçoza (1987), a ausência de impermeabilizantes nas áreas molhadas pode causar os seguintes problemas: goteiras, manchas, mofo, apodrecimento, ferrugem, eflorescências, criptoflorescências, gelividade e deterioração.

Esta pesquisa aborda o tema de percolação de água nas edificações. E tem como objetivo analisar as patologias causadas pela infiltração de água, ocasionadas pela não prevenção e/ou erros de execução, e seu adequado tratamento através da impermeabilização.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A análise das patologias foi feita através dos dados do trabalho “Manifestações Patológicas em fachadas no Município de Patos De Minas – MG”, realizado pelo grupo em questão. Foram 1006 imóveis vistoriados, onde 599 apresentaram algum tipo de manifestação patológica, e desses, 280 apresentaram percolação de água. O estudo foi realizado na Zona de adensamento ZA-2, como foco nas seguintes patologias:

- Formação de eflorescência (P-1): A eflorescência é a formação de depósitos salinos na superfície das alvenarias, concreto ou argamassas, como resultado da sua exposição a água de infiltrações ou intempéries (STORTE, 2012);
- Manchamento do revestimento (P-2): As manchas no revestimento acontecem devido ao crescimento de microrganismos, fungo e bolor, produzindo o mesmo e desagregação devido à produção de ácidos orgânicos que atacam os aglomerantes, este problema é característicos de 14 áreas úmidas, como por exemplo, em banheiros (FRANCO, 2088);
- Infiltração de líquidos (P-3): Este tipo de umidade pode ocorrer ou não com as chuvas, e é através de trincas ou fissuras que a água se infiltra (SOUZA, 2008).

Figura 1 – Exemplos das patologias citadas



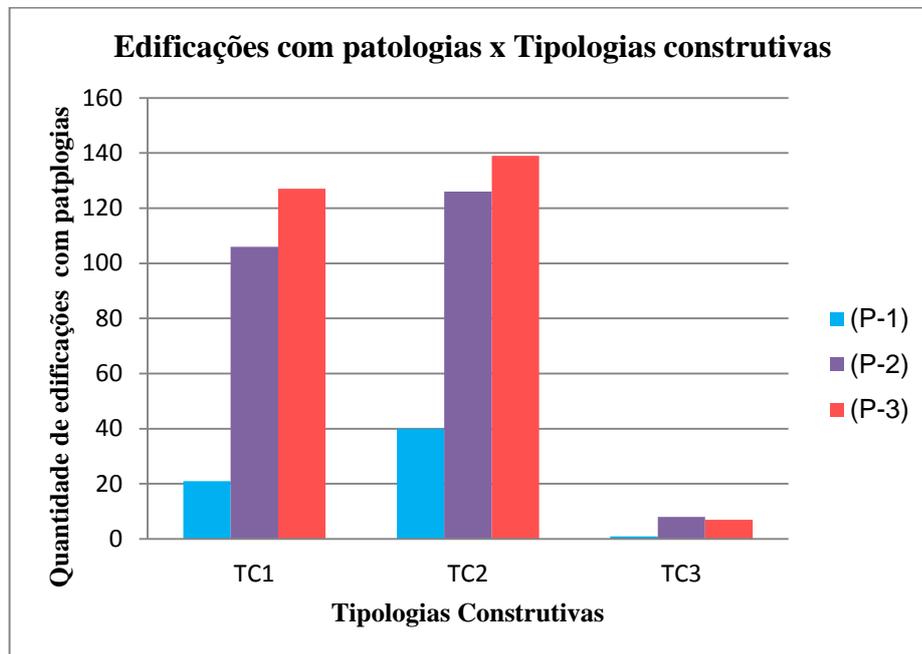
Fonte: Dados coletados pelo grupo, 2016.

Foi feito o cruzamento dos dados das patologias e tipologias construtivas, para analisar melhor os resultados. As tipologias construtivas foram classificadas em: TC1 – Construções do Patrimônio Histórico e Cultural, TC2 - Construções Contemporâneas e TC3 - Construções Institucionais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando o gráfico abaixo, nota-se que a infiltração de líquidos e o manchamento do revestimento ocorrem na maioria dos imóveis. Sabe-se que uma é decorrente da outra, ou seja, se há infiltração, posteriormente haverá o manchamento. A eflorescência não teve dados significativos, mas não deixa de ocorrer. Em relação às tipologias, as construções institucionais apresentaram menos ocorrência de patologias.

Figura 2 – Comparativo das patologias com as tipologias construtivas



Fonte: Dados coletados pelo grupo, 2016.

As patologias descritas acima definem problemas que frequentemente afetam as edificações e, mesmo sendo visíveis, não são tratadas ou não é dada a importância devida. E isso demanda uma maior atenção do Engenheiro Civil responsável, seja com o projeto; com os materiais, e processos construtivos, principalmente, neste caso com adoção de impermeabilizantes onde e quando necessários.

De acordo com Schönardie (2009),

Especificamente em relação à prevenção da infiltração, é de conhecimento dos profissionais da área que tal medida, além de possibilitar uma maior vida útil da obra, impede ou limita o surgimento de desconfortos aos moradores decorrentes desse problema, incluindo-se aí o gasto financeiro. A este respeito, é importante ter consciência que recuperar ou reparar uma obra com problemas de infiltração é bem mais dispendioso do que realizá-la no momento da edificação, portanto estes problemas poderiam ser evitados com simples medidas preventiva.

4. CONCLUSÕES

(i) a infiltração é a patologia mais ocorrente na área estudada.



- (ii) percebe-se que há necessidade de maior esclarecimento por parte dos envolvidos no processo executivo, em relação à importância da prevenção da infiltração e dos benefícios obtidos. Não sendo dispensado a elaboração de um bom projeto de impermeabilização.
- (iii) para elaboração de bons projetos, recomenda-se a NBR 9575, que trata da impermeabilização e também a NBR 15575/2013, que é o guia de desempenho de edificações habitacionais.

REFERÊNCIAS

- SCHÖNARDIE, Clayton Eduardo. **Análise e tratamento das manifestações patológicas por infiltração em edificações**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2009.
- SILVA, Armando Felipe de. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados: estudo de caso em edifícios em Florianópolis**. 2007. 190 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- SOUZA, Marcos Ferreira de. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. 2008. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte – MG, 2008. Disponível em <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Patologias%20Ocasionaladas%20Pela%20Umidade%20Nas.pdf>>. Acesso em 29 de agosto de 2016.
- STORTE, Marcos. **Manifestações Patológicas na Impermeabilização de Estruturas de Concreto em Saneamento** - IBDA – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura fórum da construção. Disponível em <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=20&Cod=703>>. Acesso em 1 de setembro de 2016.
- VERÇOZA, Enio José. **Impermeabilização na construção**. 2 ed. Porto Alegre: Sagra, 1987. 151 p.
- FRANCO. Ana Lúcia Costa. **Revestimentos cerâmicos de fachada: Composição, patologias e técnicas de aplicação**. 2008. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG – Belo Horizonte – MG, 2008. Disponível em <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Ana%20L%20Facia%20Costa%20Franco.pdf>>. Acesso em 2 de setembro de 2016.

A ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CORPOS DE PROVA COMO AGREGADO RECICLADO PARA A PRODUÇÃO DE CONCRETO ECOLÓGICO DE APLICAÇÃO NÃO ESTRUTURAL

Odair Barros Fagundes⁽¹⁾; Warley Eduardo Santiago Silva⁽²⁾, Diego Henrique da Mota⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

1. INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil apresenta grande importância devido a sua capacidade de elevar a taxa de crescimento da economia, além de aumentar significativamente o número de emprego e renda a curto e médio prazo. Esse setor absorve grande contingente de mão de obra com pouca ou sem nenhuma formação, ajudando dessa forma a diminuir significativamente as taxas de desemprego em momentos de crises econômicas. Apesar de sua influência positiva dentro da economia no Brasil, sempre esteve muito ligado a questões relacionadas a perdas e desperdícios, além de ser uma das maiores indústrias produtoras de resíduos sólidos. Diante disso se faz necessária a adoção de medidas alternativas que visem minimizar esses impactos. O desenvolvimento sustentável é um tema cada vez mais discutido, e vem sendo adotado por muitas empresas em seu mercado de atuação frente aos problemas sociais e ambientais que enfrentamos em nosso planeta. Pode-se verificar que a degradação decorrida da ação do homem ao longo do século causou graves consequências à natureza e à sociedade, e hoje estes efeitos decorrentes nos fazem refletir para que algo seja feito para diminuir este problema mundial. Dessa forma algumas empresas optam por tecnologias e processos focados em inovação, sustentabilidade e estratégia para racionalizar o consumo de recursos naturais, gerando menos resíduos, bem como a redução da emissão de poluentes, além de obter ganhos de produtividade e competitividade (NEVILLE,2011).

Nesse contexto, mediante o descarte de corpos de prova de concreto utilizados em experimentos realizados no Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção do Centro Universitário de Patos de Minas, surgiu a necessidade do presente estudo, que tem por objetivo analisar a viabilidade da utilização de agregado reciclado proveniente de corpos de provas já utilizados, na produção de concreto não estrutural.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de julho e agosto de 2016 no Laboratório de Análises Tecnológicas de Materiais de Construção do UNIPAM (Centro Universitário de Patos de Minas), localizado na Avenida Major Gote, nº 808, no bairro Caiçaras da Cidade de Patos de Minas/MG. No experimento foram utilizados os seguintes materiais: copos de prova provenientes de experimentos anteriores, marreta de 1 kg, peneiras de malha de 75 mm e 4,75 mm, balança, cimento CP II, agregado convencional (areia lavada, britas 0 e 1), betoneira, moldes de corpos de prova, Máquina Emic DL20000 para ensaio à compressão.

O agregado reciclado foi obtido por fragmentação manual com golpes de marreta nos corpos de prova de concreto utilizados em experimentos anteriores. Após o processo de transformação dos corpos de prova em partículas menores, foi feito o peneiramento com utilização das peneiras de 75 mm e 4,75 mm e classificação do material em agregado reciclado graúdo e agregado reciclado miúdo, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 7211:2009.

Foi utilizado o traço de concreto (1 : 2,5 : 2 : 0,6), o mesmo é bastante utilizado em obras de residências e também já foi objeto de estudos em outros experimentos no UNIPAM, garantindo uma resistência média de 20 MPa. Os materiais foram pesados e com a betoneira foi confeccionado o concreto convencional, concreto ecológico produzido com substituição total de brita por agregado graúdo reciclado e concreto ecológico com substituição total de areia por agregado miúdo reciclado. Após a produção dos concretos foi feita a moldagem dos novos corpos de prova.

Para cada traço foram produzidos seis corpos de provas que após o processo de cura foram submetidos a testes de compressão simples na máquina de modelo Emic DL20000, sendo que três foram submetidos a ensaio de compressão simples após cura de sete dias e os outros com vinte oito dias de cura. Com isso foi avaliada a viabilidade do uso de resíduo de corpo de prova no estado fresco e endurecido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes de compressão simples após cura do concreto aos 07 e 28 dias são apresentados nas tabelas abaixo:

Tabela 1: Resultados de Compressão do Concreto a 7 dias de Cura

Amostras	RESULTADO DE COMPRESSÃO SIMPLES DO CONCRETO À 7 DIAS (MPa)		
	convencional	c/ agregado graúdo reciclado	c/ agregado miúdo reciclado
1	18	13,9	17,4
2	17,01	14,5	18,1
3	15,84	14,4	15,8
Média	16,95	14,26	17,1

Fonte: Autoria Própria.

Tabela 2: Resultados de Compressão do Concreto a 28 dias de Cura

Amostras	RESULTADO DE COMPRESSÃO SIMPLES DO CONCRETO À 28 DIAS (MPa)		
	convencional	c/ agregado graúdo reciclado	c/ agregado miúdo reciclado
1	22,6	19,3	23,5
2	21,4	16,4	20,7
3	20,1	18,4	21,8
Média	21,36	18,03	22

Fonte: Autoria Própria.

Segundo Leite (2001), o aumento do teor de substituição de agregado miúdo reciclado faz também aumentar a resistência à compressão do concreto, enquanto que o aumento do teor de agregado graúdo reciclado responde de forma contrária. Diante dos resultados obtidos observa-se que o experimento supracitado apresentou semelhanças com os estudos realizados por Leite.

A maior porosidade e a menor resistência dos agregados graúdos reciclados são fatores influenciaram na discreta redução da resistência à compressão. Já o agregado miúdo por



apresentar maior rugosidade, granulometria mais contínua e maior quantidade de finos, o concreto produzido com esse material obteve um discreto aumento em sua resistência à compressão.

4. CONCLUSÕES

- (i) observou –se que foi viável a produção de concreto com a utilização de agregado reciclado graúdo com substituição total à brita;
- (ii) observou – se também que foi viável a produção de concreto com a utilização de agregado reciclado miúdo com substituição total à areia;
- (iii) na pior das hipóteses aos 28 dias de cura, o concreto apresentou resistência média de 18,03 MPa, o que demonstrou sua aplicabilidade, pois a ABNT NBR 8953:2015 estabelece que concreto para fins não estruturais como sendo os de fck abaixo de 20 MPa e acima de 4,5 MPa.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 8953: Concreto para fins estruturais- Classificação por grupos de resistência**. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos: Referências: Elaboração**. Rio de Janeiro, 2007.

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

LAVILLE, Elisabeth. **A empresa verde**. 2.ed. São Paulo: Õte, 2009. 241-245 p.

LEITE, Mônica Batista. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

LEVY, S. M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos produzidos com resíduos de concreto e alvenaria**. 2001. 199 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. Tradução de Salvador E. Giammusso. 2. ed. São Paulo: PINI, 1997. 828 p.

SILVEIRA, Maria do Carmo A. da Cunha. **Responsabilidade Social Empresarial e a Sustentabilidade - Tecendo Relações Sociais**. São Paulo: Editora Annablume, 2011.





A PROBLEMATIZAÇÃO DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM MEIO URBANO E A SOLUÇÃO POR MEIO DA IMPLANTAÇÃO DE PAISAGENS MULTIFUNCIONAIS

Ana Luiza Rocha de Souza ⁽¹⁾; Matheus Galvão Cardoso ⁽²⁾, Abel da Silva Cruvinel ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
analuiza_souz@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
matheus-ssdo@hotmail.com.

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
abelsc@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a mudança nos padrões de consumo alteraram o cenário e a realidade mundial. Como consequência disso, surgiram uma série de benefícios como desenvolvimento, avanços e descobertas, mas apareceram problemas relacionados diretamente com a gestão de recursos naturais e degradação ambiental. Dentre tais problemas ocasionados, os que são associados a recursos hídricos tem destaque, uma vez que a água além de ser indispensável para a vida, vários problemas relacionados com as águas pluviais, são responsáveis por grandes perdas materiais e humanas (REZENDE, 2010). Segundo Nascimento (2011), as enchentes nas áreas urbanas tornaram-se um problema crônico e que vem se agravando ao longo dos anos, principalmente pela falta de planejamento apropriado dos sistemas de drenagem, associados à inadequação de projetos de engenharia à realidade e necessidade das cidades brasileiras.

Para Rezende (2010), um conceito capaz de atuar juntamente com as outras medidas, evitando que mais água seja descarregada no sistema de drenagem, é a paisagem multifuncional. A implantação deste artifício é capaz de promover uma integração entre um projeto urbanístico e um projeto de engenharia, muitas vezes revitalizando um ambiente antes considerado degradado dando a possibilidade de um novo uso para determinado local e tudo isso contribuindo para benefício da população e de todo o meio ambiente.

Já que o uso da paisagem multifuncional é extremamente benéfica quando inserida no ambiente de uma cidade, foi desenvolvido esse trabalho com o objetivo de analisar a paisagem urbana e sua influência no *runoff* da micro bacia do córrego Canavial, a fim de identificar e elencar suas principais falhas e os transtornos urbanos causados pelas enchentes,



tendo como fulcro a melhoria na redução e retenção das águas nos solos urbanos desta bacia, adotando para tal, o conceito de paisagem multifuncional, seguindo sempre a regulamentação de uso e ocupação do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

De início foi feita a delimitação da bacia do córrego do Canavial a fim de conhecê-la melhor, bem como sua influência na drenagem urbana e sua contribuição para enchentes que ocorrem na cidade de Patos de Minas.

Como o conceito de paisagem urbana abre espaço para estudos e intervenções na arquitetura e urbanismo, engenharia e meio ambiente, foi tomado como base o Plano Diretor vigente na cidade para saber sobre as taxas e exigências referentes ao uso e ocupação do solo e taxa de permeabilidade necessária para cada zoneamento e se estas são respeitadas e cumpridas, para saber do real impacto do uso e ocupação do solo em tempos de constante desenvolvimento e urbanização na ocorrência de enchentes nos pontos críticos da cidade.

Foi realizado um levantamento para identificar o uso das edificações bem como se a taxa de permeabilidade é respeitada nelas. Verificou-se a existência também de locais não urbanizados e de terrenos livres.

Por fim, após a análise detalhada do setor urbano da bacia em estudo será proposto um modelo de paisagem multifuncional integrado à um espaço público, a fim de reter as águas das chuvas para diminuição do *runoff* quando necessário, de forma que esta medida seja também capaz de proporcionar um ambiente de lazer e descanso para a população do seu entorno.

Figura 1- Modelo de paisagem multifuncional

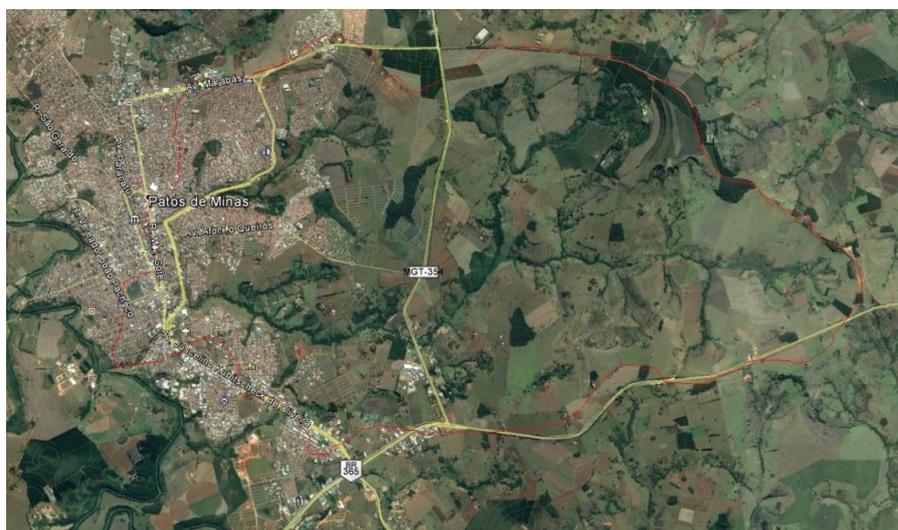


Fonte: Aquafluxus, 2011.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a delimitação da bacia em estudo foi possível perceber que ela ocupa uma área extensa e por isso abrange partes da cidade com características diversas, desde áreas centrais com fins comerciais, até áreas de uso residencial comum, além de conter áreas pouco urbanizadas. Ainda com análise à bacia, é notória a rápida modificação da área urbana devido ao crescimento da cidade nos últimos anos. Como consequências inegáveis se tem alteração no caminho natural da água em seu ciclo hidrológico e aumento do volume de escoamento.

Figura 2 - Bacia em estudo



Fonte: Dos autores, 2016.

Com base no Plano Diretor da cidade é possível ter acesso a um dos principais parâmetros a respeito de edificações e suas respectivas localizações dentro de zonas de adensamento. Um deles é a taxa de permeabilidade que significa a relação percentual entre a parte permeável (que permita infiltração de água no solo, livre de qualquer edificação) e a área do lote.

Figura 3 - Índices de acordo com o Plano Diretor da cidade de Patos de Minas

CATEGORIAS DE MACROZONAS	ÁREA MÍNIMA DO LOTE (m ²)	TAXA DE CUPAÇÃO MÁXIMA (%)	COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO MÁXIMO	TAXA DE PERMEABILIDADE MÍNIMA (%)	ALTURA MÁXIMA DE PAVIMENTOS (largura da via x)
Macrozona de Adensamento Preferencial	360	70	3,5	10	3,0
Macrozona de Adensamento	200	70	2,0	20	1,5

Fonte: Prefeitura Municipal de Patos de Minas, 2016.

Com visitas a locais pertencentes à essa bacia de zonas de adensamento diferentes, foi comum a percepção de um problema antigo que ainda perdura: a taxa de permeabilidade mínima raramente é respeitada e sua importância é ignorada pela maioria da população. Consequência direta é vista todos os anos nos períodos chuvosos, onde pontos da cidade como por exemplo, trechos da Avenida Fátima Porto, onde se localiza um canal à céu aberto ficam alagados.

Figura 4 - Local alagado próximo a Avenida Fátima Porto



Fonte: Patos 1, 2016.

O uso de áreas públicas para implantação de paisagens multifuncionais nesta bacia seria capaz de reter grande parte da água da chuva pelo menos por um intervalo de tempo diminuindo



assim o *run off*, além de valorizar os imóveis próximos, promover maior conforto e segurança da população adjacente além de ser um opção de lazer e descanso.

4. CONCLUSÕES

- (i) as edificações em geral da cidade não respeitam a taxa de permeabilidade de acordo com seu respectivo zoneamento, gerando uma drástica de locais para infiltração da água da chuva;
- (iii) a população deve se conscientizar sobre a importância de se respeitar a taxa de permeabilidade;
- (iiii) a implantação de paisagens multifuncionais contribui para redução significativa do *run off*.

REFERÊNCIAS

REZENDE, O.M. **Manejo de Águas Pluviais**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010. 104 p. Disponível em <http://www.peu.poli.ufrj.br/arquivos/Monografias/Osvaldo_Moura_Rezende.pdf> .Acesso em: 09 de fev. 2016.

SOUZA,M,M. **Paisagens Multifuncionais**. Portal Aquafluxus, 2011. Disponível em: <<http://www.aquafluxus.com.br/paisagens-multifuncionais/>> Acesso em: 19 jan. 2016.

NASCIMENTO,S,A,J. **Manejo de águas pluviais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.32 p. Disponível em <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap10.pdf> Acesso em:16 jan. 2016.

SOUZA,M,M. **Paisagens Multifuncionais**. Portal Aquafluxus, 2011. Disponível em <<http://www.aquafluxus.com.br/paisagens-multifuncionais/>> Acesso em: 20 jan. 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PATOS DE MINAS. Plano Diretor. Patos de Minas: Prefeitura,2016. Disponível em< <http://www.patosdeminas.mg.gov.br/planodiretor/Leic271.pdf> > Acesso em 25 jan. 2016

Portal Patos 1. Temporal em Patos de Minas. Disponível em<<http://www.patos1.com.br/noticias/?n=NbIGp0z1eT> > Acesso em: 30 jan. 2016

ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DA CINZA GERADA A PARTIR DO PROCESSO DE QUEIMA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR NA PRODUÇÃO DE CONCRETO

André Fontebassi Amorim Silva⁽¹⁾, Jéssica da Silva Coelho⁽²⁾, Jéssica Laila Rodrigues de Sousa⁽³⁾; Sheilla Pereira Vieira⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
andrefontebassi@hotmail.com.

⁽²⁾Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
jessica_coelho@outlook.com.br

⁽³⁾Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
jessika.laila@hotmail.com

⁽⁴⁾Professora do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
shellapv@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Cordeiro (2005), durante a extração do caldo da cana-de-açúcar é gerada grande quantidade de bagaço (aproximadamente 30% da cana moída). Cerca de 95% de todo o bagaço produzido no Brasil é queimado em caldeiras para geração de vapor, gerando como resíduo, a cinza de bagaço, cuja disposição não obedece, na maior parte dos casos, a práticas propícias, podendo se configurar em sério problema ambiental.

A partir dessas atividades agroindustriais, Oliveira (2004) cita que as cinzas geradas apresentam altas porcentagens de sílica e de outros óxidos, podendo ser utilizadas como pozolanas, possuindo capacidade de reagir com o hidróxido de cálcio liberado durante a hidratação do cimento, formando compostos estáveis de poder aglomerante, tais como os silicatos e aluminatos de cálcio hidratados.

Lima (2009) ressalta que as cinzas que não possuem reatividade podem ser usadas como material de carga inerte, em substituição aos agregados finos em matrizes cimenteadas. Com a crescente elevação do custo da areia natural, a transformação desses resíduos em produtos para a indústria do concreto pode reduzir despesas e mitigar o impacto ambiental relativo à disposição e à extração de matérias primas, bem como na geração de alternativa para o descarte deste subproduto dentro das indústrias sucroalcooleira.

Diante disso, viu-se a necessidade em medir a resistência mecânica do concreto havendo substituição do agregado miúdo em porcentagens determinadas de 10%, 15%, 20% e

25%, pela cinza advinda do processo de queima do bagaço da cana de açúcar, para então determinar se tal concreto corresponderia à resistência mecânica desejada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia dos Materiais do Centro Universitário de Patos de Minas, no dia 21 de agosto de 2016, onde inicialmente foi realizado o tratamento da cinza de bagaço de cana-de-açúcar bruta vinda da empresa WD Agroindustrial. O processo de tratamento utilizado na cinza bruta foi o de peneiramento, utilizando a peneira de diâmetro 0,3 mm e em seguida foi conservada em local seco durante um dia.

Em seguida foi feita a dosagem do concreto. Foram produzidos cinco tipos de concreto, todos utilizando o seguinte traço: 1:2,32:2,37:0,59 (cimento:areia:brita:água) calculado para se obter resistência de 20MPa. Os tipos de concreto foram diferenciados pelo teor de agregado miúdo substituído por cinza. Esses teores foram de 0%, 10%, 15%, 20% e 25%.

A quantidade de material utilizado em cada mistura de concreto está disposta na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Quantidades de materiais utilizados

Tipo de Concreto	Cimento	Areia	Cinza	Brita	Água (ml)
	(kg)	Grossa (kg)	(kg)	0 (kg)	
0% cinza	2,925	6,786	0	6,932	1725
10% cinza	2,925	6,107	0,678	6,932	1725
15% cinza	2,925	5,768	1,018	6,932	1725
20% cinza	2,925	5,429	1,357	6,932	1725
25% cinza	2,925	5,090	1,696	6,932	1725

Fonte: Dados do trabalho

Após a dosagem, ocorreu a mistura do concreto e os corpos de prova foram moldados em forma cilíndrica, seguindo a ABNT NBR 5738/2015, onde foram aplicados 25 golpes em cada camada de concreto, totalizando 3 camadas. Posteriormente os corpos de prova ficaram

cerca de 24h no molde até serem desmoldados para então concretizar o período de cura do concreto. Foi adotado um período para rompimento dos corpos de prova de sete e 28 dias após a moldagem.

Ao serem desmoldados os corpos de prova foram então rompidos quanto a resistência à compressão seguindo a ABNT NBR 5739:2007 para que os resultados pudessem ser analisados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o ensaio de compressão do concreto aos sete e vinte e oito dias encontram-se dispostos na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Resistência à Compressão

Amostra	Resistência à Compressão	Resistência à Compressão
	aos 7 dias (MPa)	aos 28 dias (MPa)
Convencional 0% de Cinza	28,20	26,50
Substituição em 10% de Cinza	23,70	28,10
Substituição em 15% de Cinza	17,10	22,80
Substituição em 20% de Cinza	14,60	23,20
Substituição em 25% de Cinza	13,50	17,70

Fonte: Dados do trabalho

Visto que a resistência calculada para o concreto em questão foi de 20 MPa, pode-se perceber que a amostra com teor de cinza superior a 25% não alcançou a resistência calculada e por isso não é aconselhado a substituição da cinza além desse teor. Foi observado também que esse tipo de material necessita de um maior período de cura para alcançar a resistência desejada.

Além disso, foi observado que quanto maior foi o teor de cinza adicionado, menor foi a trabalhabilidade do concreto. Pode-se perceber então que a cinza possui alto poder de retenção de água, visto que a amostra com maior teor de cinza apresentou uma aparência bastante seca e com formação de pequenos aglomerados de concreto. Devido a isso se percebe



que a adição de cinza em porcentagens superiores a 25% gera grande perda de trabalhabilidade no concreto, proporcionando porosidade e perda na resistência mecânica além do aceitável e por isso não é aconselhável o uso desse agregado a partir do valor percentual citado.

4. CONCLUSÕES

(i) A substituição de porcentagem de agregado miúdo por cinza de bagaço de cana diminui a resistência do concreto, mas alcança valores aceitáveis com seu uso em teor de até 20%.

(ii) A substituição de agregado miúdo no concreto por cinza de bagaço de cana diminui a trabalhabilidade deste.

(iii) O concreto produzido com substituição de porcentagem do agregado miúdo por cinza de bagaço de cana sofreu uma elevação mais significativa com a evolução da idade.

(iv) A resistência do concreto com substituição de porcentagem de agregado miúdo por cinza de bagaço de cana pode ser majorada caso se encontre solução para a porosidade do concreto e perda de trabalhabilidade.

5. REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5738/2015 – **Concreto – Procedimentos para moldagem e cura de corpos de prova.** 6p

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5739/2007– **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.** 13p

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 6118/2014– **Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento.** 225p

CORDEIRO, G. C. **Utilização de cinzas ultrafinas do bagaço de cana-de-açúcar e da casca de arroz como aditivos minerais em concreto.** Tese de Doutorado. COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

LIMA, S. A. **Análise de Argamassas Confeccionadas Com a Cinza do Bagaço da Cana-de-Açúcar em Substituição ao Agregado Miúdo.** Revista Tecnológica, v. 18, p. 87-97, 2009.

OLIVEIRA, M. P. **Conferência Brasileira de Materiais e Tecnologias Não-Convencionais: Habitação e infraestrutura de interesse social Brasil – NOCMAT 2004.** Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.





ANÁLISE DO MÉTODO AHP APLICADO À DECISÃO MULTICRITÉRIO DE PARÂMETROS RELACIONADOS À CONSTRUÇÃO DO TRECHO DA BR-365 ENTRE PATOS DE MINAS-MG E PATROCÍNIO-MG.

Paula Gabrielle Campos⁽¹⁾; **Willian Geraldo da Silva**⁽²⁾, **Willian Menezes Flores**⁽³⁾, **Abel da Silva Cruvinel**⁽⁴⁾, **Gustavo Rodrigues Barbosa**⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

paula147campos@gmail.com

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

williang18@hotmail.com

⁽³⁾ Engenheiro Sanitarista e Ambiental - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

wmenezes@dendrus.com.br

⁽⁴⁾ Professor do Curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

abelsc@unipam.edu.br

⁽⁵⁾ Professor do Curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

gustavorb@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, a busca por rotas sólidas com maior facilidade para uma circulação mais rápida e segura, tem se tornado fundamental para o transporte de cargas e de passageiros. A partir dos séculos XVII e XVIII, a expansão do transporte humano e de mercadorias por carruagens deu origem ao novo surto de melhoramento das estradas, resultando em diversos programas rodoviários (SANTIAGO, 2014).

As estradas funcionam como vias de escoamento do sistema rodoviário como um todo, sendo de fundamental importância para o acesso a diversos serviços que contribuem para o desenvolvimento e economia do país, necessitando de pavimentação qualificada ou na maioria das vezes uma recuperação e manutenção dessas vias.

Para que este desenvolvimento e economia sejam sustentáveis, é necessário que alguns aspectos, quantitativos e qualitativos, sejam avaliados, uma vez que a escassez de recursos principalmente nos países em desenvolvimento é uma realidade, e com isso, não é possível atender a todas as necessidades de pavimentação (NOGUEIRA, 2002).

Sendo assim, a utilização do método *Analytic hierarchy Process* (AHP), tem sido muito utilizado para definir prioridades em processos decisórios, visto que é apresenta uma metodologia multicritério de apoio à decisão, que quando relacionado ao Geoprocessamento, se apresenta como fundamental ferramenta para localização das interferências, e contribuição

na disponibilização de informações físicas, bióticas e antrópicas que ajudem no processo de zoneamento (SILVA, 2013).

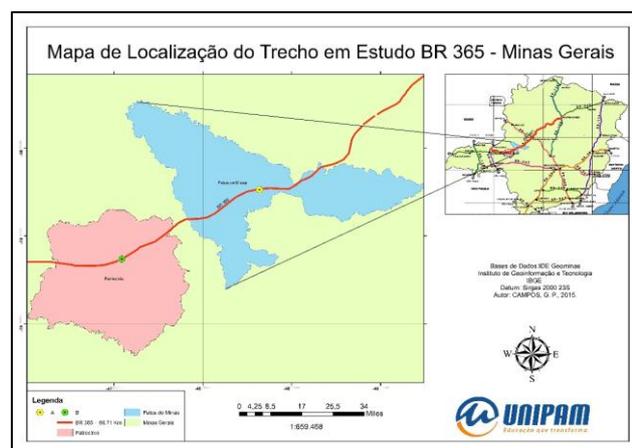
Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo o apoio à incorporação de critérios quantitativos e qualitativos para modelo de tomada decisão através do método AHP (*Analytic Hierarchy Process*), auxiliando o decisor na análise e sistematização de informações, na busca por locais suscetíveis a localização de uma estrada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Patos de Minas, localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, no laboratório de Geoprocessamento localizado no Centro Universitário de Patos de Minas, onde com a utilização de ferramentas e softwares, foi obtido por meio de conhecimento do local, dados da locação da rodovia com maior influência.

O estudo em questão teve como área de estudo a BR-365, sendo uma importante rodovia diagonal federal brasileira que liga as regiões Nordeste- Centro Oeste. Delimitando a BR-365, o trecho correspondente a aplicação da metodologia localiza-se entre os municípios de Patos de Minas – MG e Patrocínio – MG, sendo seu comprimento corresponde a 66,71 Km de extensão.

Figura 1 - Localização do Trecho em Estudo BR 365 – Minas Gerais



Fonte: IDE Geominas, IBGE 2014.

A elaboração de todos os mapas e base de dados utilizados para a realização do estudo foram realizados através do processamento de dados com o auxílio do software chamado ArcGIS, versão 10.3 disponibilizado pela ESRI assim como todas as extensões disponíveis no

laboratório de geoprocessamento, sendo que o programa dispõe de uma série de recursos, dos quais foram utilizados para a confecção da base de dados (mapas).

Após a geração dos fatores, foi aplicada a comparação par a par entre os mesmos, onde a partir dos valores de importância, foram obtidos a partir do método AHP (Processo Hierárquico Analítico), proposto por Saaty (1980), tabelas que contribuiriam para o resultado final.

Após o término dos mapas temáticos, foi iniciado o processo de análise através do método AHP, a qual foi gerado um tipo de peso próprio para cada tipo de Mapa Temático, os quais foram exportados para o software ArcGIS, e em seguida recalculados através da ferramenta *Raster Calculator*.

Com o auxílio do Excel versão 2010, duas tabelas foram criadas seguindo os parâmetros de importância mútua. Sendo a primeira, com a colocação dos fatores, seguindo a ordem: “Igualmente importante” (1), para “Extremamente mais importante que” (9) e a segunda coluna, gerada com o apoio da primeira, consistiu em nos valores finais de pesos a serem utilizados por mapa temático.

Por fim, uma coluna chamada PESO Fuzzy, pôde ser acrescentada na tabela, cujo objetivo foi estipular os pesos que foram utilizados para definir o Mapeamento final.

Tabela 1 - Soma dos Valores de Importância Mútua

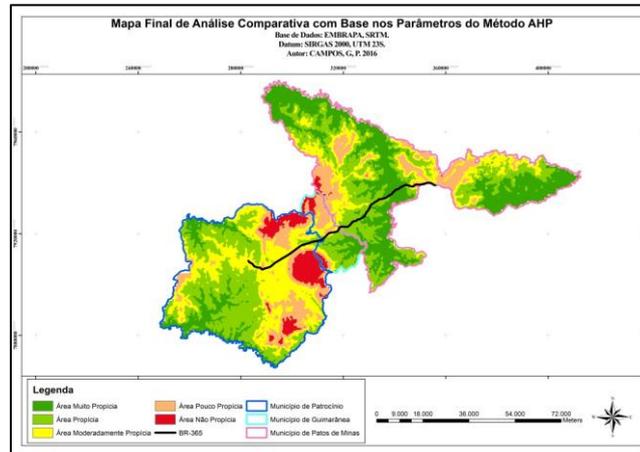
FATORES	Hidrografia	Hipsométrico	Uso e Ocupação	Erodibilidade	Declividade	PESO Fuzzy
Hidrografia	0,04	0,02	0,02	0,03	0,06	=SOMA(B12:F12)/5
Hipsométrico	0,12	0,06	0,03	0,04	0,08	0,0678
Uso e Ocupação	0,20	0,18	0,10	0,07	0,11	0,1344
Erodibilidade	0,28	0,31	0,31	0,21	0,19	0,2602
Declividade	0,36	0,43	0,52	0,64	0,56	0,5028
TOTAL						1,0000

Fonte: Autores, 2014.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os resultados calculados através do software Excel, os pesos estipulados foram exportados para o software ArcGIS, onde foi utilizado a ferramenta *Raster Calculator*, para a realização da álgebra do mapa final.

Figura 2 – Imagem do Mapa final



Fonte: Autores, 2014.

Visto que foi possível extrair todas as informações necessárias para a conclusão do trabalho proposto, com base na tabela final gerada, após a aplicação de uma análise comparativa, as áreas encontradas foram classificadas em uma escala de 1 a 5, seguindo parâmetros de áreas propícias ou não à construção de estradas.

Dessa forma, confirmou-se que o resultado foi totalmente conclusivo, uma vez que o trecho da BR-365 em estudo, passa em sua grande extensão em uma área moderadamente propícia (33,44 KM), e em sua minoria (0 KM), em uma área não propícia. Tornando possível e eficaz, a utilização do método AHP, aplicado a decisão multicritério relacionado com parâmetros de construção de uma estrada já pavimentada.

Tabela 2 - Cálculo de Porcentagem

TRECHO	Perímetro por trecho	Porcentagem de área	Perímetro Total
Área Muito Propícia	13,06 Km	15.02 %	86,96 Km
Área Propícia	30,91 Km	35.55 %	
Área Moderadamente Propícia	33,44 Km	38.45 %	
Área Pouco Propícia	9,54 Km	10.97 %	
Área Não Propícia	0 Km	0.00%	

Fonte: Autores, 2014.

4. CONCLUSÕES

- (i) a área da BR-365 em estudo se apresentou em sua grande maioria em uma região moderadamente propícia a locação de uma estrada;



(ii) o resultado se mostrou conclusivo visto que apesar de a área não possuir sua totalidade em uma região totalmente propícia, ela se mostrou com comprimento igual à 0 KM, nas áreas não propícias;

(iii) o método se mostrou muito eficaz, visto que ao agruparmos uma quantidade x de informações obtivemos um resultado conclusivo, visto que quanto mais informações utilizadas, mais o resultado se aproxima ao resultado real.

REFERÊNCIAS

NOGUEIRA, W. C. **A Metodologia Multicritério de Apoio à decisão Analytic Hierarchy Process (AHP): Um estudo de Caso Na Priorização de Traçado de Pavimentação de uma Estrada.** Dissertação apresentada à Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção, Christiane Wenck Nogueira, Florianópolis, 2002.

SANTIAGO, E. **História das estradas**, 2014 Infoescola Navegando e Aprendendo. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/curiosidades/historia-das-estradas> >. Acesso em: 2 de março de 2015.

SILVA, C. F. **A Especialização em pavimentação e restauração rodoviária.** Universidade FUMEC, Trabalho de Conclusão de Curso : Elaboração de Projeto de Pavimentação, Belo Horizonte, 2013.

PRODUÇÃO DE UMA MÁQUINA DE MOLDAGEM DE CORPOS DE PROVA

Juliana Aparecida Sousa⁽¹⁾; Luis Fernando Silva⁽²⁾, Márcio Fernando Oliveira⁽³⁾, Marcus Vinícius Pereira da Purificação Filho⁽⁴⁾; Patrícia Ribeiro de Lima⁽⁵⁾; Andrea de Freitas Avelar⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
julianaaparecida052@gmail.com

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
luisfernando664@hotmail.com

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
marcio_oliveiraf@hotmail.com

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
marcus_s_g@hotmail.com

⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
patricia_lagoa@hotmail.com

⁽⁶⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
andreafa@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

O concreto é um importante material usado nas diversas construções pelo mundo, com cerca de 90% de dominação do mercado devido a sua versatilidade, durabilidade, economicidade e por possuir alta resistência à água. Porém, ao se adicionar o aço ao concreto, sua resistência à tração é elevada, comparado ao concreto puro. Esta propriedade permite com que o concreto possa assumir formas e contornos variados e ser aplicado em diferentes edificações (FALCETTA, 2009).

Com o intuito de aumentar a capacidade de resistência do concreto adicionam-se comumente aglomerantes ao mesmo. Estes aglomerantes podem ser agregados graúdos (brita com diâmetros maiores 4,8 mm), agregados miúdos (comumente areia) e água. Além destes, pode-se adicionar aditivos tais como, plastificantes, retardadores, aceleradores de pega etc. e ainda adições, como, escória, pozolana e filer. Esse composto adquire resistência final, medida em MPa's, após 28 dias de cura úmida, através do ensaio de compressão e tração diametral (NAKAMURA, 2009).

Para verificação da resistência adquirida, corpos de prova cilíndricos são moldados e após o tempo de cura, esses são submetidos ao ensaio de compressão. A partir dos resultados, pode-se analisar e comparar os valores previstos no traço e nos ensaios. No entanto, de acordo com a norma NBR5738, sabe-se que os corpos de prova devem possuir formas pré-determinadas (cilíndrico ou prismático) em função do número padronizado de camadas e golpes a serem aplicados, da forma de adensamento (manual ou mecânico).

O controle destes parâmetros é fundamental para que não ocorra variações na resistência à compressão calculada no projeto com a resistência real do concreto. Diante da importância da moldagem correta dos corpos de prova para redução dos possíveis desvios referentes aos resultados de resistência, neste trabalho desenvolveu-se um projeto, de acordo com a norma regulamentadora, a NBR5738, de um equipamento para adensamento programado do concreto. O desenvolvimento deste projeto visa facilitar este procedimento tanto para construções quanto para os laboratórios e ainda assegurar a qualidade do concreto utilizado nas edificações tanto para as concreteiras como para os construtores.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho consistiu em uma pesquisa de campo, através de formulários distribuídos a profissionais da área, com o objetivo de verificar as necessidades da construção civil e a busca de uma possível solução a partir dos dados coletados.

Para a melhor execução do trabalho, esse foi dividido em várias etapas:

- Pesquisa de campo para encontrar reais necessidades de melhoria na construção civil;
- Montagem e validação do Canvas.
- Correções do Canvas;
- Apresentação do plano de negócios em forma de PIT;
- Validação do produto;
- Apresentação na MUI TEC – Mostra Universitária de Inovação Tecnológica na

Construção Civil.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de uma pesquisa de campo buscou-se as principais necessidades presentes no dia-a-dia da construção civil. Segundo os resultados obtidos, pôde-se constatar frequentes erros durante a moldagem dos corpos de prova, responsáveis por grandes prejuízos tanto para a concreteira como para o construtor. Primeiramente, para solução deste problema, um plano de negócios em forma de Canvas Business Model de um equipamento para moldagem automática de corpos de prova foi elaborado.

Neste modelo foram apresentados os parceiros envolvidos, o segmento de clientes em foco, as fontes de receita, os canais de relacionamento e a proposta de valor. Após a elaboração do Canvas, os clientes responderam um questionário para efetivar a validação do

produto. A partir dos resultados, algumas informações sobre a aceitação do produto no mercado foram obtidas, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1- Aceitação do produto no mercado



Fonte: dos autores

A partir da análise dos dados foi identificado que 90% das empresas visitadas e questionadas têm ou já tiveram problemas com a moldagem de CP's. Em muitos dos casos os funcionários não estavam cumprindo a norma no momento da moldagem, e por isso, do total cerca de 80%, das empresas indagadas, se aderiam ao produto. Com base nos resultados foi elaborado um PIT e assim corrigido o Canvas, conforme as observações dos clientes, sendo uma das principais o de adensar de vários CP's ao mesmo tempo. A apresentação do PIT consagra aceitação do produto e inicia a fase levantamento de custos e prototipagem. Para certificação da eficiência do produto além da prototipagem seriam necessários investimentos para melhoria nas tecnologias empregadas, melhorias no design e no seu desempenho.

4. CONCLUSÃO



- (i) O produto consiste em uma solução viável e segura para melhores resultados na moldagem dos corpos de prova.
- (ii) O fácil manuseio e padronização do processo surgem como características principais aliados à segurança.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, NBR 5738 – Concreto procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Disponível em: <file:///C:/Users/Marcio.Fernando/Downloads/NBR_5738_-_Moldagem_e_cura_de_corpos-deprova_cilindricos_ou_prismaticos_de_concreto.pdf> acessado em 18 de maio de 2016.

Centro Universitário de Patos de Minas. Pró-Reitoria de Ensino Pesquisa e Extensão. **Manual para Normalização de Trabalhos Acadêmicos** / Centro Universitário de Patos de Minas. Pró-Reitoria de Ensino, Pesquisa e Extensão. 4. ed. rev. ampl. Patos de Minas: UNIPAM, 2011. 48 p.

FALCETTA, Filipe Antônio Marques. O Uso do concreto na Construção Civil. Disponível em: <http://www.falcetta.eng.br/_resumos/eng5.pdf> acessado em 18 de maio de 2016.

NAKAMURA, Juliana. Aditivos e adições. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/150/artigo286634-1.aspx>> acessado em 18 de maio de 2016.



COMPARATIVO TEÓRICO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO EM LIGHT STEEL FRAMING E O SISTEMA CONSTRUTIVO EM ALVENARIA CONVENCIONAL

Washington Duarte Teixeira⁽¹⁾; **Paula Gabrielle Campos**⁽²⁾; **Geovana Bomtempo Morais**⁽³⁾; **Rodrigo Mendes de Oliveira**⁽⁴⁾; **Lucas Fernando De Sales Gonçalves**⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

⁽²⁾ Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
paula147campos@gmail.com

⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
geovanabomtempo@outlook.com

⁽⁴⁾ Professor do Curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
rodrigomo@unipam.edu.br

⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM

1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande crescimento no ramo da habitação e a intensa busca por novas tecnologias, é muito comum, grandes empresas e construtores, tanto nacionais quanto internacionais, buscarem cada vez mais novas tecnologias, procurando conciliar rapidez, durabilidade, bom acabamento e menores custos a Construção Civil.

Dessa forma, através da comparação e apresentação de um panorama sobre dois sistemas construtivos, sendo eles sistema construtivo em alvenaria convencional, bastante difundido em todo o Brasil e que é formado por pilares, vigas, lajes de concreto e com vedação com blocos cerâmicos, e sistema construtivo, em *Light Steel Framing*, que aos poucos se insere no cenário brasileiro e consiste em uma construção industrializada utilizando perfis de aço ligados entre si (Freitas, 2006).

O trabalho teve como objetivo, apresentar um panorama sobre a construção em *Light Steel Framing* e a construção convencional, comparando e caracterizando, além da viabilidade econômica, a viabilidade técnica, evidenciando métodos e detalhando os elementos ao longo de uma construção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O “*Steel Framing*” pode ser definido como um processo pelo qual um “esqueleto” estrutural em aço é composto por diversos elementos individuais ligados entre si, que passam a funcionar como um conjunto resistente às cargas solicitadas na edificação dando forma à

mesma, enquanto a alvenaria é o sistema construtivo de paredes e muros, ou obras semelhantes, executadas com pedras naturais, tijolos ou blocos unidos entre si com ou sem argamassa de ligação, em fiadas horizontais ou em camadas parecidas, que se repetem sobrepondo-se sobre as outras, formando um conjunto rígido e coeso (MARTINS,2009). Com base em análises comparativas, foi realizado o estudo, resultando em uma série de comparações às quais foram utilizadas como métodos para obtenção do resultado final.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizando uma comparação teórica, obtivemos resultados em várias áreas de comparação sendo elas:

- Resistência Estrutural;

Tanto no sistema LSF quanto no sistema convencional, o aço é o principal material utilizado, garantindo resistência estrutural para a edificação. No sistema convencional, a fim de se conseguir esta resistência e estabilidade, o aço é utilizado principalmente em vergalhões inseridos nas cintas de amarração, vergas e contravergas, no intuito de uniformizar e distribuir as forças. Já no sistema LSF, toda a estrutura é constituída de aço ligados entre si, garantindo assim maior resistência e estabilidade.

- Isolamento Térmico e Acústico;

Um isolamento térmico e acústico é de fundamental importância para se conseguir um bom nível de conforto dentro de uma edificação. No sistema LSF, a lã de vidro e a lã de rocha são dois materiais amplamente utilizados no interior dos painéis, onde funcionam como uma barreira isolante térmica. Quanto à capacidade de isolamento acústico, o LSF depende além da lã mineral, do tipo de revestimento e sua espessura para amortecer o máximo de sons transmitidos através deles. Já no sistema tradicional, onde se utiliza basicamente tijolos cerâmicos, argamassas e concreto, o isolamento térmico fica comprometido, pois esses materiais não impedem com qualidade a troca de calor entre a área externa e interna de uma edificação. E também, na parede de alvenaria, o isolamento acústico dependerá da espessura da mesma.

- Produtividade e Custos;

Realizando a comparação consideramos relevantes as etapas de fechamento, revestimento e estrutura, pois demanda maior quantidade de material, tempo e, conseqüentemente, dinheiro, sendo responsáveis por mais de 44% do valor do imóvel.

Para o sistema construtivo Light Steel Framing temos:

Tabela 1 – Produtividade sistema steel frame

Descrição	homem hora/m²
Montar a estrutura de aço	0,25
Fechar com placas cimentícias	0,22
Isolar com lâ de vidro	0,06
Pintura em látex	0,85
Total (homem hora/m²)	1,38

Fonte: Wall System.

Tabela 2 – Composição de custo do sistema steel frame por metro quadrado de estrutura e vedação.

Material	Mão de Obra	Un.	Consumo	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
Perfis Ue (140X40X0,95 mm)		kg	1,60	5,60	8,96
Perfis U (140X50X1,05 mm)		kg	0,34	5,60	1,90
Fita metálica 1,0 mm		kg	0,36	5,60	2,02
Chunbador		un	0,07	1,20	0,08
Parafusos Fixadores		un	2,35	0,05	0,12
Placas de Gusset		kg	0,03	5,60	0,17
Gesso acartonado		m ²	0,60	20,00	12,00
Gesso acartonado (RU)		m ²	0,13	20,00	2,60
Placa de OSB 12mm		m ²	0,27	18,00	4,86
Tinta látex		l	0,18	8,78	1,58
Líquido Preparador		l	0,09	9,29	0,84
Líquido selador		l	0,09	12,00	1,08
	M.O Total	h	1,38	18,81	25,96
	Leis sociais 122%				31,67
	BDI 23%				14,30
	Preço Total				108,31

Fonte: Sanches e Sato (2009).

Para o sistema construtivo convencional temos:

Tabela 3 – Produtividade sistema convencional

Descrição	homem hora/m ²
Alvenaria de tijolo cerâmico furado esp. nominal 10 cm	2,10
Chapisco	0,50
Emboço desempenado	1,71
Pintura em látex	0,85
Total (homem hora/m²)	5,16

Fonte: Tabela Março 2009 FDE.

Tabela 4 – Composição de custo unitário da parede alvenaria pronta.

Material	Un.	Consumo	Preço Unitário (RS)	Preço Total (RS)
Alvenaria de bloco cerâmico portante e=14cm	m ²	1,00	49,01	49,01
Concreto grout para parede auto portante	m ³	0,006	416,08	2,50
Armadura Ca 50 Ø8mm para parede autoportante	kg	1,60	7,53	12,05
Chapisco	m ²	1,00	5,77	5,77
Emboço desempenado	m ²	1,00	20,18	20,18
Látex	m ²	1,00	12,87	12,87
TOTAL				102,37

Fonte: Sanches e Sato (2009)

4. CONCLUSÕES

- (i) o LSF tem inúmeras vantagens sobre a construção convencional, pois se trata de um processo altamente industrializado e por isso tecnologicamente avançado se comparado com o sistema construtivo convencional;
- (ii) A grande resistência do aço, é um grande contribuinte para as vantagens do LSF quando comparado à construção convencional, devido sua grande durabilidade e facilidade de manuseio e montagem;
- (iii) a construção em LSF é seca, diminuindo o uso de recursos naturais e desperdícios de materiais, possuindo também um bom desempenho termo-acústico.

REFERÊNCIAS

FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CASTRO, Renata C. Morais de. *Steel Framing: Arquitetura*. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

MARTINS, João Guerra. *Alvenarias – Condições Técnicas de execução*. 2009. Pág. 03.

CONCRETO – DETERMINAÇÃO DOS MÓDULOS ESTÁTICOS DE ELASTICIDADE E DEFORMAÇÃO E DA CURVA TENSÃO-DEFORMAÇÃO

Fernanda de Sousa Silva ⁽¹⁾; Jaqueline Aparecida Silveira ⁽²⁾; Ludimila Santiago Gomes ⁽³⁾;
Eduardo Pains de Morais ⁽⁴⁾;

⁽¹⁾ Fernanda de Sousa Silva graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. nandahbl@hotmail.com.

⁽²⁾ Jaqueline Aparecida Silveira graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. jaquelinesilveira.ma@hotmail.com.

⁽³⁾ Ludimila Santiago Gomes graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. ludimilasantiago@live.com.

⁽⁴⁾ Eduardo Pains de Morais professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. eduardopm@unipam.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

Em obras de engenharia é de grande importância a realização de testes como o de compressão para a correta análise da resistência dos materiais utilizados. Esses testes têm como objetivo definir as propriedades mecânicas dos materiais analisados. A compressão é uma força aplicada a um material, sucedendo na redução de uma das suas dimensões e o aumento da seção transversal quando a deformação for permitida, (TRIGO, 2000).

Diante disso o presente ensaio tem como objetivo a determinação dos módulos estáticos de elasticidade e de deformação e da curva tensão-deformação. Os módulos estáticos de elasticidade são por definição parâmetros mecânicos que propicia uma força de rigidez de um material no estado sólido. É um parâmetro fundamental para a engenharia civil na aplicabilidade no comportamento dos materiais. Suas principais propriedades mecânicas são a tensão de escoamento, ruptura, variação de temperatura e outros. De acordo com (BATTAGIN, 2008), dependente da composição química o outro módulo estático de deformação é originada a partir da razão entre a tensão exercida e a deformação sofrida pelo material.

As curvas tensão X deformação são recebidas a partir do comportamento dos materiais aos resultados de ensaios de compressão uniaxial de corpos de prova de concreto. Estas por sua vez, são na maioria das vezes aplicadas em observações não lineares em seus comportamentos estruturais. As características do concreto que determinam estas curvas são a resistência à compressão, o módulo de elasticidade com característica tangente na sua origem, e a deformação relacionada á tensão máxima, (SHEHATA, 2010).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Com base em critérios estabelecidos pela ABNT NBR 8522:2008, e por conceitos e orientações feitas momentos antes da realização do experimento observações e testes foram

executados ao longo da prática, no laboratório de análises tecnológicas de materiais de construção, localizado no centro universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

Para isso os materiais utilizados foram: um corpo de prova, máquina de ensaio à compressão “**Emic DL20000**”, extensômetro e um paquímetro. A emissão de um relatório de ensaio foi feita pelo o software “**Tesc versão 3,04**”. É importante ressaltar que a moldagem e a cura do corpo de prova foram feitos pelos monitores responsáveis pelo laboratório, sendo eles entregues prontos para o experimento.

Com finalidade de estabelecer o módulo de elasticidade à compressão do concreto, utilizamos um corpo de prova de diâmetro de 99,4 mm e comprimento de 196 mm, e foi considerado o F_{ck} de 25 MPa. Segundo a norma ABNT NBR 8522:2008, existem dois métodos de se calcular o módulo de elasticidade à compressão: o método A e o método B.

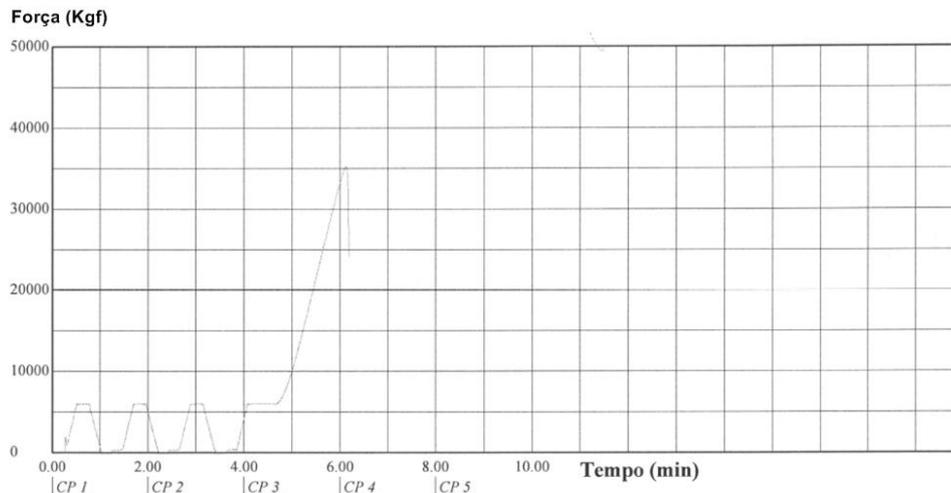
No ensaio foi utilizado o método A que consiste em testar dois corpos de prova para determinar seu F_{ck} , e posteriormente os outros três determinar a elasticidade. Para realizar o teste é necessário elevar a carga da prensa hidráulica em 30% do valor do F_{ck} do corpo de prova e segurar essa carga por 60 segundos, após isso a carga é reduzida para 0,5 MPa o que é um valor padrão e novamente permanecer com essa carga por mais 60 segundos, repetindo o teste por 3 vezes e depois elevar a carga até a ruptura do corpo de prova.

Porém havia pouco tempo para realizar o experimento e também devido à falta de corpos de prova utilizamos somente um corpo e o tempo entre os intervalos foi reduzido para 15 segundos, e o F_{ck} foi definido pelo professor. Para realizar o teste conectou-se o extensômetro (aparelho que mede a deformação do corpo de prova, com precisão de um décimo de milésimo de milímetro) dos dois lados do corpo de prova e colocou-se o corpo na prensa hidráulica e a carga foi mantida por 15 segundos. Quando 30% da carga foi aplicada no corpo de prova por 3 vezes a máquina avisou que deveria ser retirado o extensômetro para que o corpo de prova fosse levado à ruptura e o extensômetro registra as deformações específicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os cálculos futuros foi necessário retirar dados do relatório de ensaio, no qual a força de ruptura foi de 35255,00 (Kgf), o delta deformação de 176,8 (micro-strain) e o delta tensão de 7 MPa. A figura abaixo mostra a reação do experimento conforme ABNT NBR 8522:2008, método A:

Figura 1- Força X Tempo



Fonte: UNIPAM, 2016.

Após todo esse processo, cálculos foram feitos para determinar a área e o f_{ck} , tais resultados podem se observados a seguir:

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = \pi \cdot 2470,09$$

$$A = 7760,02 \text{ mm}^2$$

$$f_{ck} = \frac{F}{A}$$

$$f_{ck} = \frac{345733,45}{7760,02}$$

$$f_{ck} = 44,55 \text{ MPa}$$

Logo que foi feito o calculo da resistência característica à compressão do concreto verificamos que o valor deu bem mais alto do que o estimado de 25 f_{ck} , diante disso calculamos o módulo de elasticidade (E_{ci}) considerado critérios estabelecidos na norma NBR 6118:2014 para o módulo de deformação tangente inicial. Essa equação é utilizada quando não forem realizados ensaios, porém foi realizado a operação matemática com objetivo de comparar valores. Outro valor calculado foi o modulo de elasticidade secante (E_{cs}).

$$E_{ci} = \alpha f \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}}$$

$$E_{ci} = 1 \cdot 5600 \cdot \sqrt{25}$$

$$E_{ci} = 28 \text{ GPa}$$

$$E_{cs} = 0,85 \cdot E_{ci}$$

$$E_{cs} = 0,85 \cdot 28$$

$$E_{cs} = 23,80 \text{ GPa}$$

Como houve a realização de ensaios com o corpo de prova a formula correta de se obter o módulo de elasticidade (E_{ci}) é segundo o método de ensaio estabelecido na ABNT NBR 8522:2008 no qual pode ser verificada na equação abaixo:

$$E_{ci} = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} \cdot 10^{-3}$$

$$E_{ci} = \frac{7}{176,8 \cdot 10^{-6}} \cdot 10^{-3}$$

$$E_{ci} = 39,59 \text{ GPa}$$

4 CONCLUSÕES

- i- O módulo de elasticidade obtido de acordo com a NBR 6118:2014 não é tão preciso como valores da ABNT NBR 8522:2008, isso ocorre porque não há realização de ensaios na primeira, ou seja, é só uma estimação do valor.
- ii- O módulo de elasticidade aumenta com a resistência.
- iii- A deformação elástica do concreto depende da composição do traço do concreto, especialmente da natureza dos agregados.

REFERÊNCIAS

TRIGO, Thiago. **Propriedades Mecânicas**. 2000. Disponível em:

<<http://www.infoescola.com/fisica/propriedades-mecanicas/>>. Acesso em: 18 ago. 2016.

BATTAGIN, Inês Laranjeira da Silva. **Módulo de Elasticidade do Concreto Normalização, fatores de influência**. 2008. Superintendente do ABNT/CB-18. Disponível em:

<http://www.abcic.org.br/Concrete_show_2008/palestras/Ines_Battagin.pdf>. Acesso em: 21 ago. 2016.

SHEHATA, Ibrahim; SHEHATA, Lidia. **CURVAS TENSÃO NORMAL DE COMPRESSÃO-DEFORMAÇÃO ESPECÍFICA PARA CONCRETOS DE DIFERENTES RESISTÊNCIAS**. 2010. Disponível em:

<http://wwwp.coc.ufrj.br/~ibrahim/Downloads/diagramas_tensao-deformacao.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8522:2008**: Concreto - Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão. 2 ed. Rio de Janeiro, 2008. 20 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. 3 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2014. Disponível em:

<<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxb25jcmV0b2FyZWVkb3VuaWNhcHxneDo2YjRmNmM5MTA5NGE1OTE1>>. Acesso em: 02 jun. 2016.

CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO COM AGREGADOS DA REGIÃO DE PATOS DE MINAS

Sheilla Pereira Vieira ⁽¹⁾; Gean Fernandes da Silva ⁽²⁾; Isaac Luam dos Anjos ⁽³⁾;

⁽¹⁾ Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

sheilapv@unipam.edu.br

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

gean.110@hotmail.com

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

isaac_anjos@unipam.edu.com

INTRODUÇÃO

O concreto é o material de construção mais utilizado pelo homem. Porém cada vez mais exige-se deste material. Visando maior resistência, entre outras propriedades, como por exemplo a trabalhabilidade, foram desenvolvidas misturas especiais com propriedades superiores ao concreto convencional.

O concreto de alto desempenho (CAD) é um material que apresenta propriedades superiores ao concreto convencional. Entende-se por desempenho não apenas a resistência mecânica, mas também a trabalhabilidade, a estética, o acabamento, a integridade, e, principalmente a durabilidade.

Segundo Isaia (2011) entende que grande parte da literatura, concorda que o concreto de alto desempenho é definido essencialmente por ter uma baixa relação água/aglomerante, estabelecida em 0,40. Sendo essa relação o parâmetro mais adequado para estabelecer o limite entre concretos usuais e concretos de alto desempenho. Essa definição tem a vantagem de indicar que não existe um único tipo de concreto de alto desempenho, mas uma família de novos tipos de concretos, considerados de alta tecnologia.

MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento do estudo foi realizado no Laboratório de Resistência dos Matérias no Centro Universitário de Patos de Minas. O trabalho foi dividido em: estudo de dosagem, produção e preparo das amostras e ensaio de compressão.

Na literatura não há um método específico para a dosagem do concreto de alto desempenho. Mas existem vários métodos e especificações que caso sejam combinadas entre si, podem facilitar a obtenção de um concreto de alto desempenho.

Para a definição do traço, primeiramente foi feito o esqueleto granular dos agregados. Para determinar o esqueleto granular ensaiou-se várias combinações de porcentagem dos agregados utilizados na produção do concreto (brita 0 e areia média). Começando com 100% de areia média e 0% de brita 0. Em seguida foi sendo acrescido uma determinada quantidade de brita 0, afim da mistura final ter 90% de areia média e 10% de brita 0. Em seguida foi feito o mesmo procedimento, afim da mistura final ter 80% de areia media e 20% de brita 0. Este procedimento se repetiu por várias vezes, de maneira que a quantidade de brita 0 aumentasse em 10% do total da mistura final. Afim de encontrar a melhor proporção de agregados que deixasse um menor índice de vazios.

Em seguida foi determinada o quantidade de cimento para 1 m³ de concreto. Com esse dado encontramos a quantidade de água através da curva de relação água/cimento fornecida por Aitcin, 2000 (*apud* ISAIA, 2011).

Além de tentar conseguir fazer um concreto de alto desempenho com os agregados encontrados comercialmente na região de Patos de Minas, uma outra intenção da pesquisa é estudar a influência da porcentagem da sílica ativa em uma determinada massa de cimento, com as propriedades do concreto. A massa de cimento foi a mesma para todos os traços. Enquanto foram definidos 3 traços com porcentagens distintas de sílica ativa em relação a massa de cimento, sendo elas 10, 15 e 20%.

A quantidade de agregados não permaneceu constante devido ao fato do peso específico ideal do concreto em estado fresco ser de 2400 kg/m³. Caso ocorresse a adição da sílica ativa sem o devido ajuste dos agregados, esse valor seria superior ao ideal.

Na tabela 1 podemos ver a proporção dos 3 traços realizados durante a pesquisa.

Tabela 1 - Proporção dos traços utilizados para produção do concreto.

Traço	Cimento	Areia	Brita 0	Sílica ativa	Fíler	Aditivo sp.	Água
10% sílica ativa	1,00	0,98	1,19	0,10	0,10	0,024	0,31
15% sílica ativa	1,00	0,95	1,17	0,15	0,10	0,024	0,31
20% sílica ativa	1,00	0,93	1,14	0,20	0,10	0,024	0,31

Fonte – Elaborado pelos autores, 2016.

Os corpos de prova foram moldados de acordo com a ABNT NBR 5738:2015 em formas cilíndricas de diâmetro de 100 mm e altura de 200 mm. O adensamento foi feito de forma manual. Posteriormente a moldagem, os corpos de prova deveram ficar no laboratório

durante 24 horas, após as 24 horas os corpos devem ser retirados das fôrmas e colocados dentro do quarto úmido (para um melhor processo de cura do mesmo) até as idades em que suas resistências foram analisadas, que forma de 7, 14 e 28 dias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a produção do concreto, realizou-se uma análise do mesmo ainda em estado fresco, para tal verificação utilizou-se o ensaio de tronco de cone. A tabela 2 demonstra os resultados encontrados para o slump flow para cada tipo de traço.

Tabela 2 - Ensaio de slump flow.

Traço	Distância 1 (cm)	Distância 1 (cm)	Distância 1 (cm)	Slump Flow (cm)
10% sílica ativa	76,00	74,00	75,00	75,00
15% sílica ativa	65,00	67,00	68,00	66,67
20% sílica ativa	54,00	52,00	56,00	54,00

Fonte – Elaborado pelos autores, 2016.

Pode-se observar através da tabela 2, que a trabalhabilidade é diretamente proporcional a relação de sílica adicionada a mistura, ou seja, quanto maior a porcentagem da mesma, menor o slump flow (trabalhabilidade).

A análise da resistência a compressão axial foi feita com auxílio da prensa hidráulica, de acordo com a NBR 5739. Cada concreto foi analisado nas idades de 7, 14 e 28 dias, comparando a resistência do concreto com os percentuais de sílica utilizados.

Os resultados para o ensaio da resistência a compressão podem ser vistos na tabela 3.

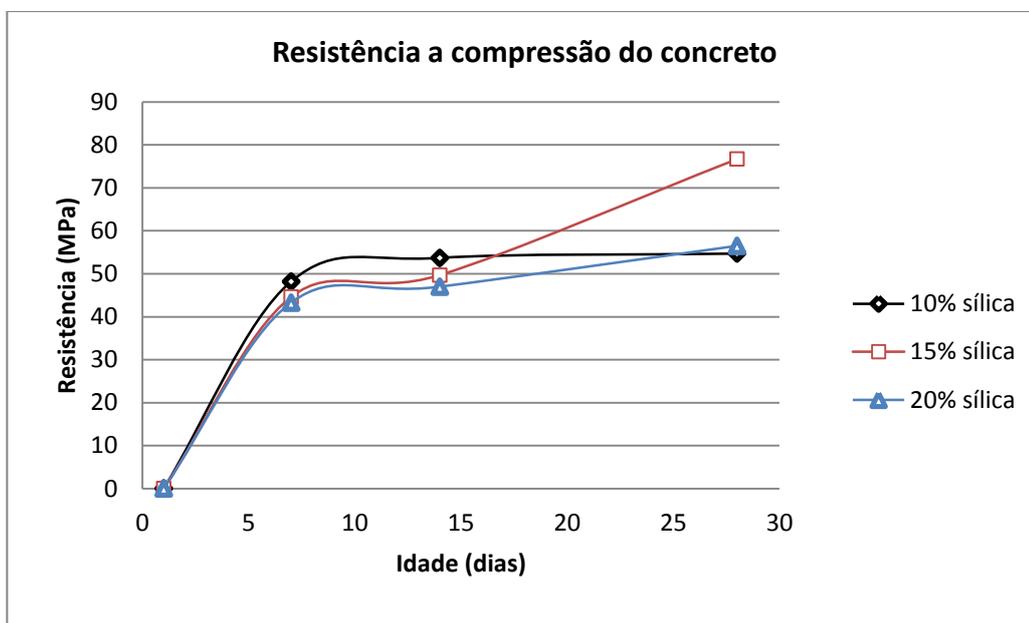
Tabela 3 – Resistência do ensaio a compressão do concreto.

	Tensão (MPa)					
	7 dias		14 dias		28 dias	
10% sílica ativa	48,2	32,8	53,7	45,8	54,7	49,2
15% sílica ativa	44,6	43,4	49,7	37	76,7	60,5
20% sílica ativa	38,9	43,3	45,5	47	53,1	56,5

Fonte – Elaborado pelos autores, 2016.

A evolução dos concretos citados anteriormente, podem ser melhores analisadas no gráfico no gráfico 1.

Gráfico 1 – Resistência do ensaio a compressão do concreto.



Fonte – Elaborado pelos autores, 2016.

CONCLUSÃO

Com o estudo apresentado pode-se chegar às seguintes conclusões:

(i) A utilização deste concreto pode diminuir as chances de se obter danos nas estruturas de concreto armado, pelo fato de ser um concreto com menos vazios, aumentando a proteção contra corrosão das armaduras.

(ii) A adição ideal de sílica ativa para o concreto com os agregados da região de Patos de Minas é a de 15%, pois nesta porcentagem, o concreto consegue chegar a uma grande resistência e ao mesmo tempo manter uma boa trabalhabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITCIN, Pierre-Claude. **High Performance Concrete**. London: E&F N Spon, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Concreto – Ensaio de compressão de corpos de provas cilíndricos**. NBR 5739.

ISAIA, Geraldo Cechella. **Concreto Ciência e Tecnologia – Volume 2**.

DETERMINAÇÃO DE VÃOS ÓTIMOS DE LAJES MACIÇAS POR MEIO DO MÉTODO DE SÉRIES E UTILIZANDO O SOFTWARE EBERICK V10

Ana Luiza Rocha de Souza ⁽¹⁾; Matheus Galvão Cardoso ⁽²⁾, Renata de Oliveira Melo ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
analuiza_souz@hotmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
matheus-ssdo@hotmail.com .

⁽³⁾ Professora do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
renataom@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

As lajes surgiram da necessidade do homem em habitar locais que fossem protegidos de intempéries climáticas. Esses locais, normalmente cavernas, desempenhavam as funções de uma laje, proporcionando resistência e isolamento. (CONCER, 2008).

Bastos (2014) ressalta que lajes são elementos bidimensionais, que além de receberem as ações verticais provenientes do uso da edificação, tem como função principal servir de piso e/ou cobertura para os mais diversos tipos de construções. Ainda segundo o mesmo autor, as lajes podem ser definidas como elementos planos, que se destinam a receber a maior parte das ações aplicadas numa construção.

Um dos tipos mais comuns, presente em várias construções e classificadas como moldadas in loco são as lajes maciças, as quais não apresentam vazios, sendo totalmente preenchidas por concreto, e apoiadas ao longo de seu perímetro com armaduras embutidas. Seu uso é comum em edifícios de vários pavimentos e construções de grande porte como escolas, hospitais, indústrias e até mesmo pontes. (BASTOS, 2014).

Carvalho e Figueiredo Filho (2014) apontam como vantagens desse tipo de laje o fato de serem capazes de distribuir os esforços para todas as vigas que fazem seu contorno, possibilitando assim um melhor aproveitamento das vigas. Além disso, outra característica considerada vantajosa, está no momento que antecede a concretagem, pois esse tipo de laje permite que instalações elétricas ou outras que se façam necessárias, sejam instaladas facilmente.

Tendo em vista a intensa e crescente utilização do concreto armado na construção civil para diversos fins, viu-se a relevância em desenvolver tal estudo, que tem como objetivo, realizar o

cálculo estrutural de lajes maciças através do Método de Séries, utilizando quadros com coeficientes e por meio do *software Eberick* e comparar os resultados obtidos pelos dois métodos de dimensionamento, e posteriormente de determinar vãos mais viáveis tecnicamente para a utilização desta tipologia de lajes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram determinados 8 dimensões de vãos para serem estudados, com as dimensões de 3 m x 3 m; 4 m x 4 m; 5 m x 5 m; 6 m x 6 m; 7 m x 7 m; 8 m x 8m; 9 m x 9 m e 10 m x 10 m. Foi considerado que as lajes estavam simplesmente apoiadas nas vigas de suas bordas. Utilizou se um concreto com f_{ck} de 25 MPa e foi considerada a classe de agressividade II. Como cargas para o dimensionamento foi levando em conta: a carga de ocupação de 200 kg/m², carga de piso de 80 kg/m², carga de contrapiso de 80 kg/m², além do peso próprio da laje, determinado com a altura da laje multiplicado pelo peso específico do concreto (Peso próprio = $h \cdot 2500$ Kgf/m³). Foi determinada também uma altura inicial utilizada como pré-dimensionamento ($h = l/40$; sendo h a altura da laje e l o menor vão da laje). Após levantadas as cargas foram determinados os momentos ($M_{xy} = u_x \cdot p \cdot L_{xy} / 100$; onde M_{xy} é o momento máximo positivo, u_x um coeficiente tabelado conforme as condições de apoio das lajes, p a somatória das cargas na estrutura e L_{xy} o menor vão da laje). Por se tratarem de lajes simplesmente apoiadas e com vãos iguais, todas as lajes apresentaram apenas momentos positivos e de mesma intensidade nas direções x e y . De posse dos momentos foi determinado o coeficiente K_{md} ($K_{md} = M_{sd} \cdot 100 / b_w \cdot d^2 \cdot f_{cd}$; sendo M_{sd} é o momento máximo positivo da laje majorada; b_w é a base da laje convencionada como 100 cm; d a altura útil da laje, f_{cd} a resistência do concreto minorada). De posse do valor do coeficiente K_{md} foi consultado na tabela o coeficiente K_z e calculado a área de aço ($A_s = M_{sd} \cdot 100 / K_z \cdot d \cdot f_{yd}$; A_s é a área de aço, M_{sd} é o momento máximo positivo da laje majorada, K_z é um coeficiente tabelado; d é a altura útil da laje, f_{yd} é a resistência do aço minorada). As mesmas lajes foram dimensionadas utilizando o *software Eberick V.10* e assim comparado e discutidos os resultados obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando comparado os dois dimensionamento, é possível visualizar que para todos os vãos, os momentos obtidos no *Eberick V10* foram maiores que os alcançados no dimensionamento



pelo Método de Séries. Essa diferença de momentos pode ser explicada pelo fato do Método de Séries utilizar muitas simplificações nos critérios de cálculo. Carvalho e Figueiredo Filho (2014) enumeram diversas simplificações entre elas;

- a ação das lajes nas vigas de contorno se faz somente por meio de forças verticais;
- as ações das placas nas vigas não são uniformemente distribuídas e não há transmissão de cargas diretamente aos pilares;
- as vigas de contorno são consideradas indeslocáveis.

O que mais impactou nas diferenças dos momentos obtidos nos dois dimensionamentos, foi o fato do Método de Séries não considerar o deslocamento dos apoios. Esses deslocamentos ocorrem nas vigas e geram esforços adicionais nas lajes, o *software Eberick v10* considera esses efeitos que tais deslocamentos geram na estrutura e por isso os momentos neste dimensionamento foram maiores em todos os vãos. Outro indício que essa deformação resultou nessa diferença de momentos, é o fato da diferença dos momentos terem sido maiores para vão mais extensos, vãos maiores serão submetidos a deslocamentos mais significativos.

Quadro 1 - Relação dos momentos obtidos para os dois dimensionamentos

Vãos (m)	Msd (Método de séries)	Msd (Eberick)
3 x 3	311,17	324,71
4 x 4	602,58	676,40
5 x 5	1018,71	1161,00
6 x 6	1578,07	1865,55
7 x 7	2299,20	2697,96
8 x 8	3200,60	4048,88
9 x 9	4300,81	5289,88
10 x 10	5618,34	7759,30

Fonte: Dos autores, 2016.

O fato de apresentar momentos maiores impactou no consumo de aço, onde a armadura requerida no dimensionamento realizado no *Eberick V10* foi maior para todos os vãos em relação ao dimensionamento realizado no Método de Séries, como pode ser visualizado no quadro 2. Assim como nos momentos fletores, as maiores diferenças entre as armaduras nos dimensionamentos ocorreram para vãos maiores.

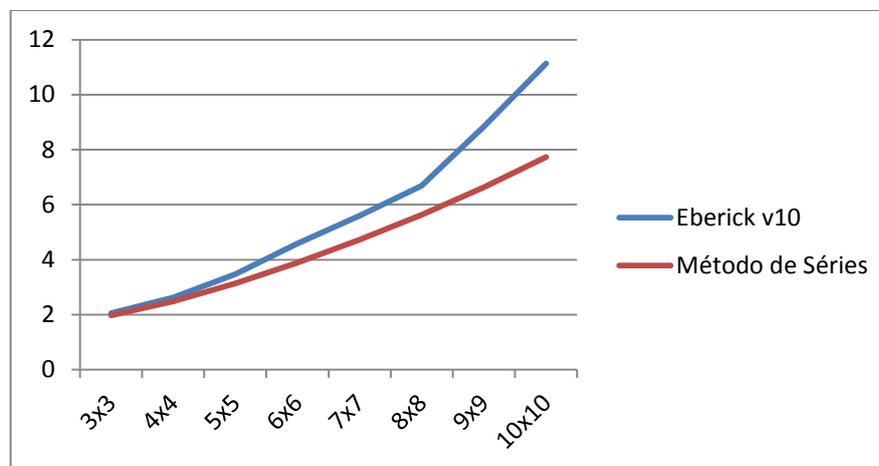
Quadro 2 - Relação das áreas de aço requeridas nos dois dimensionamentos.

Vãos (m)	As Eberick (cm ² /m)	As Método de séries (cm ² /m)	V (m ³ /m ²)
3 x 3	2,05	1,97	0,08
4 x 4	2,63	2,49	0,1
5 x 5	3,47	3,14	0,12
6 x 6	4,59	3,89	0,14
7 x 7	5,60	4,72	0,16
8 x 8	6,69	5,64	0,18
9 x 9	8,84	6,63	0,20
10 x 10	11,13	7,74	0,22

Fonte: Dos autores, 2016.

Embora os dois dimensionamentos tenham levado a resultados um pouco diferentes, ambos demonstraram que a utilização de lajes maciças com vãos maiores que 7 resultaram em aumento nas taxas de armadura requerida.

Gráfico 1- Relação entre os consumos de aço para os dois dimensionamentos.



Fonte: Dos autores, 2016.

4. CONCLUSÕES

- (i) para todas as lajes, os momentos foram maiores no dimensionamento realizado por meio do software *Eberick v10*;
- (ii) a área de aço requerida foi maior em todas as lajes dimensionadas por meio do software *Eberick v10*;
- (iii) lajes com vãos maiores que 7 metros, apresentaram um aumento mais acentuado no consumo de aço.



REFERÊNCIAS

BASTOS, P, S, S. **Estruturas de concreto armado**. Bauru: UNESP, 2014.81p.

CARVALHO,R,C; FIGUEIREDO FILHO, J,R. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado**. 4 ed. São Carlos: Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2014. 415p.

CONCER, M,C et al. **Lajes: Definições, aplicações e técnicas construtivas**. Santa Catarina: UFSC, 2008. 35 p.
Disponível em: < <http://docplayer.com.br/1991466-Lajes-definicoes-aplicacoes-e-tecnicasconstrutivas.html>>.
Acesso em: 07 jan.2016.



ECONOMIA DE ENERGIA: uma alternativa sustentável - Estudo de caso do Bloco I do UNIPAM

Daniel Marcos de Lima e Silva⁽¹⁾; Maísa de Castro Silva⁽²⁾; Marcelo Ferreira Rodrigues⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. daniel_m.eng@hotmail.com

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. maisa_castro18@hotmail.com

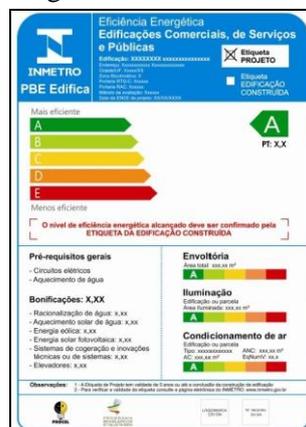
⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. marcelo@unipam.edu.com

INTRODUÇÃO

Em tempo de mudanças climáticas, aquecimento global e aumento no custo de energia é fundamental que haja uma mudança de paradigma no setor construtivo, para que possamos minimizar o impacto ambiental das obras, visando economia e a conservação dos recursos naturais (QUEIROZ, 2009).

A certificação energética de edifícios é primordial para o desenvolvimento sustentável e racional dos recursos disponíveis à humanidade. Para se adquirir essa certificação, o governo federal juntamente com o Inmetro e o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), introduziram em fevereiro de 2009 o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), que estabelece parâmetros para a definição do nível de eficiência de um edifício e posterior fornecimento da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE).

Figura 1 - ENCE Geral.



Fonte: PROCEL INFO e PBE EDIFICA (2016).

Por meio desta pesquisa foi analisada a eficiência energética do Bloco I do Centro Universitário de Patos de Minas, tendo como referências as normas pertinentes e as qualificações RTQ-C e RAC-C. Essa análise levou a elaboração de propostas para diminuir o consumo de energia elétrica na edificação, e a estimativa de tempo de retorno dos investimentos em relação à economia proporcionada pelas propostas de intervenção.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na cidade de Patos de Minas, no estado de Minas Gerais, situada nas coordenadas geográficas 18°34'44'' latitude Sul, 46°31'05'' longitude Oeste, com altitude de 832 metros, no Bloco I do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

Figura 2 – Bloco I do UNIPAM (fachada sudeste).

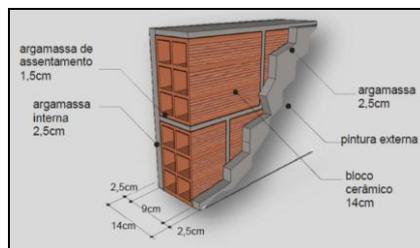


Fonte: Autoria própria (2016).

Para atingir os objetivos propostos, primeiramente foram desenvolvidas pesquisas bibliográficas na busca por referências, estudos de caso e métodos para proceder com toda a análise e cálculos necessários.

Através de visitas e análise de projetos, foi feito um levantamento de dados da edificação referente à envoltória, iluminação e condicionamento de ar, e foram feitos os cálculos referentes ao Manual de Aplicação RTQ-C. Na envoltória foram analisadas características como transmitância térmica, cores/absortância térmica, iluminação zenital.

Figura 3 - Análise da transmitância térmica da parede.



Fonte: Manual RTQ-C (2016).

Foram feitas análises para estimar o consumo de energia elétrica do Bloco I do UNIPAM, mediante informações nos dispositivos, estimativas e informações obtidas com os colaboradores e usuários. Foi feito o levantamento dos dispositivos instalados, seus respectivos consumos e os tempos de uso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na aplicação do método prescritivo para o RTQ-C, três sistemas avaliativos foram levados em consideração, sendo que do total da classificação, a Envoltória representa 30% da avaliação final, o Sistema de Iluminação 30%, e o Sistema de Condicionamento de Ar 40%. Antes de analisar esses sistemas, foram feitas diversas verificações que são indispensáveis para a avaliação.

Os resultados obtidos através de análises do Manual RTQC possibilitaram o desenvolvimento de propostas para promover a melhor eficiência energética. Contudo podem-se citar os levantamentos de dados referentes à Envoltória que adquiriu Nível E, Iluminação que adquiriu Nível B e Condicionamento de Ar Nível A.

De acordo com as análises, foram propostas intervenções, tais como:

- A substituição de todas as lâmpadas fluorescentes por LED;
- A instalação de sensores de presença nos banheiros;
- A elaboração de campanhas de conscientização de usuários e colaboradores para um uso racional, onde os mesmos ficam responsáveis em não utilizar os dispositivos de iluminação e ar condicionado desnecessariamente.

Levantamento dos dispositivos necessários:

Total de lâmpadas tubulares (9W):	22
Total de lâmpadas tubulares (18W):	666

Cotações de preços dos dispositivos:

Orçam. 1:	Orçam. 2:	Orçam. 3:
R\$ 17,90	R\$ 22,99	R\$ 18,98
R\$ 21,90	R\$ 27,99	R\$ 22,98



Total de lâmpadas espirais (9W):	1
Total de lâmpadas espirais (30W):	35
Sensor de presença para Iluminação 120° :	12

R\$ 15,90	R\$ 29,49	R\$ 15,80
R\$ 47,90	R\$ 67,99	R\$ 47,90
R\$ 24,90	R\$ 35,90	R\$ 29,89
R\$ 16.970,40	R\$ 21.987,06	R\$ 17.773,22

CONCLUSÃO

Conclui-se que os níveis de eficiência adquiridos para o Bloco I, são eficientes em sua maior parte.

Uma significativa economia de energia pode ser proporcionada pela substituição dos dispositivos de iluminação por outros mais eficientes, e a diminuição no tempo de uso dos mesmos, esta última fica a cargo dos usuários e colaboradores, que a partir de campanhas de conscientização assumirão o compromisso de usar adequadamente e apenas o necessário para a execução de suas atividades.

Com base na última conta de energia elétrica do UNIPAM (agosto de 2016), foi calculado o custo do KWh: R\$ 0,38830101. De acordo com estudo, conclui-se que o consumo da edificação atual é em média de 23893,36 KWh/mês, e multiplicando-se o consumo pelo preço do KWh, resulta em um custo médio de R\$9277,82. Com a implantação das propostas de intervenção, estima-se que o consumo da edificação caia para 16346,48 KWh/mês, e multiplicando o consumo pelo preço do KWh, resulta em uma redução no custo para R\$6347,36. Assim, a situação proposta proporcionará uma economia média de R\$2930,46 mensais, que é de 68,41% do consumo atual.

Utilizando o menor preço dentre os orçamentos feitos, estima-se o tempo de retorno em 5,79 meses, ou seja, em seis meses a economia cobrirá os custos dos dispositivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LAMBERTS, Roberto; CARLO, Joyce; MIZGIER, Martin; FOSSATI, Michele; SCALCO, VERIDIANA; et. Al. **Manual para aplicação do RTQ-C, 2013**. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/manualv02_1.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.



MASCARÓ, Lúcia R. **Energia na Edificação – estratégia para minimizar seu consumo.** 1985. 136 f.

PÉREZ-LOMBARD, L. *et al.* A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes. **Energy and Buildings**, - **A revisão dos conceitos de benchmarking , classificação e rotulagem no âmbito da construção de sistemas de certificação energética.** *Energia e Edifícios*, Oxford, v. 41, p. 272-278, 2009.

PROCEL, **Procel Info.** Edificações.

Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DBD04}>> Acesso em: 20 mar. 2016.

QUEIROZ, Gilson. **Sustentabilidade e Eficiência Energética no Ambiente Construído** - Belo Horizonte, 2009. Disponível em:

<<http://www.creamg.org.br/publicacoes/Cartilha/Sustentabilidade%20e%20Efici%C3%A2ncia%20Energ%C3%A9tica%20no%20Ambiente%20Constru%C3%ADdo.pdf>>.

Acesso em: 14 mar. 2016.

ESTUDO DO DESEMPENHO À FLEXÃO DE PLACAS DE MICROCONCRETO REFORÇADAS COM TECIDO DE CINTO DE SEGURANÇA VEICULAR

Renato Augusto de Lacerda Ferreira⁽¹⁾; Eduardo Pains de Morais⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
renato.lacerda93@hotmail.com.

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
eduardopm@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Soares *et al.* (2010) o nylon é uma fibra sintética muito importante, visto que possui características vantajosas em relação às fibras vegetais, destacando a facilidade de produção, o baixo custo da matéria-prima e também a alta resistência ao desgaste. As fibras de Nylon são notadamente fortes e hoje em dia possuem uma vasta aplicação em variados produtos, alcançando também o mercado da construção civil, na produção de concreto e em reforços estruturais.

Com base na norma ECE R16:2011, os cintos de segurança fabricados com fibras de Nylon são utilizados como proteção dos usuários do artefato, devido a estudos realizados e também aplicação no mercado. Em testes realizados o cinto de segurança apresenta resistência a tração de até 11,2kN, conforme ensaios realizados pela norma ECE R16:2011.

Outro fator que merece destaque é o microconcreto, que conforme Bocchile (2001), se diferencia do concreto convencional por eliminar o agregado graúdo e permitir a execução de peças esbeltas, reduzindo a massa e o consumo de material por metro linear. Ainda o autor, complementa que o traço 1:2 (cimento:areia), proporciona um microconcreto com uma resistência à compressão em torno de 40 MPa, sendo possível complementar o material com telas soldadas e outros tipos de reforços.

Bocchile (2001) ressalta que peças fabricadas com microconcreto podem ser aplicadas em obras de menor porte e menor responsabilidade estrutural, como em painéis divisórios e de vedação e componentes pré-moldados leves, utilizados na construção tradicional.

Por conseguinte, visto as qualificações, observa-se que a utilização das fibras de Nylon em conjunto com o microconcreto, se torna mais uma solução para o setor da construção civil. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo analisar a viabilidade técnica do microconcreto, comparando placas de microconcreto sem reforço, placas de microconcreto

reforçadas com cinto de segurança e placas de microconcreto reforçadas com tela soldada de aço CA 60.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi baseado em pesquisas bibliográficas e realizado no Laboratório de Tecnologia dos Materiais de Construção Civil do Centro Universitário de Patos de Minas. Inicialmente foi realizado a caracterização do agregado miúdo, que permitiu determinar a granulometria, massa específica e massa unitária. Após a caracterização, foram moldados os corpos de prova prismáticos, conforme descreve a ABNT NBR 13279:2005, permitindo analisar através de ensaios, a resistência à flexão e compressão. Por meio de ensaio laboratorial, também foi possível analisar a resistência à tração do cinto de segurança veicular, adaptando o ensaio previsto na norma ECE R16:2011.

As placas de microconcreto armado, microconcreto armado têxtil e microconcreto sem reforço, possuíam dimensões 90x26cm (comprimento: largura), com espessuras de 2cm, 3cm e 5cm, que após os ensaios preliminares foram ensaiadas no método “flexão a 4 pontos”, conforme adaptações das normas ASTM C78:2016 e C293:2016.

A partir das determinações, os dados foram submetidos à análise, permitindo a elaboração do comparativo entre a resistência mecânica à tração na flexão conforme os tipos de placas elaboradas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos através do ensaio “Flexão a 4 pontos”, observou-se as cargas suportadas por espessura em cada tipo de material, conforme descrito na tabela 1.

Tabela 1 – Carga suportada por placa de microconcreto.

FLEXÃO A 4 PONTOS - PLACAS DE MICROCONCRETO 90cm x 26cm			
ESPESSURA	CARGA (Kg)		
	S/ REFORÇO	C/ CINTO DE SEGURANÇA	C/ TELA SOLDADA CA60
2cm	58,99	69,85	69,85
3cm	124,70	95,23	173,40
5cm	382,60	285,61	912,02

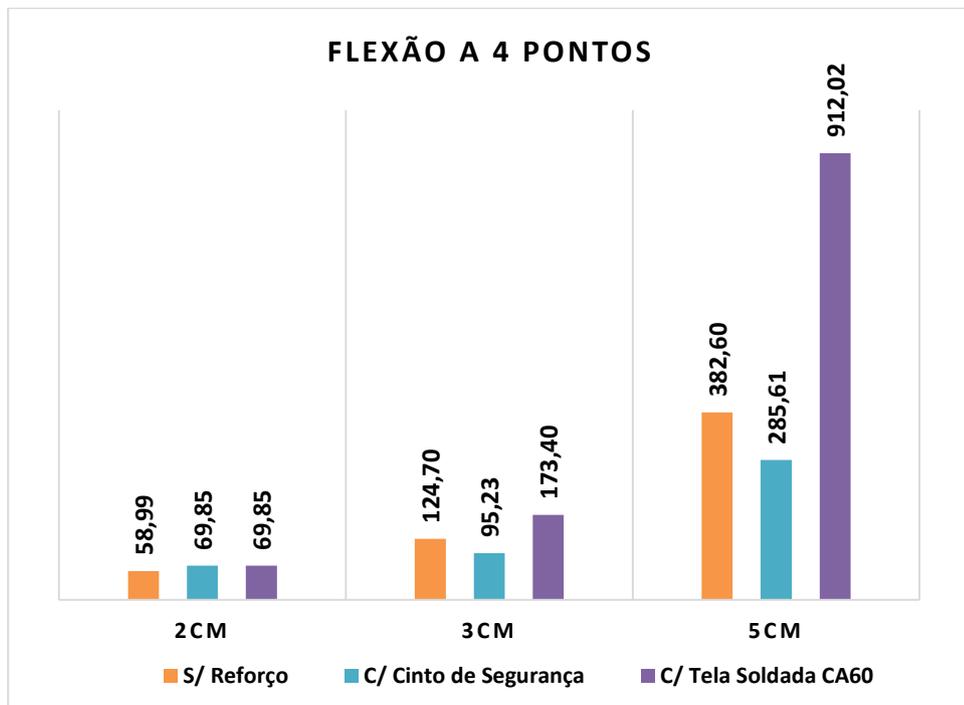
Fonte: Autoria própria, 2016.

Através do gráfico 1, foi possível comparar a resistência mecânica à flexão das placas de microconcreto. As placas que não possuíam reforços obtiveram uma resistência crescente, partindo de 58,99 Kg na de menor espessura até 382,60 Kg na de maior espessura, sendo essas adotadas como controle para análise das demais placas.

As placas de microconcreto reforçadas com tela soldada de aço CA60 também obtiveram uma resistência crescente, porém, se diferenciando na espessura de 5 cm, alcançando um resultado superior a 300% se comparado com as demais de mesma espessura.

Por fim, as placas de microconcreto reforçadas com cinto de segurança exigiram uma análise mais detalhada, onde foi possível visualizar uma resistência equivalente à placa com tela soldada de espessura 2cm. Já nas placas de 3cm e 5cm, a resistência caiu em torno de 30%, se comparado as placas de microconcreto sem reforços de mesma espessura, sendo perceptível a má aderência do microconcreto com o cinto de segurança em espessuras maiores.

Gráfico 1 – Comparativo entre placas de microconcreto.



Fonte: Autoria própria, 2016.

4. CONCLUSÕES

- (i) as placas em que foram utilizadas telas soldadas de aço CA60 obtiveram ganho de resistência mecânica a medida que a espessura foi aumentada;
- (ii) as placas com cinto de segurança veicular não obtiveram um bom comportamento estrutural devido ao aumento da espessura das mesmas;
- (iii) em espessuras menores, as placas com cinto de segurança veicular tem resistência mecânica equivalente às placas com tela soldada.

REFERÊNCIAS

SOARES, Ana *et al.* **Produção de Nylon**. Disponível em:

<http://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2010_11/files/QUI610_relatorio.pdf>. Acesso em: 22 maio 2016.

REGULAMENTO n.º 16 da Comissão Económica das Nações Unidas para a Europa (UNECE). Disponível em <[http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A42015X1120\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A42015X1120(01))>. Acesso em: 21 maio 2016.

BOCCHILE, Cláudia. **As mil utilidades do microconcreto**. Disponível em

<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/54/artigo285205-1.aspx>>. Acesso em: 30 agosto 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 13279:2005**. Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS – **ASTM C78:2016**. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS – **ASTM C293:2016**. Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center-Point Loading).



ESTUDO SOBRE AS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO BAMBU E A INTERAÇÃO ENTRE O CONCRETO PARA USO COMO ELEMENTO ESTRUTURAL

Aline Deidimar Campos ⁽¹⁾; Eduardo Pains de Moraes ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

aline.deidimar@gmail.com

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

eduardopm@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o país passa por um processo de modernização relacionado ao mercado da construção civil elencado pela busca incessante de redução de custos e ao mesmo tempo a necessidade de procedimentos capazes de melhorar a produtividade. Diante disso, muitas empresas e profissionais se veem com a necessidade de buscar métodos alternativos, de forma que atenda às necessidades de mercado. Os sistemas convencionais, ainda são altamente aplicados na construção civil brasileira, porém, modelos considerados não convencionais vêm ganhando espaço, apesar de que ainda há grande desconfiança sobre sua aplicação. Contudo, esse cenário é normal, pois ainda não há dados suficientes para a aplicação segura desses elementos.

Para isso, Beraldo e Azzini (2004) elucidam que vem sendo feito estudos para encontrar alternativas às técnicas de construção convencionais. Uma das formas encontradas é a observação de culturas estrangeiras, que já adotam sistemas diferentes do nosso, e que se provam muito eficientes. No entanto, segundo os autores mencionados, a construção civil é uma área em que se nota uma grande resistência à adoção de técnicas não convencionais, conforme o regime local de construção.

Uma das técnicas não convencionais, que vem sendo objeto de estudos no Brasil, é o uso do bambu como material construtivo. Esse elemento já vem sendo utilizado por outros países há milênios como material alternativo de construção. No Brasil, o bambu também é utilizado por sua grande disponibilidade, porém, de forma mais casual do que estratégica. Todavia, ainda é possível perceber um fator preocupante, sendo que há uma carência de material de estudo e de normas técnicas para a elaboração de ensaios referentes às propriedades mecânicas desse material (BERALDO; PEREIRA, 2008).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises Tecnológicas dos Materiais de Construção, localizado no primeiro piso do Bloco I do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, no município de Patos de Minas na região do alto Paranaíba em Minas Gerais.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a aplicação de fibra de bambu na mistura do concreto para melhorar a capacidade de carga e reduzir a fissuração. Dessa forma, foram produzidos corpos de prova de concreto para a realização do estudo. Primeiramente a mistura foi preparada de maneira que o traço foi especificado para atingir 25 MPa aos 28 dias. O preparo e a cura dos corpos de provas foram executados de acordo com os procedimentos da ABNT NBR 5739 (2007), sendo que os corpos de prova têm as seguintes dimensões: 10 cm de diâmetro x 20 cm de comprimento.

Por conseguinte, foram preparados seis corpos de prova de concreto sem mistura da fibra de bambu e seis corpos de prova com a mistura da fibra de bambu. Deve-se salientar que primeiramente foram preparados os corpos de prova sem a mistura da fibra de bambu e posteriormente a fibra foi misturada ao concreto para a moldagem dos mesmos. Após 48 horas do preparo dos corpos de prova, estes foram para a câmara úmida para que pudesse passar pelo processo de cura.

Os corpos de prova foram levados ao ensaio de compressão após 10 dias da moldagem, para verificar a variação na resistência mecânica nos primeiros dias de cura. Para a realização do ensaio foi utilizada a prensa universal EMIC. O ensaio de compressão foi realizado conforme estabelece a ABNT NBR 5739 (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

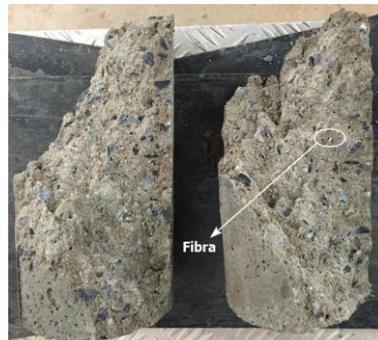
Com base nos ensaios, percebeu-se que os corpos de prova com aplicação da fibra de bambu (Figura 1) apresentara melhores resultados, sendo que a média para os corpos de prova sem fibra (Figura 2) foi de 15,87 MPa e a média para os corpos de prova com fibra foi de 17,54 MPa, mesmo após 10 dias de moldagem.

Figura 1: Corpo de prova sem a fibra de bambu



Fonte: Autores, 2016.

Figura 2: Estrutura interna do corpo de prova com as fibras



Fonte: Autores, 2016.

Na Figura 3 são mostrados os valores do ensaio do corpo de prova sem a fibra de bambu, enquanto que na Figura 4 são mostrados os resultados dos ensaios com a adição da fibra de bambu.

Figura 3: Resultados do ensaio com corpos de prova sem fibra de bambu

Corpo de Prova	Taxa de Tensão (MPa/s)	Área (mm ²)	Força @Força Max. (N)	Tensão @Força Max. (MPa)
CP 1	0.45	7854.0	125372.5	16.0
CP 2	0.45	7854.0	132361.3	16.9
CP 3	0.45	7854.0	125883.8	16.0
CP 4	0.45	7854.0	120940.5	15.4
CP 5	0.45	7854.0	132105.6	16.8
CP 6	0.45	7854.0	111224.4	14.2
Número CPs	6	6	6	6
Média	0.4500	7854	124600	15.87
Desv.Padrão	0.0000	0.0000	7888	1.004
Coef.Var.(%)	0.0000	0.0000	6.328	6.328

Fonte: Autores, 2016.

Figura 4: Resultados do ensaio com corpos de prova com fibra de bambu

Corpo de Prova	Taxa de Tensão (MPa/s)	Área (mm ²)	Força @Força Max. (N)	Tensão @Força Max. (MPa)
CP 1	0.45	7854.0	133213.6	17.0
CP 2	0.45	7854.0	145827.5	18.6
CP 3	0.45	7854.0	137901.2	17.6
CP 4	0.45	7854.0	131509.0	16.7
CP 5	0.45	7854.0	123327.0	15.7
CP 6	0.45	7854.0	154861.8	19.7
Número CPs	6	6	6	6
Média	0.4500	7854	137800	17.54
Desv.Padrão	0.0000	0.0000	11190	1.424
Coef.Var.(%)	0.0000	0.0000	8.119	8.119

Fonte: Autores, 2016.

4. CONCLUSÕES

- (i) com base no exposto, uma das causas que resultou em um melhor comportamento do concreto com fibra foi a influência da fibra na expansão do concreto, no qual gera uma força de atrito entre as camadas internas.
- (ii) as fibras de bambu auxiliaram na resistência aos esforços de atrito gerados internamente.
- (iii) as fibras foram relevantes, pois elas possuem a capacidade de minimizar a abertura das microfissuras internas que geram o colapso do elemento ensaiado.



5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, RJ: 2007. 9 p.

BERALDO, A.L. AZZINI, A. **Bambu: características e aplicações**. Livraria Editora Agropecuária. Guaíba, RS, 127 p. 2004.

BERALDO, A.L. PEREIRA, M.A.dos R. **Bambu de corpo e alma**. Canal 6. Bauru, SP, 233 p. 2008.

FLEXÃO EM VIGAS METÁLICAS

Bianca Martins Dias⁽¹⁾; Dener Cunha Santos⁽²⁾; Heitor Augusto de Barcelos Marciano⁽³⁾;
Eduardo Pains de Moraes⁽⁴⁾;

⁽¹⁾ Bianca Martins Dias graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. bianca-koro@hotmail.com.

⁽²⁾ Dener Cunha Santos graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. denercunha_cp@hotmail.com.

⁽³⁾ Heitor Augusto de Barcelos Marciano graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. heitor-barcelos@hotmail.com.

⁽⁴⁾ Eduardo Pains de Moraes professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. eduardopm@unipam.edu.br.

1 INTRODUÇÃO

As vigas metálicas são elementos estruturais usados em edificações no qual são destinadas a absorver todos os esforços que elas estão sujeitas e transmitir para outros elementos estruturais que no qual elas estão apoiadas. É formada por uma liga metálica composta por aproximadamente 98,5% de Fe (ferro), 0,5 a 1,7% de C (carbono) e traços de Si (silício), S (enxofre) e P (fósforo) e são fabricadas com níveis extremos de precisão para a sua devida aplicação, com suas respectivas normas (JUDICE, 2005).

Segundo (BARBOSA, 2014), em relação ao esforço da flexão a seção transversal da viga permanece plana quando a viga sofre algum tipo de deformação. A partir daí resulta uma tensão de tração de um lado da viga e uma tensão de compressão do outro. A deformação longitudinal varia em fator linear de zero no eixo neutro. Essa deformação representa um elemento de estrutura alongado em uma direção perpendicular a seu eixo longitudinal.

Esse ensaio tem o objetivo de analisar a deflexão de vigas, com diferentes materiais e seções transversais, apresentando os resultados obtidos e gráficos gerados para melhor comparação das grandezas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento realizado no dia 14/09/2016 no laboratório de tecnologia dos materiais de construção do UNIPAM (Centro Universitário de Patos de Minas), nos demonstrou como ocorre a flexão em vigas metálicas dos tipos: com seção vazada e em I.

Para se obter a flexão em vigas metálicas, é adicionado uma carga que se aumenta gradativamente, e o valor que ela suporta depende do tipo de viga. No caso a viga de seção vazada foi aplicada uma carga de 500 em 500 Kg. Já na viga I, foi aplicada uma carga de 1000 em 1000 Kg, devido à resistência de cada uma. À medida que cada carga era aplicada

eram consultados valores no flexímetro, que mede a deflexão onde a mesma tem que ser convertida para (mm), e nos dá o valor da flecha da seção, e no aparelho de variação angular que é dada em ($^{\circ}$ - graus) e nos fornece o ângulo que a peça forma em relação ao plano horizontal quando a carga é aplicada.

Os materiais e equipamentos que foram utilizados na aula foram: Viga com seção vazada, viga em I, paquímetro, máquina de ensaio à compressão “**Emic DL20000**” com adaptador para teste de flexão, flexímetro, aparelho para medição angular, e o relatório do ensaio foi emitido pelo software “**Tesc versão 3,04**”. As vigas foram compradas já no tamanho e na forma a ser utilizado no ensaio.

A força era aplicada na parte superior da peça com um espaçamento de 45 cm, os apoios eram fixos do segundo gênero. Logo após a execução do experimento foram feitos os cálculos, onde os resultados serão expressos a seguir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Registrou-se em duas tabelas os valores da variação angular, da deflexão, e da carga aplicada no momento conforme o modelo da seção vazada ou em I. A seguir podemos conferir esses valores já convertidos para unidade de medida correta.

Viga Vazada		
Carga (kg)	Varição Angular (θ)	Deflexão (mm)
500,00	0,00	0,30
1000,00	0,10	0,59
1500,00	0,10	0,85
2000,00	0,10	1,10
2500,00	0,20	1,47
3000,00	0,20	1,80
3500,00	0,30	2,15
4000,00	0,40	2,69
4500,00	0,60	3,35
4569,35	0,80	3,80

Viga I		
Carga (kg)	Varição Angular (θ)	Deflexão (mm)
1000,00	0,10	0,31
2000,00	0,10	0,55
3000,00	0,20	0,79
4000,00	0,20	0,95
5000,00	0,30	1,15
6000,00	0,40	1,35
7000,00	0,40	1,55
8000,00	0,40	1,81
9000,00	0,40	1,91
10000,00	0,50	2,05
11000,00	0,70	2,22
12000,00	0,50	2,51
13000,00	0,40	2,69
14000,00	0,50	2,81
15244,76	0,60	3,09

Com base na carga final (carga que ocorreu ruptura) e das dimensões das seções foi calculado a tensão de ruptura para cada modelo. A seguir pode-se conferir formulas e resultados obtidos conforme o principio de flexões em vigas.

Tabela 1 - Viga I

Seção	y	A	y.A	Ig	d	d ²	A.d ²
I	4,6	603,52	2776,19	4256,82	46,15	2129,82	1285388,96
II	50,75	448,74	22773,55	258235,3	0	0	0
III	96,9	603,52	58481,08	4256,82	-46,15	2129,82	1285388,96
SOMA	-	1655,78	84030,82	266748,9	-	-	2570777,93

Fonte: Dados do trabalho, 2016.

$$M = \frac{P \cdot a}{2}$$

$$M = \frac{149500 \cdot 17,50}{2}$$

$$M = 1308125,00 \text{ N. mm}$$

$$\sigma_{rup} = \frac{M \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{rup} = \frac{1308125,00 \cdot 50,75}{2837526,85}$$

$$\sigma_{rup} = 23,40 \text{ MPa}$$

Viga vazada:

$$I_{EXT} = \frac{50 \cdot 100^3}{12} \quad I_{EXT} = 4166666,67 \text{ mm}^4$$

$$I_{VAZIO} = \frac{47 \cdot 95^3}{12} \quad I_{VAZIO} = 3358052,08 \text{ mm}^4$$

$$I_{TOTAL} = 808614,58 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{rup} = \frac{M \cdot c}{I}$$

$$\sigma_{rup} = \frac{392087,50 \cdot 50}{808614,58}$$

$$\sigma_{rup} = 24,24 \text{ MPa}$$

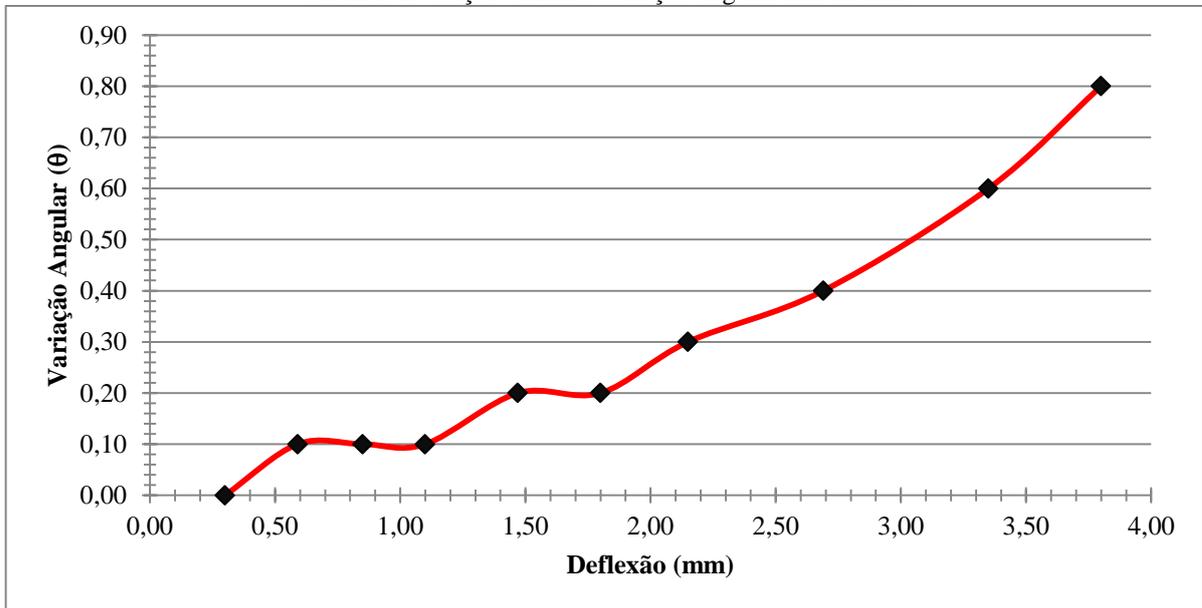
$$M = \frac{P \cdot a}{2}$$

$$M = \frac{44810 \cdot 17,5}{2}$$

$$M = 392087,50 \text{ N. mm}$$

Após todos os dados listados foram compilados gráficos correlacionando variação angular e deflexão para cada seção. Os resultados obtidos pela viga vazada mostraram que quanto maior era a variação angular maior também era sua deformação.

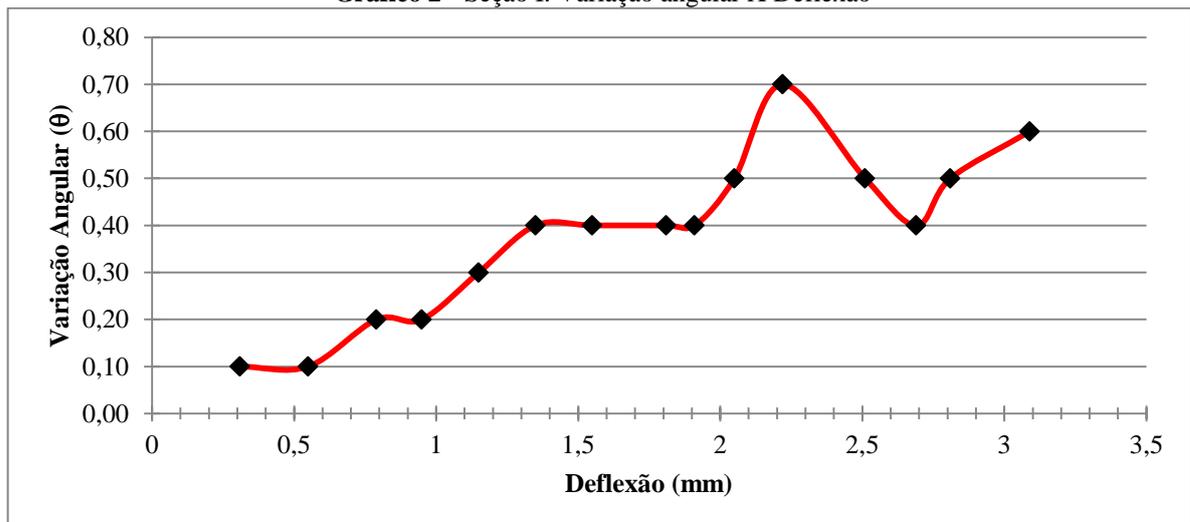
Gráfico 1 - Seção vazada. Variação angular X Deflexão



Fonte: Dados do trabalho, 2016.

Os gráficos apresentaram claramente a região elástica, escoamento e seu comportamento plástico até atingir o momento de sua estricção. Porém na viga vazada como o a parte superior dela que estava sujeita a deflexão houve uma compressão do aço levando a uma ruptura na sua carga máxima.

Gráfico 2 - Seção I. Variação angular X Deflexão



Fonte: Dados do trabalho, 2016.

Já na viga em I onde sua deflexão estava sujeita a ocorrência de tração o material conseguiu suportar quase três vezes mais de carga, isso ocorreu, pois o aço suporta grandes cargas quando sujeito a tração.



4 CONCLUSÕES

i- A otimização da escolha do formato da seção das vigas, objetivando minimizar o valor das tensões normais decorrentes do momento fletor, leva à utilização de seções “I” com mesas (abas) largas e almas (nervuras) estreitas.

ii- A seção I suportou 70% a mais de carga em relação com a seção vazada, sua inércia também era bem maior.

iii- O aço possui alta resistência quando submetido a esforços de tração passando por um período plástico antes de se romper.

iv- Seção vazada possui um modelo que não é eficiente à deflexão, pois sua estrutura está sujeita a uma tensão de compressão. Uma vez que quando aplicado uma força de deflexão causa tensão de compressão na face superior e tensão de tração na inferior.

REFERÊNCIAS

JUDICE, Flávia Moll de Souza; PERLINGEIRO, Mayra Soares Pereira Lima. **RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS IX**. 2005. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE. Disponível em: <http://www.uff.br/resmatcivil/Downloads/ResMatIX/apostila_resmatIX.pdf>. Acesso em: 23 set. 2016.

BARBOSA, Flavio; CURY, Alexandre. **Apostila do Curso de Laboratório de Resistência dos Materiais da Faculdade de Engenharia da UFJF**. 2014. UFJF | Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/10494454-Apostila-do-curso-de-laboratorio-de-resistencia-dos-materiais-da-faculdade-de-engenharia-da-ufjf.html>>. Acesso em: 24 set. 2016.



IMPLANTAÇÃO DE FAIXA ADICIONAL NA MG-354 NO TRECHO DE PATOS DE MINAS A PRESIDENTE OLEGARIO

Caio Cesar Silva Oliveira ⁽¹⁾; Gustavo Pereira de Andrade ⁽²⁾, Diego Henrique Mota ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
ccsoliveiraa@gmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
gustavo.gpandrade@gmail.com

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
diegoh@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o modal rodoviário é responsável por mais de 60% do transporte da produção nacional. Com o intuito de propor diretrizes para implantação de faixas adicionais em aclives das rodovias de pista simples que liga Patos de Minas à Presidente Olegário, este trabalho visa adaptar, às condições de tráfego para uma melhor utilização da via. Em rodovias com 3ª faixa, os veículos mais lentos são motivados a trafegar sobre a faixa mais a direita, liberando a faixa principal para os veículos mais rápidos.

A necessidade de implantar uma 3ª faixa se justifica quando a inclinação do aclive, o volume de tráfego e o percentual de veículos pesados se combinam para degradar a operação da rodovia. Além de diminuir os tempos e viagem de veículos leves, a 3ª faixa proporciona a redução de acidentes inerentes a manobras de ultrapassagens forçadas.

Caminhões carregados quando trafegam em aclives reduzem a velocidade de operação e provocam a formação de pelotões, aumentando o custo operacional e o tempo de viagem dos veículos mais rápidos, além de diminuir a segurança de trânsito. Esses problemas são solucionados quando construídas faixas adicionais, que são obras de melhoria de baixo custo de construção e de menores impactos ambientais quando comparado à duplicação de rodovias. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo estudar a viabilidade e necessidade da implantação de terceira faixa na rodovia MG-354 no trecho que liga Patos de Minas a Presidente Olegário.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada por meio de observação direta, contando os veículos que trafegam no trecho da MG-354, próximo ao posto rodoviário de Patos de Minas. A observação foi feita das 06:00 horas da manhã às 22:00 horas da noite da quinta-feira dia 01/09 a domingo dia 04/09.

Para esta contagem foi utilizada uma tabela do manual do DNIT, 2006. A tabela diferencia os diferentes tipos de veículos de passeio e caminhões. Os carros de passeio são diferenciados por simples ou caminhonetes. Já os ônibus e caminhões são separados por eixos.

Este trabalho teve por objetivo analisar o fluxo existente no trecho da rodovia e chegar a conclusão se há ou não necessidade de ampliação.

Segundo a (Aashto, 2001 apud Pecker, Ribeiro e Cybis, 2003), a implantação de uma terceira faixa deve ser considerada quando:

- O volume horário de veículos na faixa de subida ultrapassa 200 veículos por hora.
- Desse volume pelo menos 10% é constituído por caminhões.
- Uma das seguintes condições esta presente:
 - Prevê-se uma redução de velocidade de pelo menos 15km/h para os veículos pesados
 - A rodovia experimenta queda de dois ou mais níveis de serviço no trecho em subida.
 - O trecho em subida tem nível de serviço E ou F.

De acordo com o DNIT (2006, p.270) são estabelecidos os seguintes níveis de serviço:

– Nível de Serviço E: Nesse nível a percentagem de tempo em filas é maior que 80% em rodovias de Classe I, e maior que 85% em rodovias de Classe II. As velocidades podem cair abaixo de 60 km/h, mesmo em condições ideais. Para condições piores, as velocidades podem cair até 40 km/h em subidas longas. Praticamente não há manobras de ultrapassagem. O maior fluxo total é da ordem de 3.200 ucp/h. As condições de operação são instáveis e de difícil previsão.

– Nível de Serviço F: representa fluxo severamente congestionado, com demanda superior à capacidade. Os fluxos atingidos são inferiores à capacidade e as velocidades são muito variáveis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nas contagens feitas, foram encontrados os seguintes valores para o trafego:

Figura 1 – Veículos Patos – P.O

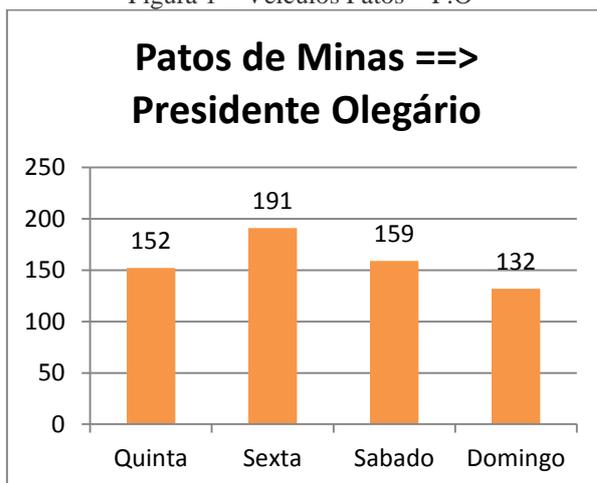
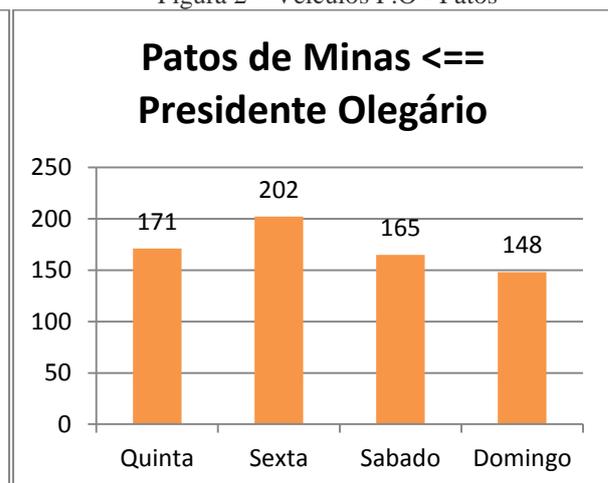


Figura 2 – Veículos P.O - Patos



De acordo com o manual do DNIT (2006), usando contadores manuais, deve-se seguir a seguinte tabela de nível de precisão:

Tabela 1 – Tabela de nível de precisão.

I – Usando Contadores Manuais			
Método	Nível de Precisão	Variações aceitáveis	Observações
(1) - Contagem durante 1 hora, em um dia de semana, entre 9 a.m. e 6 p.m.	D	A contagem pode ser estendida	
(2) - Contagem em um dia de semana, de 6 a.m. até 10 p.m.	C ou D		
(3) - Contagem entre 6 a.m. e 10 p.m. de 5ª Feira até Domingo	C	Pode ser estendida para dias incluindo 2ª Feira	Para a semana use 5 x 5ª + Sábado + Domingo
(4) - Contagem entre 6 a.m. e 10 p.m. em 7 dias consecutivos	C		
(5) - Métodos (1) a (4) em 4 vezes (6) - em intervalos de 3 meses (7) - (usando para (1) e (2) diferentes horas (8) - e dias)	C C B B	O número de vezes pode ser 2,3 ou 6 em vez de 4, alterando de forma semelhante o espaçamento	Calcule os totais de cada semana e então a média das 4 semanas

Fonte: Manual DNIT (2006)

Como foi utilizado o método 3 – Contagem entre 6 a.m. e 10 p.m. de 5ª feira ate Domingo, o VMD (volume médio diário), calcula-se o VMD para semana usando 5x5ªfeira + sábado + domingo. Sendo assim o VMD diário é o seguinte:

Patos > Presidente Olegario = 150,14 veiculos/hora

Presidente Olegario > Patos = 166,85 veiculos/hora

4. CONCLUSÕES

- (i) O VMD semanal não atende as exigências do manual do DNIT para implantação de terceira faixa pois não ultrapassa 200 veículos/hora.
- (ii) O nível de serviço da rodovia atende as exigências para implantação, sendo nível de serviço E.
- (iii) O volume de caminhões trafegando no trecho, passa dos 10% exigidos para implantação de faixa adicional.



REFERÊNCIAS

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários (escopos básicos / instruções de serviço)**. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais**. Rio de Janeiro, 1999. Disponível em: < http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/manuais/documentos/706_manual_de_projeto_geometrico.pdf >. Acesso em: 14 abr. 2016

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto e Pesquisas Rodoviárias. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários (escopos básicos / instruções de serviço)** . 2. ed. Rio de Janeiro, 2005.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto e Pesquisas Rodoviárias. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários: escopos básicos / instruções de serviço**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: < http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/manuais/diretrizes_basicas_instrucoes_servicos.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2016

LIMA, F. A. A. **Otimização de sistemas de faixas adicionais em aclives de rodovias de pista simples**. 2010. 165p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

PECKER, C.C., RIBEIRO, J.L.D., CYBIS, H.B.B., (2003) **A visão dos usuários de rodovias de pista simples sobre a 3ª faixa**. In: III SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E TRANSPORTES, Porto Alegre, Brasil. Disponível em:< http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/publicacoes/art_cybis4.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2016

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETOS PRODUZIDOS COM AGREGADOS RECICLADOS DE RESÍDUOS DE CERÂMICA VERMELHA QUANDO SUBMETIDOS AO ATAQUE POR SULFATOS DE MAGNÉSIO

John Kennedy Fonsêca Silva⁽¹⁾; Rogério Borges Vieira⁽²⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
kennedy31@hotmail.com.br.

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
rogeriobv@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

Há um crescente interesse na redução dos impactos ambientais associados ao setor da construção civil (CABRAL *et al*, 2009), assim, num futuro próximo, o uso de materiais alternativos na construção, tal como os agregados reciclados obtidos a partir do processamento dos Resíduos da Construção e Demolição (RCDs), deve tornar-se mais notório (ANGULO *et al*, 2013).

A incorporação de agregados reciclados em concretos apresenta, no entanto, algumas particularidades que carecem de análise. A heterogeneidade dos RCDs, por exemplo, influi diretamente nas características dos agregados reciclados com eles produzidos e, além disso, os processos construtivos interferem na qualidade do agregado gerado. É imperativo, entender, desse modo, o comportamento desses concretos com relação a algumas propriedades, tanto de natureza mecânica quanto com relação à sua durabilidade (CABRAL *et al*, 2009).

O objetivo deste trabalho é analisar a influência que o ataque por sulfatos de magnésio, em solução aquosa, promove no desenvolvimento inicial de resistência mecânica, nas idades de 3, 7 e 28 dias, de corpos de prova cilíndricos de concreto produzidos com agregados miúdos reciclados de resíduos de cerâmica vermelha em substituição parcial ao agregado miúdo natural, proveniente de areia de rio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ambiente utilizado para a realização dos procedimentos experimentais foi o laboratório Análises Tecnológicas de Materiais de Construção do Centro Universitário de Patos de Minas

(UNIPAM), sendo que os materiais e os equipamentos utilizados foram obtidos deste laboratório.

Os ensaios realizados para a caracterização dos materiais foram: massa específica do cimento Portland (ABNT, 2001a), absorção de água do agregado miúdo (ABNT, 2001b), massa unitária dos agregados graúdo e miúdo (ABNT, 2006), teor de pulverulência dos agregados graúdo e miúdo (ABNT, 2003a), massa específica e absorção do agregado graúdo (ABNT, 2009), composição granulométrica dos agregados graúdo e miúdo (ABNT, 2003b) e massa específica do agregado miúdo (DNER, 1998). O cimento (CP-II-E-32) e os agregados naturais (areia de rio e brita calcária) utilizados foram obtidos de jazidas localizadas na região de Patos de Minas - MG. O agregado reciclado (resíduos de cerâmica vermelha), que foram obtidos em uma obra local, foram triturados e peneirados de modo a obter uma distribuição granulométrica semelhante à do agregado miúdo natural.

Para a confecção do concreto, adotou-se o método de dosagem da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP) (BOGGIO, 2000), sendo que, os materiais foram dosados em massa e o concreto foi confeccionado com a utilização de uma betoneira. Após a confecção, os corpos de prova foram moldados e curados, de acordo com o descrito na NBR 5738 (ABNT, 2015), sendo que, alguns foram submersos em uma solução aquosa contendo sulfato de magnésio. O ensaio de resistência à compressão foi realizado com base na NBR 5739 (ABNT, 2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, os valores obtidos para a dimensão máxima característica (DMC) e para o módulo de finura (MF) dos agregados podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – DMC e MF

Agregado	DMC (mm)	MF
Miúdo natural	2,36	2,49
Miúdo reciclado	2,36	2,37
Graúdo natural	19,00	6,96

Fonte: os autores.

Obteve-se para a massa específica do cimento o valor de 3,039 kg/dm³. Os demais resultados de caracterização física, que foram obtidos para os agregados, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização dos agregados

Agregado	Massa específica (kg/m ³)	Massa unitária – est. solto (kg/m ³)	Massa unitária – est. compactado (kg/m ³)	Pulverulência (%)	Absorção (%)
Miúdo natural	2587	1432	1526	2,9	0,91
Miúdo reciclado	2564	1007	-	5,0	21,3
Graúdo natural	2684	1368	1527	0,2	0,23

Fonte: os autores.

Determinou-se 30 MPa como a resistência esperada para os 28 dias, o que resultou numa relação água/cimento (a/c) de 0,52 para o CP-II-E-32. Fixou-se o intervalo de 80 mm a 100 mm como o abatimento do tronco de cone esperado para o concreto no estado fresco. Os resultados obtidos para o traço do concreto, calculado com a utilização do Método ABCP, podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3 – Traço do concreto

Componente	Massa (kg)	Volume (dm ³)
Aglomerante	1,000	0,329
Agregado miúdo	1,715	0,663
Agregado graúdo	2,750	1,025
Água	0,520	0,520
Total	5,985	2,537

Fonte: os autores.

O teor de substituição de agregados miúdos naturais (areia de rio) por agregados miúdos reciclados (resíduos de cerâmica vermelha) foi de 30 %, em massa.

Os corpos de prova foram moldados e, decorridas 24 horas após a moldagem, foram transferidos uns para a câmara úmida e outros para uma solução aquosa contendo 7,7% de sulfato de magnésio, em massa. Realizaram-se, nas idades de 3, 7 e 28 dias os ensaios de resistência à compressão (Tabela 7).

Tabela 4 – Resistência à compressão

Idade (dias)	Resistência à compressão (MPa)
--------------	--------------------------------

	Controle		Experimental	
	Câmara	Sulfato	Câmara	Sulfato
3	11,35	11,89	11,09	10,15
7	16,09	15,81	16,54	16,09
28	19,86	19,18	18,81	18,03

Fonte: os autores.

4. CONCLUSÕES

- (i) o elevado valor encontrado para o teor de material pulverulento no agregado miúdo reciclado está relacionado ao processo utilizado para o beneficiamento dos resíduos, que, devido à etapa de trituração origina partículas com diâmetros inferiores a 0,075 mm;
- (ii) o concreto produzido parcialmente com agregado miúdo reciclado apresentou desenvolvimento de resistência mecânica nas primeiras idades equivalente ao do concreto produzido exclusivamente com agregados naturais;
- (iii) A presença de sulfatos de magnésio em solução aquosa na concentração em massa de 7,7% não influenciou no desenvolvimento inicial de resistência de ambos os concretos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 23:** cimento Portland e outros materiais em pó: determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2001a. 5 p.

_____. **NBR 30:** agregado miúdo: determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2001b. 3 p.

_____. **NBR 45:** agregados: determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006. 8 p.

_____. **NBR 46:** agregados: determinação do material fino que passa através da peneira de 75 µm, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003a. 6 p.

_____. **NBR 53:** agregado graúdo: determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009a. 8 p.

_____. **NBR 248:** agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003b. 6 p.

_____. **NBR 5738:** procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.9 p.

_____. **NBR 5739:** concreto: ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.9 p.

ANGULO, Sérgio Cirelli *et al.* Separação óptica do material cerâmico dos agregados mistos de resíduos de construção e demolição. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 2, p. 61-73, jun. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16mar. 2016.



BOGGIO, Aldo J. **Estudo comparativo de métodos de dosagem de concretos de cimento Portland**. 2000. 182 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/12575>>. Acesso em: 16mar. 2015.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra *et al.* Desempenho de concretos com agregados reciclados de cerâmica vermelha. **Cerâmica**, São Paulo, v. 55, n. 336, p. 448-460, dez. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-69132009000400016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16mar. 2016.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **DNER-ME 194/98**: agregados: determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: <<http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/meetodo-de-ensaio-me/dner-me194-98.pdf/view>>. Acesso em: 16mar. 2016.



REVESTIMENTO INTERNO DE PAREDES-AVALIAÇÃO COMPARATIVA DOS MÉTODOS PASTA DE GESSO E ARGAMASSA DO TIPO MASSA ÚNICA

Lucas Fernando De Sales Gonçalves⁽¹⁾; Geovana Bomtempo Morais⁽²⁾, Paula Gabriele Campos⁽³⁾, Rodrigo Mendes de Oliveira⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

lucasgoncalves123@gmail.com

⁽²⁾ Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

geovanabomtempo@outlook.com

⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

paula147campos@gmail.com

⁽⁴⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

rodrigomo@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de soluções inovadoras que agilizem a execução do projeto, mantendo a qualidade e o compromisso, com o desenvolvimento sustentável do país, ainda são desafios que devem ser quebrados.

De acordo com Tebaldi et al. (2009), a utilização da pasta de gesso ou gesso liso, como também é conhecida, para o revestimento interno de paredes e tetos é um exemplo das novidades do mercado da construção. A pasta de gesso é vista como um material alternativo de qualidade e de baixo custo quando comparada ao sistema convencional de revestimento com argamassa do tipo massa única. Todavia, embora se observe um interesse crescente no uso da pasta de gesso como revestimento de vedação interna, ainda há um grande desconhecimento a respeito de sua tecnologia de produção, bem como de seu comportamento (TAVARES et al., 2009).

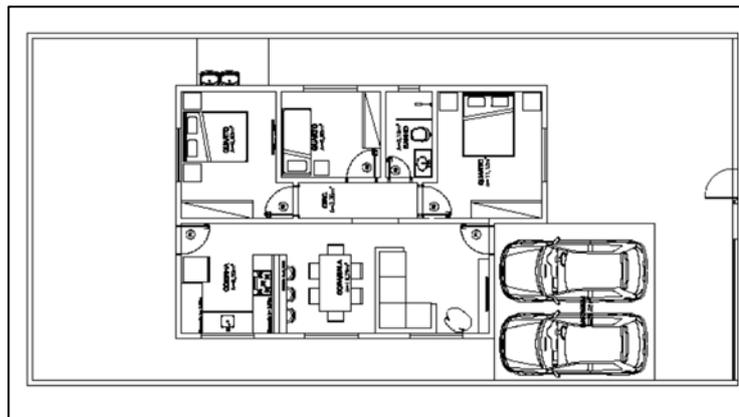
O objetivo geral é desenvolver uma análise comparativa da adoção dos sistemas de revestimento interno de paredes, equiparando a utilização de argamassa do tipo massa única e a utilização da pasta de gesso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A fim de se desenvolver o estudo de caso do presente trabalho, realizou-se a avaliação de dois empreendimentos de padrão popular de uma construtora na cidade de João Pinheiro MG. Ambos os empreendimentos, aqui distinguidos como B1 e B2, apresentam-se ainda em fase

de andamento. A Figura abaixo apresenta a planta baixa dos empreendimentos utilizados no trabalho.

Figura 1 – Planta baixa constituinte do projeto arquitetônico referente aos empreendimentos B1 e B2



Fonte: Os autores.

Os empreendimentos B1 e B2 foram executados em alvenaria estrutural, através de tijolos cerâmicos no empreendimento B1 e de blocos cerâmicos no empreendimento sendo o empreendimento B1 com 100% de aplicação de revestimento interno em argamassa do tipo massa única, enquanto o empreendimento B2 utiliza, em partes, o revestimento de pasta de gesso.

O revestimento interno de argamassa utilizado no empreendimento B1 é a argamassa tipo massa única industrializada, ensacada e caracterizada como de Múltiplo Uso. No empreendimento B2, foram utilizados sacos de gesso e acabamento desempenado. Além disso, utilizou-se selador, retoques de massa corrida e tinta PVA em todas as paredes para concluir o acabamento final.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do acompanhamento realizado, constatou-se que o revestimento interno de paredes com argamassa do tipo massa única é realizado com argamassa industrializada, encontrada em sacos de 50 kg, a qual basta acrescentar água e está apta para utilização, pode também ser utilizada para revestimento de teto, áreas externas e para assentar blocos de alvenaria de vedação. Já o revestimento interno de paredes com pasta de gesso possui como insumo principal o gesso em pó, que também necessita apenas da adição da água para sua execução.

A partir desse levantamento, foi possível estabelecer uma média geral da produtividade de execução para o revestimento com argamassa do tipo massa única (empreendimento B1) e para o revestimento com pasta de gesso (empreendimento B2), representada na tabela 3.

Tabela 1 – Média de produtividade de execução do revestimento interno de paredes

Empreendimento	Média de produtividade de execução do profissional experiente (m ² /dia)	Porcentagem de profissionais experientes no canteiro de obras (%)	Média de produtividade de execução do profissional com pouca experiência (m ² /dia)	Porcentagem de profissionais com pouca experiência no canteiro de obras (%)	Média geral de produtividade de execução (m ² /dia)
B1	39	45	26,5	55	31,7
B2	55	87,5	32,5	12,5	52,25

Fonte: Os autores.

Nas figuras a seguir, foram apresentados ambientes situados no empreendimento B1, antes e após a execução dos revestimentos internos de paredes (Figura 2).

Figura 2 – Ambientes antes e após a execução do revestimento com argamassa do tipo massa única



Fonte: Os autores.

Posteriormente, foram apresentadas imagens (Figura 3) que representam o aspecto final das paredes após o revestimento com pasta de gesso, executado no empreendimento B2.

Figura 3 – Ambientes após a execução do revestimento com pasta de gesso



Fonte: Os autores.

A partir desta análise do aspecto final dos ambientes após a execução de cada um dos métodos de revestimento interno de paredes, foi possível observar que o revestimento com pasta de gesso promove a simplificação do revestimento e acabamento final de paredes, ao contrário do revestimento com argamassa do tipo massa única. Por apresentar uma superfície extremamente lisa e de cor branca, faz-se dispensável o uso de massa corrida, podendo essa superfície ser facilmente coberta por pintura.

Por meio de análise e acompanhamento da obra, obteve-se o quantitativo de material necessário para executar o metro quadrado de cada método construtivo utilizado para revestir paredes internas.

Tabela 2 - Custo de material e mão de obra do revestimento interno de paredes

Revestimento – Método construtivo	Custo unitário de mão de obra (R\$/m ²)	Custo unitário de material (R\$/m ²)	Custo unitário de revestimento (R\$/m ²)
Argamassa industrializada	17,00	9,37	26,37
Gesso	7,20	9,80	17,00

Fonte: Os autores.

4. CONCLUSÕES

- (i) a argamassa utilizada na execução do revestimento com argamassa do tipo massa única é fabricada a uma distância próxima dos empreendimentos em questão, o que facilita e agiliza o seu fornecimento e torna desnecessário o grande estoque do material.



- (ii) o gesso utilizado para execução do revestimento em pasta de gesso provém do nordeste do país, o que dificulta o fornecimento e exige grandes estoques para prevenir quanto à falta do material.
- (iii) dificuldades na base de aplicação e nas condições de trabalho, citando a ausência de luminosidade nos ambientes e paredes fora do esquadro ideal, quando relacionado às argamassas do tipo massa única.
- (iv) na execução do revestimento com pasta de gesso, as dificuldades são relativas à também base de aplicação do revestimento e significativamente devido a características específicas do material gesso.

REFERÊNCIAS

TAVARES, Y. V. P.; LORDSLEMM JÚNIOR, A. C.; SCHIMITZ, I. B. T. A.; JOHN, V. M. **Reaproveitamento do resíduo de gesso na execução de revestimento interno de vedação vertical**. Porto Alegre: Ambiente Construído, 2010. p. 103-119, v. 10, n. 1.

TEBALDI, A. A.; ALEXANDRE, J.; CORDEIRO, G. C.; XAVIER, G. C.; DÉsir, J. M. **Avaliação da Produtividade de Processos Construtivos para Revestimentos de Paredes**. Curitiba: IBRACOM, 2009.



VIABILIDADE DA CONSTRUÇÃO DE FAIXAS ADICIONAIS EM ACLIVES NO TRECHO DA MGC-354 DE PRESIDENTE OLEGÁRIO/MG A PATOS DE MINAS/MG

Igor Alexandre Machado Caixeta⁽¹⁾; Guilherme de Paula Lima⁽²⁾, Diego Henrique da Mota⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

igormc@unipam.edu.br.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

guilhermedepaulalima1@gmail.com.

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

diego@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

As estradas pavimentadas são de suma importância para o transporte de mercadorias e pessoas. A MGC-354 é fundamental para a região pois através da mesma tem-se um grande fluxo de veículos de passageiros e de carga.

A proximidade entre Presidente Olegário/MG as outras cidades da região e Patos de Minas/MG faz com que a rodovia seja utilizada diariamente por pessoas que estudam e trabalham no maior centro.

A MGC-354 entre Presidente Olegário/MG e Patos de Minas/MG possui trechos de lentidão devido a aclives, e também a curvas, que conseqüentemente dificulta a ultrapassagem nos mesmo.

Então uma pesquisa foi desenvolvida para analisar a necessidade da adição de uma faixa nos trechos em aclive da rodovia, visando a segurança dos automóveis que transitam entre ambos os municípios e também daqueles que realizam viagens de maior distância e passam por este trecho.

Portanto, por meio desta pesquisa buscou-se identificar a possibilidade de melhoria do tráfego em aclives na MGC-354, trecho que liga a cidade de Presidente Olegário/MG a Patos de Minas/MG, devido à ampla quantidade de pessoas que se deslocam para o maior centro, e grande número de curvas e subidas localizadas no trajeto.

Desta forma, este trabalho apresenta uma definição e caracterização da rodovia a ser estudada, análise da normatização vigente, e estudo dos possíveis trechos a serem duplicados.

Para tanto, foi feito o quantitativo de veículos que transitam pela rodovia diariamente, para que se conclua a real necessidade da adição de faixas extras de rodagens no trecho estudado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a presente pesquisa, foram levantados dados sobre a MGC-354, tais como a seção da rodovia, o relevo predominante da região, e o fluxo de veículos. Esses dados foram levantados através de pesquisas de dados e de campo. A presente pesquisa foi realizada entre as cidades de Patos de Minas/MG e Presidente Olegário/MG, na MGC-354, situada onde o relevo é 5% plano, 90% ondulado e 5% montanhoso. (PREFEITURA DE PATOS DE MINAS, 2011).

As pesquisas de campos foram baseadas a partir de informações obtidas no Manual de Estudo de Tráfego (DNIT, 2006) para a obtenção do Volume Médio Diário (VMD) para que houvesse a verificação da possibilidade das melhorias de classe e do nível de serviço nos trechos que contém aclives da MGC-354.

Segundo o DNER (1999) as classes das rodovias são divididas em oito (08) tipos de classe, variando da Classe 0 até a Classe IV-B. Essa classificação elenca as rodovias segundo a qualidade da sua malha, quantidade de veículos que transitam na via, tipos de acesso, entre outros.

Os níveis de serviço têm por objetivo quantificar os graus de suficiência que a via tem para atender o seu volume de tráfego existentes previstos em projeto. Possibilitando uma análise técnica e econômica de medidas que ratificam o escoamento daqueles volumes em condições aceitáveis (DNIT, 2006). Sendo seis (06) tipos de níveis de serviços diferentes, qualificados de A à F, sendo A o nível de serviço com melhor condição operacional, e F o nível de serviço com pior condição operacional (ANDRADE, 2013).

A pesquisa de tráfego, foi efetuada a partir do método de contagem manual e o levantamento do fluxo de tráfego consistem em várias formas de contagens e devido ao pouco tempo hábil para a realização da pesquisa de campo, foi escolhido o método de contagem (3) que é a contagem entre 06h a.m e 10h p.m. de quinta-feira até domingo e nos traz um nível de precisão C e essa contagem dar-se-á com o auxílio da ficha de contagem volumétrica I, que é a ficha que permite uma contagem manual. (DNIT, 2006).

Com os dados coletados, juntos ao Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), faz-se uma análise da viabilidade da adição de uma terceira faixa nos trechos em aclive na MGC-354, no sentido de Presidente Olegário/MG a Patos de Minas/MG através do cálculo do Volume

Médio Diário (VDM) de veículos que trafegam pela via, para que através dos resultados do VMD possa ser calculado o N (representa o número de repetições de carga de um eixo padrão trafega na via), e através do mesmo, possa ser averiguada a real necessidade da melhoria de classe da rodovia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados coletados, foi notado um acréscimo grande no número N da MGC-354 em comparação aos últimos resultados de contagens de tráfego registrados pelo DER-MG em 1995.

O N calculado com base nos levantamentos realizados no ano de 1995 pelo DER-MG foi estimado em $1,44 \times 10^6$. Tal dado foi coletado junto ao DER-MG e estava disposto no Projeto de Engenharia Rodoviária da MGT-354, Trecho BR-365 – BR-040, Subtrecho: BR-365 – Presidente Olegário (DER, 1978).

O N calculado com base nos levantamentos feitos no dia 01/09 à 04/09, foi estimado através de cálculos de VMD, do cálculo de Frequência (todos os veículos que passaram na via durante o levantamento), número de eixos, Fe (Fator de eixo, que nos mostra a média de eixo para todos os veículos que passaram pelo levantamento), e FC_{total} (número equivalente de eixos padrão), registrou-se o valor de N foi igual a $1,56 \times 10^7$.

4. CONCLUSÕES

- (i) devido ao aumento do N na comparação entre os levantamentos de 1995 (DER-MG) e de 2016 (Autor), necessita-se de uma melhoria de classe;
- (ii) a classe em que se encaixava a rodovia era a Classe I, necessitando de uma melhoria para a Classe I-B;
- (iii) o nível de serviço da rodovia após a pesquisa, pode ser considerado um Nível de Serviço C, pois o fluxo de tráfego da via é afetado devido a formação das filas, e têm-se uma notória dificuldade para execução para manobras por estreitamento de espaço.



REFERÊNCIAS

AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. Washington, 2001.

ANDRADE, G. R. de. **Geometria e Terraplenagem Rodoviária**: Planejamento de Rodovias. Belo Horizonte: FUMEC, 2013. 48 p.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM. **Projeto de Engenharia Rodoviária da Rodovia MGT - 354**: Trecho BR 365 - BR 040 – Volume 03. Patos de Minas, 1978.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **IPR 706/20: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro: IPR, 1999. 195 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **IPR723: Manual de Estudos de Tráfego**. Rio de Janeiro: IPR, 2006. 384 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PATOS DE MINAS. **Manejo de águas pluviais de drenagem urbana**. Patos de Minas - MG, 2011. Disponível em:
<http://www.patosdeminas.mg.gov.br/arquivos_gerais/01_anexoii%281%29_conc0112.pdf>.
Acesso em: 30/07/2016

QUANTIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADAS EM EDIFICAÇÕES MULTIPAVIMENTOS NA ZONA DE ADENSAMENTO PREFERENCIAL UM DE PATOS DE MINAS - MG

RONI ALISSON SILVA¹, DOUGLAS RIBEIRO OLIVEIRA²; ROGÉRIO BORGES VIEIRA³; BÁRBARA SOARES DE MOTA BRAGA⁴

¹Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. ronealisson01@gmail.com.

²Graduado em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. douglasribeirooliveira@yahoo.com.br.

³Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. rogeriobv@unipam.edu.br

⁴Graduada em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. barbara.smbraga@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A utilização de sistemas construtivos ágeis, novas tecnologias, materiais alternativos e a implantação da norma brasileira de desempenho das edificações habitacionais - NBR 15575-4 (ABNT, 2013), é relevante que estudos sobre acabamento, revestimento e pintura sejam realizados, de modo a fornecer dados e embasamento técnico-científico para a melhor escolha dos sistemas construtivos e materiais adequados de acordo com a exigência intrínseca de cada edificação.

As manifestações patológicas se manifestam no acabamento de edificações com o decorrer do tempo pela exposição a fatores agressivos como a umidade, variações de temperatura, vento, insolação, e a presença de agentes biológicos. O revestimento de fachadas é a parte afetada de maneira mais crítica por manifestações patológicas, devido a sua exposição constante a tais intempéries.

No Município de Patos de Minas, por exemplo, é predominante a utilização de saibros e areias de baixa qualidade em compostos cimentícios rodados na própria obra, dos quais as argamassas, usadas como revestimento, estão constantemente associadas às manifestações patológicas. Segundo Oliveira e Agopyan (1992) a região do Triângulo Mineiro é caracterizada pela utilização de saibro em argamassas de assentamento devido principalmente à disponibilidade de tal material, apesar de o saibro ser indesejável para revestimentos argamassados por apresentar manifestações como trincas, retenção de umidade, e descolamento da película de tinta.

O presente trabalho teve como objetivo diagnosticar as manifestações patológicas e realizar um levantamento quantitativo das mesmas para compreensão do estado de conservação das fachadas na zona de adensamento preferencial um (ZAP-1) da cidade de Patos de Minas-MG.

2. MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado na Zona de Adensamento Preferencial um (ZAP-1) da cidade de Patos de Minas-MG, localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro, microrregião do Alto Paranaíba.

De acordo com a Lei Complementar nº 271 da Prefeitura Municipal de Patos de Minas, o zoneamento institui as regras gerais de uso e ocupação do solo para cada uma das Zonas em que se subdividem as Macrozonas. No caso desta pesquisa, definiu-se que seria objeto de estudo a Macrozona de Adensamento Preferencial um (ZAP-1).

A área de estudo é composta majoritariamente por edificações com dupla utilização, comercial e residencial. Foram adotadas como objeto amostral as edificações acima de dois pavimentos, pertencentes a todos os logradouros do zoneamento referido. As construções foram classificadas em quatro finalidades de acordo com seu uso: de ocupação, residencial, comercial, residencial e comercial e institucional. Já as manifestações patológicas citadas no quadro 1, foram separadas em quatro grupos de acordo com o tipo de manifestação.

Quadro 1: Tipos de manifestações Patológicas pertencente a cada grupo.

Tipos de manifestações Patológicas	Simbologia Adotada	Grupo patológico
Deslocamento de pastilhas ou placas cerâmicas	P-1	Revestimento/Substrato
Fissuração do revestimento	P-2	Revestimento/Substrato
Degradação da pintura	P-3	Pintura
Deslocamento da pintura	P-4	Pintura
Formação de eflorescência	P-5	Percolação de líquidos
Descolamento da argamassa de revestimento	P-6	Revestimento/Substrato
Esfarelamento ou desagregação	P-7	Revestimento/Substrato
Manchamento do revestimento	P-8	Percolação de líquidos
Infiltração de líquidos	P-9	Percolação de líquidos
Fissuras próximas aos vãos de aberturas	P-10	Deformações
Fissuras horizontais	P-11	Deformações
Fissuras verticais	P-12	Deformações

A metodologia consistiu em vistoriar visualmente as edificações, registrando o número de ocorrências patológicas observadas, além da orientação geográfica, finalidade de uso das edificações, compondo ainda, um registro fotográfico para posterior análise. Ressalta-se que na ocorrência de duas ou mais áreas da fachada acometidas com a mesma manifestação

patológica gera-se apenas um registro. Assim, o trabalho retrata o número de casos observados sem fazer distinção entre o grau de acometimento de cada edificação.

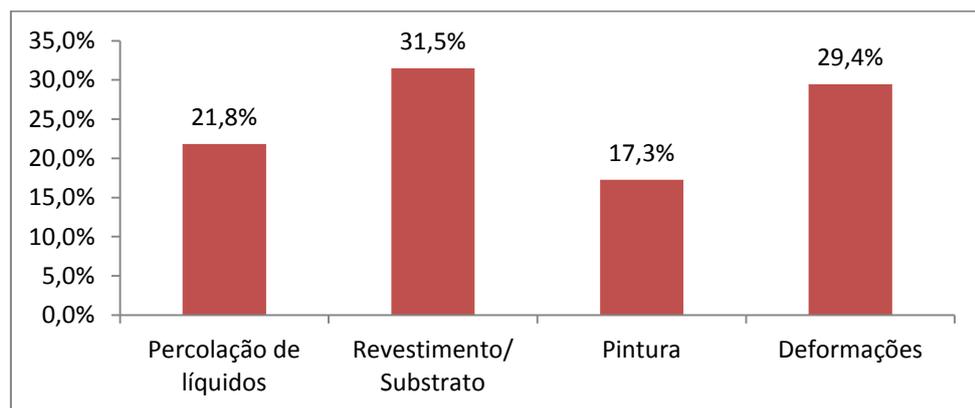
Após coleta de dados fez-se a análise dos resultados de modo a caracterizar o estado de conservação das fachadas e quais as manifestações patológicas eram predominantes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 observam-se as manifestações patológicas detectadas na área em estudo. O principal grupo patológico presente nas fachadas tem relação com o desempenho do revestimento e do substrato, correspondente a 31,5 % dos casos estudados. Esse número pode ser consequência da utilização de argamassas contendo saibro. “As argamassas de revestimento com utilização de saibro apresentam menor desempenho mecânico, devido à presença de alto teor de impurezas orgânicas, e à presença de partículas de características siltsosas”. (OLIVEIRA, VIEIRA. R, VIEIRA; 2016).

As manifestações devidas a deformações se mostraram presentes em 29,4 % dos casos, seguidas pelas manifestações devido à percolação de líquidos, 21,8 %, e na pintura, 17,3% dos objetos de estudo.

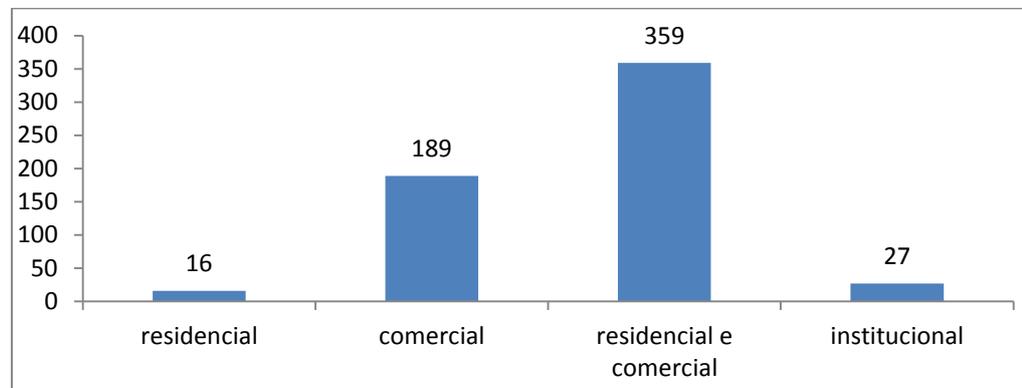
Figura 2. Levantamento quantitativo de manifestações patológicas.



Fonte: Dos autores (2016).

Na figura 3 são apresentados os dados em relação ao tipo de construção. As edificações de dupla finalidade para uso residencial e comercial são as que têm o maior número de casos registrados, devido ao fato já citado de ser uma área predominantemente composta por edificações de dupla finalidade.

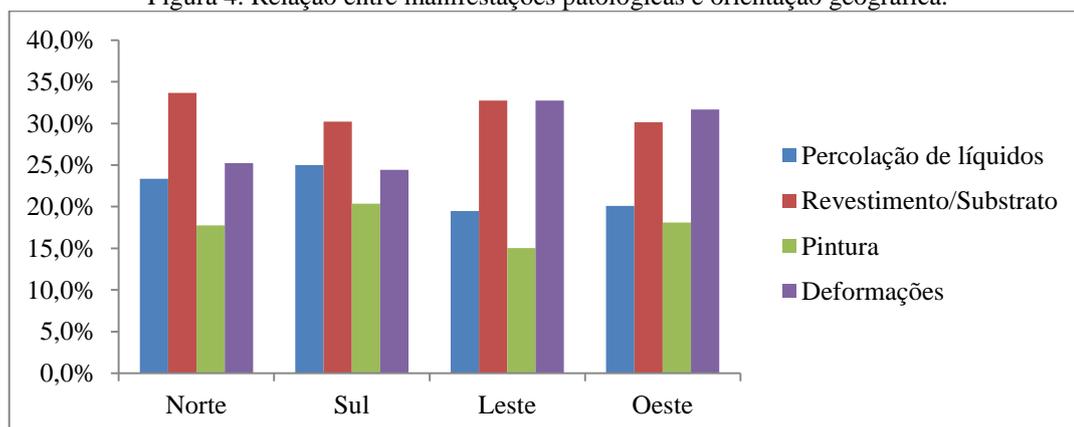
Figura 3. Manifestações patológicas por uso das edificações.



Fonte: Dos autores (2016).

Na figura 4, têm-se a incidência de cada grupo de manifestações patológicas nas quatro orientações geográficas. Ressalta-se a predominância de manifestações no revestimento e substrato em todas as orientações das fachadas. Porém, mostra-se relevante a ocorrência de manifestações devido às deformações da alvenaria nas fachadas voltadas para leste e oeste, as quais recebem maior incidência solar durante todo o ano. A incidência solar mais direta nessas fachadas leva a maiores variações térmica durante o dia, e exige dos revestimentos uma maior capacidade de acomodar deformações.

Figura 4. Relação entre manifestações patológicas e orientação geográfica.



Fonte: Dos autores (2016).

4. CONCLUSÕES

(i) A falta de mão-de-obra qualificada, e a utilização indevida de materiais de baixa qualidade, como saibros, barro, dentre outros, além dos cronogramas construtivos cada vez mais enxutos podem ser tomados como os fatores preponderantes para as manifestações patológicas estudadas;



- (ii) O principal grupo de manifestações patológicas foi detectado no revestimento/substrato com 31,5% dos casos, em contraste às manifestações patológicas ocorridas na pintura, representando 17,3% dos acometimentos patológicos;
- (iii) As manifestações por deformações na alvenaria e revestimento se mostraram mais presentes nas fachadas voltadas para leste e oeste, graças à insolação direta e às maiores variações térmica nos revestimentos empregados.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575: **Edificações habitacionais - Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE**. São Paulo, 2013. 63 p.

Oliveira, D. R; Vieira. R. B; Vieira. S. P. **Correlação entre os índices físicos de argamassas produzidas com diferentes materiais inertes, as manifestações patológicas e as propriedades do revestimento**. In: Congresso Brasileiro de Patologias de Construções, 2., 2016, Belém. Anais... . Belém: Casa Leiria, 2016. p. 823 - 835.

Oliveira, M. B. de; Agopyan, V. **Verificação de algumas propriedades de argamassas com saibro da região de Uberlândia para assentamento de tijolos cerâmicos**. São Paulo: EPUSP, 1992. 40 f. - (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/73).

Prefeitura de Patos de Minas (Município). **Lei Complementar nº 271, de 1 de novembro de 2006**. Institui A Revisão do Plano Diretor do Município de Patos de Minas, e Dá Outras Providências...

AÇÕES DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM OBRAS DE EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

Maria Rafaela de Almeida Pinheiro⁽¹⁾; Bruna Bittencourt⁽²⁾, Emmanuel Inacio da Silva⁽³⁾.

⁽¹⁾ Engenheira Agrícola e Ambiental; Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU. m.rafaelapinheiro@yahoo.com.br.

⁽²⁾ Engenheira Ambiental; Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU. b.tbittencourt@hotmail.com.

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário Maurício de Nassau - UNINASSAU. emmanuel.is@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada atualmente, o setor gerador de maior volume de resíduos e, conseqüentemente, responsável por causar graves impactos ambientais. A grande quantidade de entulho gerado na construção civil têm sido alvo de análises e estudos no meio científico, de forma a buscar soluções que sejam viáveis economicamente e que contribua para minimizar os danos gerados no meio ambiente.

O entulho provocado pelas obras de construção civil são o resultado final de uma linha de produção que sofre com o desperdício desde sua extração, passando no transporte e finalizando na sua utilização da obra (Oliveira e Mendes, 2008). Segundo Ruivo et al. (2004) entre os problemas causados pela má gestão dos RCD, destacam-se: o esgotamento prematuro dos aterros, a poluição visual, a proliferação de espécies indesejáveis como ratos, baratas e insetos e a escassez de fontes de matérias-primas não renováveis.

A Resolução CONAMA nº 307 de 2002, define, classifica e estabelece os possíveis destinos finais dos resíduos da construção e demolição (RCD), além de atribuir responsabilidades para o poder público municipal e para os geradores de resíduos no que se refere à sua destinação.

O presente trabalho tem como objetivo analisar medidas de mitigação de impacto ambiental em obras de construção civil na cidade do Recife, com ênfase nas metodologias construtivas alternativas e em ações que visem o reaproveitamento do resíduo gerado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na região metropolitana do Recife, capital do estado de Pernambuco. Este trabalho foi elaborado a partir de uma pesquisa *in situ* em três construtoras, a respeito das metodologias construtivas adotadas que visavam a gestão ambiental, ganho de produtividade, viabilidade econômica e logística. Após o levantamento *in situ*, foi realizada uma revisão bibliográfica buscando alinhar os dados com as recomendações da legislação vigente e outros estudos sobre o tema.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Corrêa (2009) diz que a sustentabilidade deve ser buscada em todas as faces das ações correlatas ao sistema da construção civil. O passo inicial e primordial para a sustentabilidade nas obras, se dá a partir do compromisso das empresas deste setor em potencializar ações e medidas capazes de desenvolver projetos sustentáveis eficazes. Portanto, a sustentabilidade inicia-se na concepção do projeto, analisando a eficiência energética, o uso racional e aproveitamento da água, o uso de materiais certificados e que causem menor impacto, aproveitamento da ventilação e iluminação natural, aumento de áreas permeáveis, etc.

Em relação ao canteiro de obras, a ação de maior importância refere-se ao gerenciamento dos resíduos sólidos de construção civil, de acordo com o estabelecido no CONAMA 307 (CONAMA, 2002). A norma divide os resíduos em 4 classes (A, B, C e D), além de dispor sobre a obrigatoriedade da elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Desta forma, os resíduos de plástico, papel e metal das obras podem ser encaminhados para a reciclagem, e os demais materiais, aproveitados na própria obra ou em obras posteriores. A Figura 1 apresenta uma imagem de uma caçamba para a separação de resíduos de gesso em uma das obras visitadas.

Figura 1 – Resíduos de gesso



Fonte: Autores (2016)

Entre as principais medidas utilizadas está a substituição dos guarda-corpos de madeira por guarda-corpos metálicos. Na NR-18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (BRASIL, 2008) podem ser encontrados diretrizes para a utilização dos guarda-corpos metálicos provisórios. A Figura 2 apresenta os guarda-corpos metálicos de uma das edificações visitadas. A mesma ideia de substituição dos guarda-corpos metálicos, pode-se levar para as escoras e fôrmas. Esta ação diminuiria os impactos causados pela extração da madeira.

Figura 2 – Guarda-corpos metálicos.



Fonte: Autores (2016)

A utilização de processos construtivos alternativos como a substituição de blocos de concreto por blocos de gesso para a vedação interna, também constitui uma medida de diminuição do impacto. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, após a separação de outros resíduos da construção, os resíduos do gesso readquirem as características químicas da gipsita, minério do qual se extrai o gesso. Desse modo, o material limpo pode ser utilizado novamente na cadeia produtiva, sendo em indústria cimenteira, agrícola ou de transformação de gesso (MMA, 2009).

A Figura 3 apresenta imagens referentes a utilização de blocos de gesso para a vedação interna.

Figura 3 – Blocos de gesso para vedação interna.



Fonte: Autores (2016)

Além das medidas citadas, a utilização de agregados reciclados em substituição aos agregados naturais, evitando a extração de novos recursos naturais e reduzindo o descarte dos resíduos, também foi uma ação verificada nos canteiros de obras. Esses agregados reciclados devem passar por um controle de qualidade que consiste em verificar o teor de contaminantes, a granulometria e o controle da homogeneização.

Para os tapumes, pôde se verificar que muitas obras utilizam materiais recicláveis. E o mesmo ocorre com os *stands* de vendas, que estão sendo feitos em componentes modulares e reutilizáveis.

Outra medida é a utilização de materiais da região, de forma a reduzir o impacto resultante do transporte, além de contribuir no desenvolvimento e geração de renda da localidade.

4. CONCLUSÕES

- (i) Os resultados mostram que o conceito de sustentabilidade tem se tornado frequente em toda a cadeia produtiva da construção civil.
- (ii) Por ser uma das maiores geradoras de impacto ambiental, a construção civil tem investido em métodos que possam minimizar esses impactos.



(iii) Através das ações destacadas neste trabalho, percebe-se que as construtoras estão cada vez mais exigentes não apenas para cumprir o que é exigido em lei, mas por ter uma visão da importância dessas práticas perante o meio ambiente e também o consumidor final.

(iv) Com isso, infere-se que é preciso solidificar e difundir os benefícios trazidos pelas boas práticas adotadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Brasília, DF, 2008.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2002). Resolução N° 307, de 5 de julho de 2002. Ministério das Cidades, Secretária Nacional de Habitação. Publicada no Diário Oficial da União em 17/07/2002.

CORRÊA, L. R. Sustentabilidade na Construção Civil. Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, 2009.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2009). Resíduos do Gesso na Construção Civil. São Paulo: Cartilha.

OLIVEIRA, E. G.; MENDES, O. Gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição: Estudo de caso da Resolução 307 do CONAMA. Goiânia, 2008. Disponível em: <
http://www.pucgoias.edu.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/Continua/GERENCIAMENTO%20DE%20RES%20C3%84DUOS%20DA%20CONSTRU%20C3%87%20C3%83O%20CIVIL%20E%20DEMOLI%20C3%87%20C3%83O%20-%20ESTUDO%20DE%20CASO%20DA%20RESOL____.pdf>. Acessado em: 18/09/2016.

RUIVO, J.; VEIGA, J. Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2004; 75 p.

ACÇÃO DELETÉRIA NO CONCRETO EM DECORRÊNCIA DA REACÇÃO ÁLCALI-AGREGADO

Juliana Maria McCartney da Fonseca⁽¹⁾; Dione Luiza da Silva⁽²⁾, Renata Gomes de Melo Sampaio⁽³⁾, Eliana Cristina Barreto Monteiro⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Engenheira Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. mcartney.juliana@gmail.com

⁽²⁾ Mestranda em Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. dione_luiza@hotmail.com

⁽³⁾ Engenheira Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. renatagmsampaio@gmail.com

⁽⁴⁾ Doutora – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. eliana@poli.br

1. INTRODUÇÃO

Os primeiros casos de reacção álcali-agregado (RAA) expressos na literatura datam de 1940, na Califórnia, analisada pioneiramente pelo inglês Stanton (1940) como “um mecanismo reativo altamente prejudicial entre a sílica do agregado, os álcalis do cimento Portland e outros constituintes da pasta endurecida, cujos indícios manifestavam-se em estruturas de concreto a partir de eflorescências brancas, implicando em expansão e fissuração”.

Dentre as reacções álcali-agregado, as mais recorrentes são do tipo álcali-sílica, iniciadas com ataque aos materiais silicosos dos agregados pelos hidróxidos alcalinos da água dos poros, derivados dos álcalis constituintes do cimento, gerando como produtos um gel álcali-silicato sobre os planos de clivagem ou poros do agregado, que destrói a aderência entre os agregados e a pasta de cimento. O gel tem característica expansiva que implica no surgimento de tensões internas de tração, podendo causar fissuras e degradação no concreto (NEVILLE, 2016).

O tema designa-se em grande importância, uma vez que é crescente o diagnóstico desse tipo de manifestação patológica no Brasil e no mundo. Segundo Valduga (2002), foram diagnosticados 830 casos de RAA em barragens no Brasil, cuja causa principal deu-se em função da reatividade do agregado. Apesar de ser conhecida há mais de 70 anos, ainda não há meios de tratá-las de forma definitiva.

Face ao exposto, o presente trabalho objetiva expor os mecanismos da reacção álcali agregado, baseando-se em casos desse tipo de manifestação patológica encontrados na cidade de Recife-PE, cidade situada na Região Nordeste do Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada no artigo consiste em uma revisão bibliográfica que aborda alguns casos na Região Metropolitana do Recife que apresentaram essa manifestação patológica durante o processo construtivo e durante sua vida útil. O artigo aqui apresentado tem como finalidade contribuir para disseminar um conhecimento mais aprofundado dessa manifestação patológica, além de apontar ações mitigadoras de sua ocorrência, podendo ser visto como uma ferramenta relevante para o meio técnico. O resultado esperado com essa produção é ampliar o conhecimento do tema proposto, em função do crescente número de ocorrência dessa manifestação patológica nas estruturas de concreto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A RAA afeta diversas tipologias de obras em concreto, porém, desenvolver-se-á apenas em presença de umidade (BALBO, 2015). Ressalta-se que a condição de umidade mínima ideal no interior do concreto para que a reação seja suscitada dá-se em percentuais superiores a 85% a 20°C (NEVILLE, 2016).

Em Pernambuco, as primeiras descrições foram feitas em Recife, na investigação da Ponte Paulo Guerra, localizada sobre a bacia do rio Pina. Gomes (2008) diagnosticou, na fundação, a presença de corrosão e de fissuras desordenadas, em forma de “mapas” e verificou a ocorrência do tipo RASS. Através de ensaios feitos no microscópio eletrônico de varredura (MEV) e espectrômetro de raios-X por energia dispersiva (EDS) verificou-se a incidência de bordas de reação esbranquiçadas nos agregados e a ocorrência de gel gretado integrando vazios e poros (Figura 1), com teor de álcalis solúveis equivalente a 0,12 %, o suficiente para induzir a RAA (ANDRADE et al., 2006). Para este caso, optou-se pelo aproveitamento dos blocos existentes, recuperando-os e reforçando-os.

Figura 1 – Fissuras por RAA na Ponte Paulo Guerras



Fonte: Gomes (2008)

Outro caso analisado no Recife foi o de um edifício público construído em 1993, composto de 13 pavimentos. No ano de 2005, quando a edificação completou 12 anos, foi necessário fazer uma pequena reforma de adequação de modelo arquitetônico. Para isto, foi preciso realizar escavações próximas aos pilares, perante a qual foram descobertas manifestações patológicas. De acordo com Gomes (2008), os blocos de fundação apresentaram um quadro de fissuras, sendo os blocos de maior porte da edificação (de 8 e 9 estacas), os com mais intensas e variáveis fissuras, enquanto os blocos secundários (de 1 estaca) apresentavam-se intactos. Diante do quadro apresentado e da análise dos ensaios efetuados, a presença de RAA ficou clara, inclusive sendo evidenciada elevada expansão nos blocos em função das condições favoráveis ao seu desenvolvimento como a presença de agregado reativo, álcalis e umidade (Figura 2).

Figura 2 – Faces superior e lateral de bloco com fissuras pintadas



Fonte: Andrade (2006)

A solução adotada concentrou-se em duas etapas: a) o fechamento das fissuras e trincas, cujo objetivo principal foi de proteger os blocos contra a eventual entrada de produto deletério e umidade - fatores que agravam a reação; e b) o reforço da armadura, essencial para combater

os esforços de tração. Por fim, promoveu-se a vedação dos blocos com material impermeabilizante, de forma a inibir a continuação do processo de RAA.

Um terceiro caso estudado, na mesma cidade, foi o de um prédio comercial construído no ano de 1980, com uma disposição de 11 pavimentos e com área construída de aproximadamente 15.000m². A fundação do edifício é composta por blocos de concreto armado sobre estacas tipo franki e sua estrutura é em concreto armado. Neste estudo, foi observado um quadro fissuratório bastante grave, tanto pela quantidade como pela magnitude de suas fissuras (GOMES, 2008). Observou-se que, além das fissuras verticais nos blocos sobre duas estacas terem ultrapassado as bielas, em dois casos, no fundo do prédio, a RAA debilitou os blocos a tal ponto que as cargas foram redistribuídas para outros blocos. De acordo com o quadro apresentado, foi necessário um mecanismo para recompor a seção do bloco, introduzindo tensões de compressão neste, através de protensão (feita em duas direções, nos blocos maiores), com utilização de barras de Dywidag. Além disso, foi feita a vedação dos blocos para evitar que a contaminação com água do subsolo, por capilaridade, o que realimentaria o processo da reação álcali-agregado (GOMES, 2008).

4. CONCLUSÕES

- (i) Há um grande número de ocorrências de RAA na Região Metropolitana do Recife, com isso é necessário o aprimoramento de soluções adequadas para correção dessa manifestação patológica;
- (ii) Apesar de casos de colapso repentino de estruturas em decorrência da RAA serem extremamente raros, essa manifestação patológica pode desencadear outros tipos de agressões químicas na estrutura afetada que podem comprometer seu desempenho, durabilidade e segurança;
- (iii) Faz-se necessário promover soluções que impeçam o aparecimento dessa manifestação patológica em novas estruturas, pois mesmo que ainda não se tenha soluções corretivas, pode-se evitar que ela se manifeste com métodos eficazes de prevenção.
- (iv) A RAA ainda é pouco estudada pelo meio técnico, o que é bastante preocupante pois, a recuperação das estruturas afetadas é bastante complexa e tem um custo elevado. .



REFERÊNCIAS

.ANDRADE, T., et al., “Investigação do potencial de reatividade para o desenvolvimento de RAA dos agregados miúdos e graúdos comercializados na Região Metropolitana do Recife”. In: II Simpósio Sobre Reação Álcali-agregado em Estruturas de Concreto. 2006, Rio de Janeiro. Anais. São Paulo: IBRACON, 2006. 1 CD-ROM.

BALBO, F. A. N. Um modelo matemático para a formação, difusão e dano químico causado pelo gel formado na reação álcali-sílica no concreto de cimento Portland. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

GOMES, E. A. O. “Recuperação Estrutural de Blocos de Fundação Afetados Pela Reação Álcali-Agregado – a Experiência do Recife”. Recife, Dissertação de Mestrado, Universidade Católica de Pernambuco, 2008.

NEVILLE, A. M. Propriedade dos Concreto. 5ª Edição. São Paulo, 2016.

STANTON, T. E. Expansion of concrete through reaction between cement and aggregate. In: Proceedings of American Society of Civil Engineers. v. 66, n. 10. Dec. 1940.

VALDUGA, L. “Reação álcali-agregado: Mapeamento de Agregados Reativos no estado de São Paulo”. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2002.



CORROSÃO DE ARMADURAS NA ORLA DE BOA VIAGEM, RECIFE-PE

Dione Luiza da Silva⁽¹⁾; Juliana Maria McCartney da Fonseca⁽²⁾, Renata Gomes de Melo Sampaio⁽³⁾, Felipe Nascimento da Silva⁽⁴⁾, Eliana Cristina Barreto Monteiro⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Mestranda em Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. dione_luiza@hotmail.com

⁽²⁾ Engenheira Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. mccartney.juliana@gmail.com

⁽³⁾ Engenheira Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. renatagmsampaio@gmail.com

⁽⁴⁾ Engenheiro Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. felipe.ns@msn.com

⁽⁵⁾ Doutora – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. eliana@poli.br

1. INTRODUÇÃO

A corrosão de armaduras consiste na deterioração mais comum detectada no concreto armado. Este tipo de manifestação patológica pode ser associado a fatores mecânicos, físicos, biológicos e químicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO, 2015).

A corrosão nada mais representa que a tendência natural do elemento voltar a sua fase mais estável, geralmente, sob a forma de óxidos de ferro. Para Figueiredo e Meira (2013), o processo de corrosão do aço no concreto dá-se em fase inicial, na qual os agentes agressivos transformam as condições do concreto que envolve o aço, despассивando a armadura e originando uma célula de corrosão, responsável pela propagação da oxidação.

Há dois fatores que levam à corrosão do aço:

Carbonatação: ocorre quando uma estrutura está exposta a altos níveis de concentração de dióxido de carbono (CO₂), que penetra nos poros do concreto e reage com a umidade presente, dando origem ao ácido carbônico (H₂CO₃). Este, por sua vez, reage com alguns componentes da pasta de cimento, cujo resultado é o carbonato de cálcio (CaCO₃). O CaCO₃ age consumindo o álcalis da pasta, reação que reduz o pH do concreto, tornando-o vulnerável à corrosão.

Penetração de íons cloreto: os íons cloretos favorecem a despассивação da armadura porque sua penetração no concreto inicia um processo de corrosão pela ruptura do filme de óxido do concreto.

O presente estudo foi realizado no Recife com o objetivo de analisar as manifestações patológicas em peças de concreto armado localizadas no calçadão da orla marítima da praia

de Boa Viagem, cuja distância média do mar é de 7m, com uma disposição média de cloretos de 586,27 mg/m².dia. Grande parte das peças inspecionadas está em estágio avançado de deterioração, com a vida útil chegando ao fim. Verificou-se um baixo índice de carbonatação no concreto, fato através do que, por exclusão, pode-se considerar que a despassivação do aço teve origem no ataque de íons cloreto (MOTA et al., 2009).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada no artigo consiste em uma revisão bibliográfica que aborda definições, mecanismos e fatores que induzores, métodos de prevenção e controle da corrosão. Face à revisão literária, a inspeção preliminar foi realizada em julho de 2016, segundo as recomendações do Boletim Técnico da ALCONPAT (2013), o qual orienta um exame visual geral da estrutura por meio de registro fotográfico e o levantamento dos danos. Para a inspeção dos bancos da Orla de Boa Viagem, Recife-PE, foi escolhido o trecho com início na Rua Padre Carapuceiro e o término na Rua Padre Bernardino Pessoa, em um percurso total de 650 metros, com o total de 250 bancos vistoriados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Orla de Boa Viagem localiza-se na Região Metropolitana de Recife/PE e possui 7 km de extensão e, por ser uma das praias mais famosas da cidade do Recife, é um dos pontos turísticos mais visitados da Região.

Dos 250 bancos vistoriados, 90% estão em estados avançados de corrosão, sendo que alguns apresentaram a manifestação apenas na face voltada para praia, outros apenas na face voltada para Avenida Boa Viagem, e outros em ambos os lados, conforme dados seguintes:

- 1) 39 bancos (15,6%) apresentaram sintomas de corrosão apenas na face voltada para praia;
- 2) 83 bancos (33,2%) apresentaram corrosão apenas na face voltada para a avenida;
- 3) 103 bancos (41,2%) corrosão apresentaram corrosão em ambas os lados;
- 4) 25 bancos (10%) não apresentaram sintomas de corrosão .

É importante esclarecer que o fato dos bancos que apresentaram sintomas de corrosão apenas na face voltada para avenida (Figura 1) pode ser explicado porque a água da chuva incide com

menor frequência neste lado e, dessa forma, os íons de cloretos se acumulam e aceleram o processo de corrosão. Por outro lado, na face voltada para praia a água da chuva incide com maior frequência carreando os íons cloreto que atacam as estruturas, resultando em um número menor de ocorrência da corrosão, como verificado na inspeção. Alguns bancos apresentaram significativa perda da seção do aço e manchas de óxidos ferrosos (Figura 2). A maioria, entretanto, está caracterizada por fissuras, desprendimento do concreto e armadura exposta.

Figura 1 – Bancos de concreto da Orla de Boa Viagem



Fonte: Autores (2016)

Figura 2 – Corrosão de armaduras nos bancos de concreto na Orla de Boa Viagem





Fonte: Autores (2016)

4. CONCLUSÕES

- (i) As estruturas afetadas com essa manifestação patológica ficam bastantes comprometidas tanto do ponto de vista estético, quanto do ponto de vista estrutural;
- (ii) Deve-se atentar para os fatores que aceleram o processo de corrosão desde a etapa de projeto, garantindo uma espessura adequada do revestimento do concreto, bem como, atentar para a agressividade do meio onde a estrutura estará inserida;
- (iii) Por se tratar de uma região litorânea, o estudo de caso mencionado no artigo, apresentou a corrosão de armaduras devido à presença de íons cloretos na atmosfera;
- (iv) Essa manifestação patológica pode ser evitada com a realização de manutenções periódicas, e ficou claro no trabalho que não é realizada a manutenção dos bancos vistoriados.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CORROSÃO. **Revista de corrosão e proteção: ciência e tecnologia em corrosão**. Ano 12 nº55. Fevereiro, 2015.

FIGUEIREDO, E. P. e MEIRA, G. - **BOLETIM TÉCNICO 06** – Corrosão das armaduras das estruturas de concreto, ALCONPAT, 2013. Disponível em: <http://alconpat.org.br/wp-content/uploads/2012/09/B6-Corros%C3%A3o-das-armaduras-das-estruturas-de-concreto.pdf> Acesso em: 09 jun. 2016.

MOTA, J. M. F. et al., “Análise das patologias em estruturas de concreto na zona litorânea da cidade do Recife – PE”. X Congresso Latinoamericano de Patología Y XII Congreso de Calidad en la Construcción. **CONPAT 2009**. Valparaíso – Chile



VERIFICAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS E RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA DA PONTE GETÚLIO VARGAS – ILHA DE ITAMARACÁ-PE

Renata Gomes de Melo Sampaio⁽¹⁾; Juliana Maria McCartney da Fonseca⁽²⁾, Dione Luiza da Silva⁽³⁾, Natanielton Pereira dos Santos⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Engenheira Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. renatagmsampaio@gmail.com

⁽²⁾ Engenheira Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. mccartney.juliana@gmail.com

⁽³⁾ Mestranda em Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco-POLI/UPE. dione_luiza@hotmail.com

⁽⁴⁾ Mestrando em Engenharia Civil – Universidade Federal de Pernambuco-UFPE.
natanengenharia.pe@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

A visão do concreto armado como um material de grande resistência e durabilidade tem sido cada vez mais questionada. Medeiros et al. (2011) afirmam que a resistência de uma estrutura de concreto depende diretamente das resistências do concreto, da armadura, da própria estrutura e da ação do meio. A visão do concreto armado como um material de grande resistência e durabilidade tem sido cada vez mais questionada. Medeiros et al. (2011) afirmam que a resistência de uma estrutura de concreto depende diretamente das resistências do concreto, da armadura, da própria estrutura e da ação do meio..

A Ponte Getúlio Vargas, localizada na PE-035, estado de Pernambuco, liga as cidades de Itapissuma à Ilha de Itamaracá, foi construída na década de 1940 e passou por uma recuperação estrutural com ampliação (com incremento de novos elementos como faixas de passeio e guarda-corpos) entre 1991 e 1994, permitindo a usabilidade por moradores da região e transeuntes. Seguindo a normatização imposta pela NBR 6118:1978, conhecida como NB-1, a antiga ponte foi construída com cobrimento recomendado, porém com o passar do tempo foi detectado o surgimento de manifestações patológicas na parte nova da ponte, o que não era esperado. Foi feito, então, um levantamento das manifestações patológicas presentes na ponte, buscando-se identificar os fatores que implicaram na degradação. Esse trabalho tem por objetivo mostrar o estado da ponte Getúlio Vargas, em 2015, identificando as manifestações patológicas presentes, assim como apresentar as medidas necessárias para a recuperação estrutural, escolhendo os materiais mais adequados e viáveis de acordo com as condições do ambiente e da obra. Para fins de metodologia, foi realizada inspeção visual, além do ensaio de

carbonatação para identificar se origem da corrosão das armaduras. Os resultados permitiram identificar as causas das manifestações patológicas, e através deles foram escolhidas as técnicas necessárias para a recuperação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Como metodologia do estudo presente, após revisão bibliográfica e posterior resgate histórico sobre a construção da ponte, foi feita a inspeção visual *in loco*, para identificar as manifestações patológicas mais evidentes, diagnóstico de corrosão de armaduras através do ensaio de carbonatação e definição da conduta para recuperação estrutural.

A Ponte Getúlio Vargas, localizada no município da Ilha de Itamaracá – PE é a única estrutura que liga a ilha ao continente. Foi construída na década de 1940 e, entre os anos de 1991 a 1994, foi realizado um reforço estrutural com acréscimo de elementos.

O ensaio de carbonatação foi realizado em uma das travessas, com profundidades variando a cada 0,5cm, indo de 1,5 até 3 cm, utilizando marreta, talhadeira, borrifador de líquidos, trena e solução de fenolftaleína.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas diversas manifestações patológicas em todos os elementos da ponte, exceto nas transversinas. Os guarda-corpos e passeios da ponte estão em estágio avançado de deterioração, com oxidação da armadura, fissuras, perda de aderência e segregação do concreto, presença de matéria orgânica, e até mesmo colapso. As travessas, por sua vez, são as partes mais danificadas (Figura 1), apresentando fissuras, desagregação e perda de aderência do concreto e oxidação da armadura; já os pilares, além de também apresentarem as mesmas manifestações patológicas das travessas, inclusive com expansão, trincas e rachaduras no concreto. As longarinas, em geral, encontram-se em bom estado de conservação, com apenas poucos pontos de oxidação, acúmulo de matéria orgânica ou umidade.

Figura 1 – Estado de degradação nas travessas (transversinas)



Fonte: Autores (2015)

Com a realização do procedimento, observou-se que, desde a primeira profundidade, a fenolftaleína, apresentou-se transparente na superfície, em seguida já mudara seu pigmento para cor-de-rosa, o que indica que o pH do concreto era maior do que 10. Uma vez que a despassivação do aço, por carbonatação, ocorre com o potencial de hidrogênio próximo a 9, concluiu-se que a oxidação da armadura não teve origem na carbonatação. Logo, pode-se afirmar que a despassivação do aço deu-se pela contaminação por íons cloreto.

Cabe ressaltar falha na execução ou no projeto, uma vez que o cobrimento medido apresentou-se bastante inferior – variando entre de 1,5 a 2 cm – ao recomendado por norma para áreas de agressividade III.

Como recuperação dos guarda-corpos, estruturas que se encontravam bastante comprometidas, deve-se optar pela remoção das ruínas existentes e construção de novos guarda-corpos e passeios, com características semelhantes aos originais, em concreto armado, utilizando aço CA-50 e elementos pré-moldados.

Nas longarinas, travessas e pilares Para estes elementos estruturais, deve-se fazer o preparo do substrato através escarificação mecânica do concreto solto ou desagregado, onde existam indícios de corrosão, entendendo-se, pelo menos, 10 cm além da barra que apresenta corrosão, com um rebarbador eletromecânico. A escarificação deve ser feita de fora para dentro, a fim de evitar lascamentos das arestas e cantos e retirar todo o material solto e segregado, até atingir o concreto não afetado, exibindo toda a armadura oxidada. Em seguida, as armaduras oxidadas deverão ser limpas com o jato de ar comprimido até a completa remoção de



partículas soltas, de modo a garantir a completa retirada de quaisquer vestígios de oxidação. Depois da limpeza, sempre que a redução da seção transversal supere 10%, é recomendável que a seção original da armadura seja recomposta, com colocação de novas armaduras e estribos, utilizando aço CA-50. Estas armaduras de recomposição deverão ser coladas com argamassa de base epóxi, com características mecânicas suficientes para a tensão de trabalho do aço.

Para restaurar as características originais do bloco e garantir a sua impermeabilidade, deverá ser feita a injeção de fissuras com graute de base epóxi, cujo tipo varia de acordo com a abertura da fissura e o procedimento a ser seguido deverá respeitar as recomendações do fabricante.

Estes procedimentos já seriam suficientes para a recuperação estrutural. Conquanto, é recomendado aplicar sobre toda a superfície das armaduras tratadas ou substituídas, pintura com revestimento inibidor de corrosão, além de um bloqueador de poros, produtos compostos por silicatos, que penetram nos poros superficiais e reagem com a potlandita, formando um produto semelhante ao C-S-H. Também, e não menos importante, é imprescindível realizar o projeto de drenagem da para que não haja presença de umidade na estrutura, além retirar toda a matéria orgânica existente, que pode ser causar alterações físico-químicas como a redução do pH, a desagregação superficial e a corrosão das armaduras.

4. CONCLUSÕES

- (i) O desenvolvimento desse estudo proporcionou a realização do levantamento e avaliação das principais manifestações patológicas, além da sugestão de métodos para recuperação da estrutura da Ponte Getúlio Vargas;
- (ii) Erros de projetos e/ou execução mostraram-se notórios, principalmente no que diz respeito ao pequeno cobrimento das armaduras da ponte que está localizada em uma zona de agressividade alta.;
- (iii) Defende-se, com este estudo, maior rigidez ao cumprimento das normas recomendadas, além da fiscalização de projetos e obras e manutenções preventivas, práticas que deveriam ser corriqueiras nas obras de engenharia, mas que ainda não são totalmente efetivadas.



REFERÊNCIAS

MEDEIROS, Marcelo H. F. ; ANDRADE, J. J. O. ; HELENE, Paulo. Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto. In: Geraldo Isaia. (Org.). Concreto: Ciência e Tecnologia. 1 ed. São Paulo: Ibracon, 2011, v. 1, p. 773-808.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projetos de estrutura de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

SOARES, A.P.F.; VASCONCELOS, L.T.; NASCIMENTO, F. B.C. Corrosão em Armadura de Concreto. Ciências exatas e tecnológicas. Maceió | v. 3 | n.1 | p. 177-188 | Novembro 2015 | periodicos.set.edu.br.

RIBEIRO, D. V. e HELENE, Paulo. Corrosão em Estruturas de Concreto Armado. “Teoria, Controle e Métodos de Análise” - 1º edição – Rio de Janeiro, editora CAMPUS, 2014.

PINTAN, M. N. Manifestações Patológicas e Estudos da Corrosão Presente em Pontes do Recife. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil, Universidade de Pernambuco, 2013.

PINTAN, N. M; BERENQUER, R. A. ; JUST, Angelo ; LINS, C. M. M. S. ; MONTEIRO, E. C. B. (2015) "Pathological Manifestations and The Study of Corrosion Present on Bridges on the City of Recife". Electronic Journal of Geotechnical Engineering, v. 20, p. 11893-11907, 2015.



DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Felipe nascimento da Silva⁽¹⁾; Juliana Maria McCartney da Fonseca⁽²⁾, Gisele Medeiros da Silva⁽³⁾, Dione Luíza da Silva⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Engenheiro Civil – Escola Politécnica de Pernambuco - UPE. felipe.ns@msn.com.

⁽²⁾ Engenheira Civil – Escola Politécnica de Pernambuco - UPE. mccartney.juliana@gmail.com

⁽³⁾ Engenheira Civil – Escola Politécnica de Pernambuco - UPE. gms_pec@poli.br

⁽⁴⁾ Mestranda do curso de Engenharia Civil – Escola Politécnica de Pernambuco – UPE.
dione_luiza@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A norma de desempenho NBR 15575 entrou em vigor em 2013 visando a melhoria da qualidade das construções habitacionais, levando em conta a durabilidade e a vida útil das estruturas. A norma é uma ferramenta para estimar a vida útil e analisar o desempenho das edificações. Segundo Silva (2014), a durabilidade é a capacidade de qualidade de um sistema em apresentar um bom desempenho ao longo do tempo, sob certas condições de operação e manutenção especificadas. Para Possan e Demoliner (2013), a vida útil pode ser entendida como o período que a estrutura conserva sua capacidade mínima de resistência e funcionalidade, sendo influenciada pelas frequências de atividade de manutenção e corroborando com as diretrizes previstas na norma NBR 15575 (2013) e considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção do edifício.

Face ao exposto, este artigo tem o objetivo de mostrar os principais fatores intervenientes na durabilidade e na vida útil dos edifícios residenciais e quais as medidas a serem tomadas em todas as etapas do processo construtivo, que assegurem um desempenho satisfatório das edificações e ofereça conforto e segurança aos usuários na fase de uso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Visando o levantamento de dados sobre a adoção de medidas orientadas pela NBR 15575 (2013) no processo construtivo das edificações, aplicou-se um questionário através de e-mail e abordagem pessoal, para o qual foi direcionado aos gestores de obras residenciais de médio e grande porte da Região Metropolitana do Recife (RMR), contendo 8 questões (Figura 1). As primeiras perguntas tratavam de aspectos pessoais, sem solicitar a identificação do



entrevistado, a fim de garantir a imparcialidade das respostas fornecidas; além de questões sobre caracterização e finalidade da obra, início do processo construtivo, dentre outros. As demais questões tinham como foco a Norma de Desempenho, tratando aspectos sobre conhecimento, importância, adoção de medidas e mutação de custos gerados por sua implementação. Cabe ressaltar que, as obras onde se aplicou o questionário estavam inseridas em ambientes de agressividade III e IV, segundo a NBR 6118 (2014). De posse dos resultados, os dados foram compilados em Excel e em seguida foi realizada a sua análise.

Figura 1 - Exemplo da figura

1. Qual a sua função?
2. Qual a finalidade da obra?
 - Habitação
 - Comércio
 - Público
3. Qual o ano de início da obra?
 - Habitação
 - Comércio
 - Público
4. Você conhece a Norma de Desempenho NBR 15575/2013?
5. Você considera a Norma de Desempenho NBR 15575/2013 importante?
6. A sua obra adota as medidas orientadas pela Norma de Desempenho NBR 15575/2013?
7. A utilização da Norma de Desempenho NBR 15575/2013 beneficia a durabilidade e a vida útil das edificações?
8. Em termos no custo, o que mudou no orçamento da obra quando se aplicou Norma de Desempenho NBR 15575/2013?

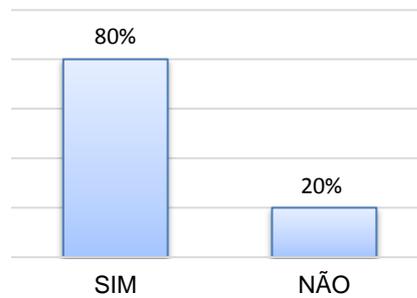
Fonte: Autores (2016)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos com a aplicação do questionário mostram que 40% das obras teve o início das suas atividades depois de 2013 e 60% iniciaram suas atividades antes da norma entrar em vigor. Vale destacar que estão sujeitos aos requisitos da Norma todos os projetos e obras que iniciaram a partir de 19 de julho de 2013.

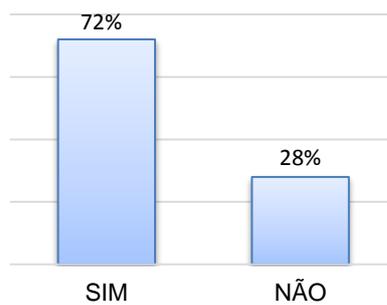
Os questionamentos subsequentes do questionário deram origem aos gráficos explicitados a seguir nas figuras 2, 3 4, 5 e 6.

Figura 2 - Conhecimento da NBR 15575 (2013)



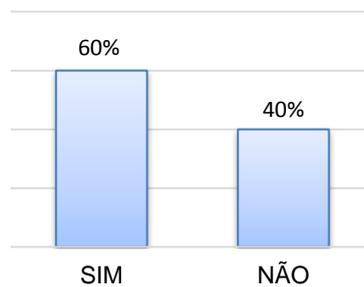
Fonte: Autores (2016)

Figura 3 - Importância da NBR 15575 (2013)



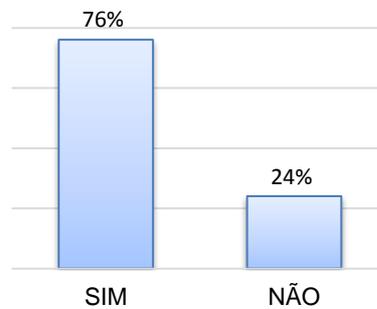
Fonte: Autores (2016)

Figura 4 - Adoção das medidas orientadas pela NBR 15575 (2013)



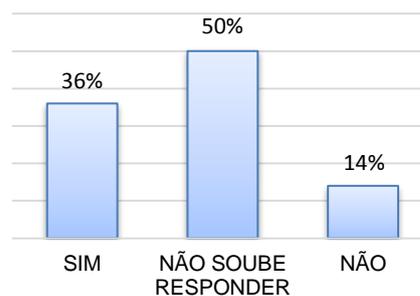
Fonte: Autores (2016)

Figura 5 - Benefício da utilização da NBR 15575(2013) para a durabilidade



Fonte: Autores (2016)

Figura 6 - Custos com relação à utilização da NBR 15575 (2013)



Fonte: Autores (2016)

4. CONCLUSÕES

Quanto à aplicabilidade da Norma de Desempenho nas obras da Região Metropolitana do Recife, observou-se que ainda há resistência por parte dos construtores para sua adoção, tendo em vista que uma boa parte das obras iniciaram suas atividades após a norma entrar em vigor. Em contrapartida observou-se que a maioria dos entrevistados considera a norma importante. Como se trata de uma exigência relativamente recente há certo receio por parte dos profissionais nos canteiros de obra em aderir a novas práticas, desconsiderando a principal exigência do usuário que é a durabilidade e vida útil das edificações. Verifica-se, portanto, a necessidade de maior divulgação no meio, sobretudo dos benefícios e formas de implantação para que haja uma maior conscientização.

Face ao exposto, não há dúvidas da relevância da Norma de desempenho para a garantia da qualidade e durabilidade das edificações atuais. No entanto, é necessária, sobretudo, a elaboração de medidas que visem à fiscalização da adoção nas obras em construção.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575 Parte 1 a 6. **Edificações habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

_____ NBR 5474. **Conectores elétricos**. Rio de Janeiro, 2012.

_____ NBR 6118. **Projetos de estrutura de concreto**. Rio de Janeiro, 2014.

SILVA, M. N. B. (2014). Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF. Brasília: UNB, 2014. Tese (Doutorado em engenharia civil).

POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. 2013. Disponível em: <<http://creaprw16.crea-pr.org.br/revista/Sistema/index.php/revista/article/view/14>>. Acesso em: 3 de junho de 2016.

APPCON – ANÁLISE PRELIMINAR DAS PATOLOGIAS CONSTRUTIVAS

Jhonatas Washington Pereira⁽¹⁾, Leandro Jacinto Moreira⁽²⁾, Camila de Oliveira Santos⁽³⁾,
Celio Adriano Lopes⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
jhonataswashington@rocketmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
leandroj.m@bol.com.br

⁽³⁾ Graduanda em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
camila.olivers7@gmail.com.

⁽⁴⁾ Professor do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
celio@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A população está cada vez mais conectada e conseqüentemente cada vez mais dependente de tecnologias portáteis que facilitam o seu meio comum. Com este progresso deliberadamente a sociedade encontra nos aplicativos moveis meios de conectar pessoas geograficamente distantes e assim, aos poucos, está sendo possível diminuir o distanciamento entre quem precisa de ajuda e quem pode oferecê-la. (Menezes 2016).

Desta maneira, o progresso tem sido bastante significativo no ramo da construção civil, pois, de forma geral, este setor tem caminhado buscando se mobilizar para responder às exigências do novo contexto, adotando medidas para se autenticar em aplicativos de forma que elevem os níveis de qualidade, produtividade e beneficiamento entre o consumidor e o engenheiro.

O mercado da construção civil nos últimos anos cresceu muito devido a mudança de governo, que lançou programas governamentais de moradias e aceleração de crescimento. Com isso veio a facilidade da obtenção de créditos imobiliários e o aumento da classe média, que deu um salto depois da implantação do Plano Real.

Com esse crescimento, têm-se vários aspectos positivos, mas também surgiram os negativos. O mercado aqueceu rapidamente, e com esse aquecimento a falta de funcionários qualificados e o aumento da demanda de materiais fizeram com que, trabalhadores sem qualificação entrassem nesse ramo, assim como a utilização de materiais de má qualidade fossem empregados nas obras. Diante disso, surgiram cada vez mais inúmeras patologias nos imóveis, principalmente relacionadas a fachadas. Patologias estas que serão caracterizadas no aplicativo APPCON.

O APPCON (Aplicativo de Análise Preliminar de Patologias Construtivas) é um aplicativo criado para facilitar o diagnóstico de alguns problemas relacionados à construção civil, como



as patologias. Nele são abordados dez tipos de patologias muito encontradas em fachadas de imóveis urbanos. Além disso, ele também aglomera funções para que pessoas leigas no assunto possam obter informações corretas, como a forma de corrigir aquela patologia, quais materiais utilizar e a quem recorrer em casos mais graves.

Este trabalho tem como objetivo citar e caracterizar o APPCON como uma inovação tecnológica no ramo da construção civil desenvolvida pelos autores do mesmo, demonstrar como o aplicativo móvel pode facilitar a conexão de informações e autorias responsáveis com os leigos na área de patologias nas construções.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Criado no primeiro semestre de 2016, o aplicativo teve como objetivo facilitar a realização do trabalho disciplinar do Projeto Integrador (P.I) referente ao 5º período do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM). O trabalho consistia em classificar as patologias de fachadas da construção civil, de acordo com o tipo de patologia em sua determinada zona de adensamento.

Sem possuir um conhecimento técnico para identificar a ocorrência destas patologias construtivas, foi construído um aplicativo contendo as 10 principais patologias. O intuito era fazer uma pré-identificação de qual sintoma estava presente nas construções.

Observando o potencial do aplicativo, sendo uma inovação tecnológica na área da construção civil, o APPCON recebe uma atualização com o objetivo de ajudar os leigos a identificar as patologias ocorridas em suas residências.

Criado sobre a plataforma Android o aplicativo conta com um informativo, mostrando o que são as patologias, quais as causas, e também as medidas necessárias para que seja feito um reparo. Conta com uma galeria contendo várias imagens para que não se tenha dúvida no diagnóstico de tal patologia, o aplicativo tem incorporado a função “Mail” que consiste numa espécie de consultoria, um campo no qual a pessoa pode enviar uma foto da ocorrência em busca de uma solução mais detalhada para casos específicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O APPCON é uma ferramenta de informação que consiste na identificação das dez principais patologias verificadas visualmente nas fachadas das mais variadas edificações. Com os



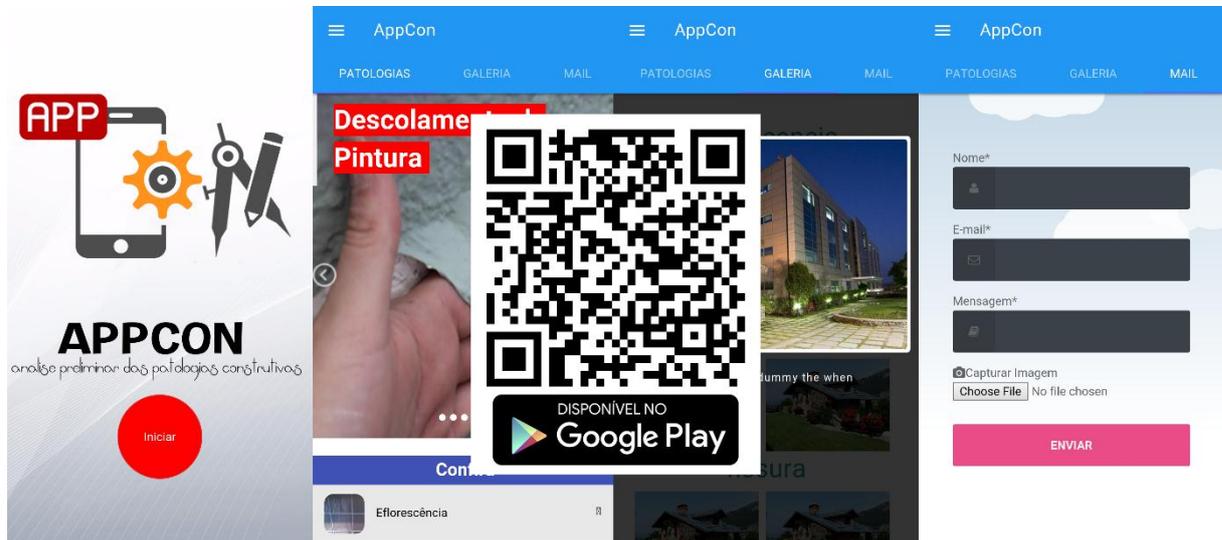
programas de incentivo do governo ligados a construção civil, foram construídas inúmeras obras, as vezes sem a devida atenção em termos de qualidade de execução e/ou de materiais, ocasionando diversos danos. Como o problema surge depois da obra pronta, o morador comum é o primeiro a se deparar com a patologia, não tendo conhecimento técnico para diagnosticar e tomar as medidas corretivas necessárias para solucionar a questão. O APPCON faz com que o morador deste imóvel adquira conhecimento básico preliminar através de diversas imagens das dez principais patologias ocorrentes nas construções, usando estas imagens para comparar com o seu problema em particular. Depois desta comparação com as imagens do aplicativo e identificada a patologia que mais se assemelha ao do imóvel, o usuário tem acesso às informações básicas necessárias de acordo com cada patologia, direcionando a ele a melhor opção para a correção do problema, como surgiu e quais as medidas para a sua prevenção, podendo ser executada pelo próprio usuário ou um profissional especializado da área, dependendo da gravidade da patologia.

Este aplicativo trouxe conhecimento necessário ao usuário para que uma simples análise e correção da patologia numa fase inicial possam evitar maiores danos no imóvel, evitando custos desnecessários ou um prejuízo muito maior.

O APPCON visa diversos benefícios tanto para o usuário quanto para o desenvolvedor.

- Para o usuário: o intuito desta aplicação será instruir o usuário quanto as correções dos danos construtivos, indicando a melhor alternativa a ser tomada, tanto no melhor método de trabalho, os materiais e os produtos necessários para a correção e a mão de obra especializada para executar o serviço, evitando um agravo na edificação que possa ocorrer caso o problema não seja eliminado no estágio inicial, podendo através de uma patologia ocorrer até mesmo o surgimento de outras patologias relacionadas com a de origem.
- Para o desenvolvedor: o APPCON além de ser um aplicativo voltado para o benefício do seu usuário, visa também uma grande aceitação comercial, por ser uma tecnologia de fácil acesso, através dos mais comuns smartphones pelo sistema operacional Android, alcançando inúmeros clientes potenciais, podendo adquirir parceria tanto com estabelecimentos comerciais, quanto aos produtos a serem utilizados e até com o profissional que executará o serviço, seja ele pedreiro, carpinteiro, pintor, engenheiro ou construtora, nas mais variadas cidades ou regiões, que são indicadas pelo APPCON.

Figura 1 – Demonstração do aplicativo APPCON.



4. CONCLUSÕES

- (i) Com o crescente surgimento de patologias, cresce as dúvidas em relação a sua correção. Diante disso, surge o APPCON que visa a facilidade de obter informações corretas para correção das patologias.
- (ii) O APPCON pode ser acessado em qualquer lugar, e de fácil manuseio e obtenção de informações corretas;
- (iii) O aplicativo possui local de fornecimento de propagandas, causando uma maior visibilidade para as marcas empregadas e os profissionais relacionados;

REFERÊNCIAS

MENEZES, Rafael. **Como os aplicativos móveis podem ajudar a sociedade civil?** 2016. Disponível em: <http://googleweblight.com/?lite_url=http://observatorio3setor.com.br/carrossel/aplicativos-moveis-podem-ajudar-sociedade-civil/&ei=0FAGFwhs&lc=pt-BR&s=1&m=361&host=www.google.com.br&ts=1475032627&sig=AKOVD66CiLz7YLMXns5cfeixncnbzq4uCA>. Acesso em 25 set. 2016.

ANALISE NORMATIVA DA ABNT NBR 5419:2015: Estudo de caso do projeto de SPDA implantado no bloco ‘N’ do Centro Universitário de Patos de Minas

Célio Soares de Paula ⁽¹⁾; Eduardo Henrique Calazans Matos ⁽²⁾; Tiago Vieira Silva ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

celio_08@hotmail.com

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.

eduardodematos2@hotmail.com

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

tvsilva@gmail.com

INTRODUÇÃO

Entende-se patologia da construção civil, quando um edifício apresenta defeitos, este exercendo variadas funções para satisfazer às necessidades humanas. A edificação apresenta uma patologia quando não atende adequadamente uma ou mais funções para as quais foi construído.

Os revestimentos da fachada devem proteger e vedar a edificação contra a ação de agentes externos agressivos, quanto ao efeito estético e de valorização patrimonial. Esses revestimentos em muitas ocasiões não são devidamente planejados, fruto de uma manutenção inadequada, ou até mesmo a ausência completa de manutenção. Inspeccionar, avaliar e diagnosticar as patologias, que devem ser realizadas sistematicamente e periodicamente, de modo a que os resultados e as manutenções devem cumprir efetivamente a reabilitação da construção, sempre que for necessária.

MATERIAL E MÉTODOS

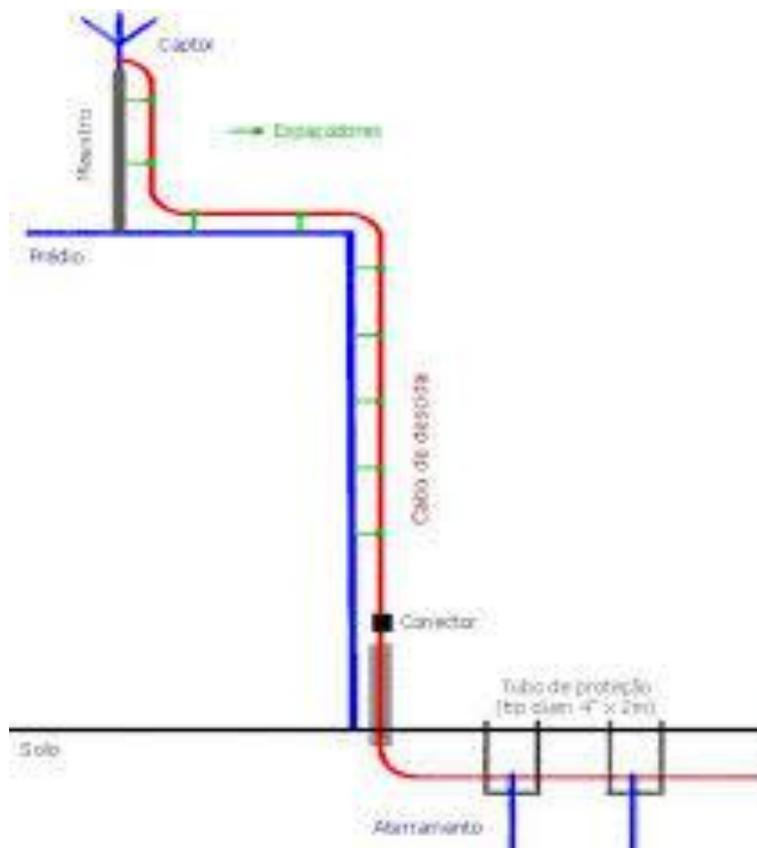
Segundo Lima Filho (Projetos de instalações elétricas prediais, 12^a Ed., 2011), as descargas atmosféricas geralmente atingem os pontos mais elevados, como por exemplo, árvores, edificações elevadas, antenas, chaminés, etc.

Em terrenos com formação granítica ou xistosa, a incidência de descargas atmosféricas é maior por serem terrenos com formação maus condutores. Isso ocorre pela falta de isolamento das descargas não havendo escoamento da carga elétrica.

Partindo desse pressuposto é que os captadores (elemento que recebe a descarga atmosférica) ficam numa cota mais elevada do que a cumeeira de uma edificação por exemplo.

Um SPDA é constituído basicamente de captores, condutores de descida, anéis de equipotencialização e hastes de aterramento.

Figura 1 – Partes constituintes de um SPDA.



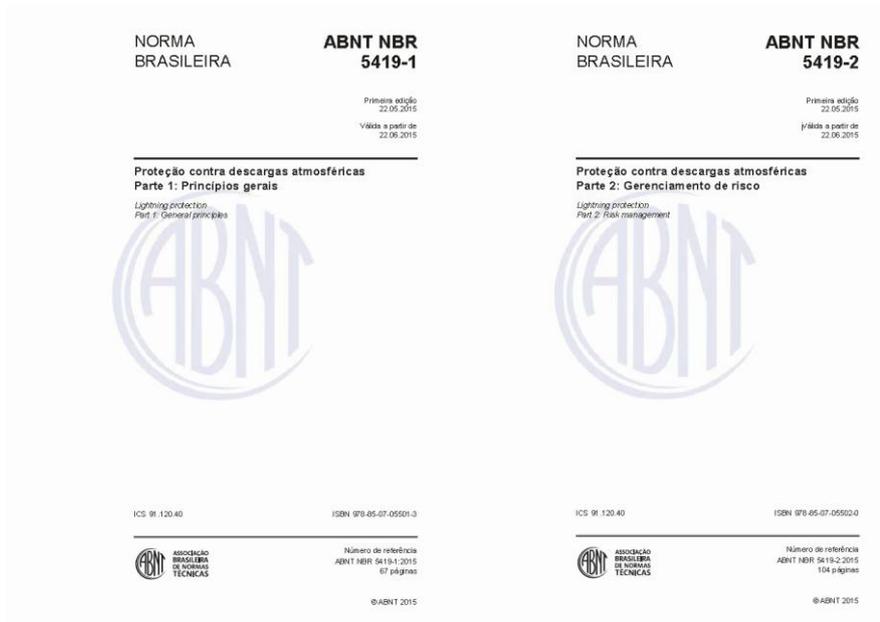
Fonte: Teleco Inteligência em Telecomunicações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os projetos elaborados pelos alunos do presente trabalho tiveram resultados satisfatórios em comparação com o projeto já revisado do bloco 'N' do Centro Universitário de Patos de Minas.

Para a elaboração de um projeto de SPDA, uma série de fatores devem ser levantados como índice cerâmico da respectiva região, tipo de utilização da edificação, condições prováveis a nível de estatística e qualidade dos materiais envolvidos para proteção. Todos os aspectos e condições necessárias estão dispostas na ABNT NBR 5419:2015 dividida em quatro volumes (figuras abaixo) totalizando 309 páginas.

Figura 2 – Volume 1



Fonte: ABNT NBR 5419:2015.

Figura 3 – Volume 2

Fonte: ABNT NBR 5419:2015.

Figura 4 – Volume 3



Fonte: ABNT NBR 5419:2015.

Figura 5 – Volume 4



Fonte: ABNT NBR 5419:2015.

O projeto de SPDA do bloco ‘N’ ainda não foi implantado por ainda estar em obra, de acordo com o cronograma físico da obra o sistema será implantado junto as instalações elétricas.

CONCLUSÃO

Conforme descrito no título, houve grandes mudanças entre as normas ABNT NBR 5419:2005 e ABNT NBR 5419:2015, dentre elas podemos citar o número de páginas que eram 42 páginas para 309 páginas, valor sugerido de 10 ohms na norma antiga para um valor que seja o menor possível na norma nova e sobre o arranjo A que foi retirado na norma nova que tratava do aterramento pontual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA FILHO, Domingos Leite. **Projetos de instalações elétricas prediais**. 12. ed. São Paulo: ERICA, 2011.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **NBR 5419-1:** Proteção contra descargas atmosféricas Parte 1- Princípios gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **NBR 5419-2:** Proteção contra descargas atmosféricas Parte 2- Gerenciamento de risco. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **NBR 5419-3:** Proteção contra descargas atmosféricas Parte 3 - Danos físicos a estruturas e perigos à vida. Rio de Janeiro: ABNT, 2015

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA. **NBR 5419-4:** Proteção contra descargas atmosféricas Parte 4: Sistemas elétricos e eletrônicos internos na estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2015

ANÁLISE EM BLOCOS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADOS INCORPORADOS COM ADIÇÃO DO RESÍDUO PROVENIENTE DO CORTE DE MARMORE E GRANITO (RCMG)

Willian Geraldo da Silva¹, Gustavo Emiliano Andrade de Matos², Rogério Borges Vieira³

¹Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, Rua Major Gote, 808 Patos de Minas - MG, CEP 38700-000. williang18@hotmail.com;

²Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, Rua Major Gote, 808 Patos de Minas - MG, CEP 38700-000. gustavo_cb.11@hotmail.com

³Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM. rogeriobv@unipam.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

Entre as diversas formas de poluição ambiental está a poluição por resíduos industriais, as quais apresentam graves problemas socioeconômicos e ambientais. Diante disso, encontrasse, conforme Bastos *et al* (2005), o setor da construção civil que, apesar de ser um dos maiores e mais importantes setores econômicos no mundo, geram grandes quantidade de resíduos. Um exemplo é a larga escala da produção e consumo de rochas ornamentais, quase que exclusivo do setor.

O setor de rochas ornamentais, como todo grande setor industrial, gera-se uma quantidade vultosa de resíduos sólidos oriundos dessas rochas devido às diversas etapas do seu processo produtivo, tanto na extração de blocos como no processo de beneficiamento de chapas, acabamento final (BASTOS *et al*, 2005).

Diante do exposto, a reciclagem e a reutilização estão entre as principais alternativas na busca pelo desenvolvimento sustentável para minimizar os impactos ambientais, sendo a indústria da construção civil uma grande absorvedora dos seus próprios resíduos como também de resíduos de outros setores industriais, transformando os resíduos em subprodutos possibilitando a economia de matérias-primas não renováveis e de energia (SOARES, 2014).

Neste contexto, este trabalho tem como finalidade avaliar o desempenho da adição dos resíduos gerados no processo de beneficiamento secundário de rochas ornamentais (RCMG) na produção de blocos de concreto pré-moldado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O resíduo do corte de mármore e granito (RCMG) foi proveniente de uma empresa de beneficiamento secundário (marmoraria) de porte médio, localizada no município de Lagoa

Formosa, MG. A coleta se deu com o resíduo ainda úmido, na forma de lama, e posteriormente fez-se a secagem do resíduo, ao ar livre, por um período de 48 horas. Com o material seco, utilizou-se o moinho de bolas para o destorroamento do RCMG.

Para confecção dos blocos foram utilizado cimento do tipo Portland CP-V ARI, da marca Cauê, brita e areia fornecidos pela empresa fabricante de blocos. Antes de ser iniciado o planejamento experimental para composição de misturas, as matérias primas foram caracterizadas quanto à massa específica, massa unitária e distribuição do tamanho de partículas

Os teores de incorporação do resíduo em relação à massa de cimento adotados para essa pesquisa foram de 10%, 15% e 20% além do concreto sem resíduo, que será o concreto de referência (0%). O processo de produção dos blocos se deu por uma empresa que realiza a confecção de pré-moldados em geral, localizada na cidade de Lagoa Formosa.

Para a verificação do efeito da adição do RCMG na resistência à compressão foram moldados seis corpos-de-prova (blocos de concreto) para cada teor. As resistências a compressão foram avaliadas apenas nas idades de 28 dias, de acordo com a ABNT NBR 12118/2013.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização física da areia, brita e RCMG estão relacionados na tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização física da areia, brita e RCMG.

Características	Areia	Brita	RCMG	Unid.
Diâmetro médio part. (D50)	0,6	6,3	0,3	mm
Massa específica	2,61	2,54	2,56	Kg/cm ³
Massa unitária	1,50	1,47	-	Kg/cm ³
Módulo de finura	2,82	5,96	1,34	Kg/cm ³
Dimensão máx. característica	4,75	19	4,75	mm

Fonte: Autores, (2016)

As resistências a compressão foram avaliadas apenas nas idades de 28 dias, de acordo com a ABNT NBR 12118/2013. Os resultados de resistência a compressão são apresentados estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2 – Resistência a compressão dos blocos de concreto pré-moldados aos 28 dias.

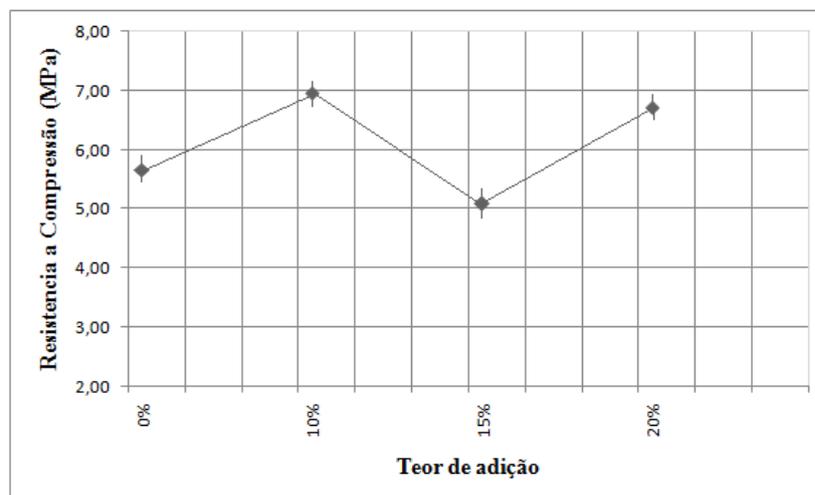
TEOR	RESISTÊNCIA COMPRESSÃO (MPA)	RESISTÊNCIA MÉDIA COMPRESSÃO (MPA)
	A1	5,42
CP 0%	A2	6,28
	A3	6,62

	A4	3,49	
	A5	5,55	
	A6	6,36	
CP 10%	B1	6,78	
	B2	6,62	
	B3	7,76	6,96
	B4	6,38	
	B5	7,48	
	B6	6,72	
CP15%	C1	5,68	
	C2	4,41	
	C3	3,75	5,09
	C4	4,92	
	C5	5,94	
	C6	5,81	
CP 20%	D1	5,90	
	D2	7,74	
	D3	7,32	6,71
	D4	6,49	
	D5	6,95	
	D6	5,88	

Fonte: Autores, (2016)

Observa-se que os concretos com adição de 10% e 20% do RCMG obtiveram valores superiores ao seu respectivo concreto de referência, sendo o CP10% B3 e o CP20% D2 os que alcançaram os maiores valores, respectivamente, 7,76 MPa e 7,74 MPa. Com o aumento da adição de resíduo para 15%, houve uma queda significativa na resistência à compressão em comparação aos concretos de referência, em que um dos blocos, CP15% C3, ficou abaixo do especificado em normal, apenas 3,75 MPa. A Figura 2 representa o gráfico dos resultados médios de resistência à compressão dos blocos de concreto estudados, para melhor visualização.

Figura 1 - Gráfico de Resistência à compressão axial.



Fonte: Autores, (2016)

É possível verificar na Figura 2 que o crescimento da resistência à compressão com a incorporação de 10% e 20% do RCMG em relação à massa de cimento, além da tendência de queda com o aumento da porcentagem 15% de resíduo. Provavelmente o teor de resíduo a 10% permitiu que partículas muito finas atuassem como pontos de nucleação, garantindo uma maior dispersão das partículas de cimento e, assim, melhorando as condições de hidratação (ALMEIDA *et al.*, 2007).

4. CONCLUSÕES

- (i) Sempre que for utilizar o RCMG em matrizes cimentícias, deve-se fazer a análise completa de suas características, pois existe uma variação entre os minerais devido à composição natural das rochas a ao próprio processo de beneficiamento.
- (ii) Com relação às resistências mecânicas, o RCMG proporcionou maior resistência nos blocos com 10% e 20%, comparado aos de referências, e os blocos com adição de 15% do RCMG acabou tendo valores inesperados, por conta do acesso de água na etapa de fabricação.
- (iii) O RCMG é considerado um *filler* que possui elevada finura, e por conta disso, possui um efeito físico de tamponamento dos poros, atuando como pontos de nucleação que refletem no aumento da resistência mecânica.

REFERENCIAS

ALMEIDA, Nuno; BRANCO, Fernando; SANTOS, Jose Roberto. Recycling Of Stone Slurry In Industrial Activities: Application To Concrete Mixtures. In: **Building And Environment**. V. 42, Issue 2, P. 810-819. Lisboa: Feb. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria — Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2014.

BASTOS P. K. X.; NAKAKURA E. H.; CINCOTTO M. A. **Ensaio de Retração de Argamassas nos Estados Fresco e Endurecido – Contribuição para a normalização brasileira**. In: 1º CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, 2005, Lisboa. Anais eletrônicos. Disponível em: <<http://www.apfac.pt/congresso2005/comunicacoes/Paper%2048.pdf>>. Acesso em Novembro, 2014.

SOARES R. B. **Contribuição ao Estudo da Durabilidade de Concretos Produzidos com a Incorporação de Resíduo do Beneficiamento de Rochas Ornamentais**. 2014. 163 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.



CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO DO ABAETÉ-MG, PARA UTILIZAÇÃO EM CAMADAS DE BASE E SUB-BASE DE PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS

Brenda Virgínia Braga Borba ⁽¹⁾, Stela Morais Menezes Santos ⁽¹⁾; Nancy Tiemi Isewak ⁽²⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. trabalhobs@hotmail.com

⁽²⁾ Professor a do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.nancyti@unipam.edu.br

INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), a principal estrutura de transporte no território brasileiro é a malha rodoviária, já que esta possui maior vascularização e densidade em relação aos outros modais.

Devido à importância e dependência do transporte rodoviário, um grande desafio enfrentado é garantir um bom estado de conservação dessas rodovias. Segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT), no ano de 2015, a extensão de malha rodoviária brasileira era de 1.720.607km de rodovias, sendo que destas 12,4% são pavimentadas, 78,6% não pavimentadas e 9,0% planejadas. Nessa mesma pesquisa, foram avaliados o estado de conservação e manutenção, sendo que o resultado mostrou que mais de 50 % das rodovias analisadas possuem pelo menos algum tipo de deficiência. (CNT, 2015)

O pavimento é uma estrutura constituída por camadas sobre a superfície final de terraplenagem, com objetivo de suportar os esforços provocados pelo tráfego de veículos e pelo clima, a fim de melhorar as condições de rolamento, segurança e conforto de forma técnica e econômica. É constituída de agregados e ligantes asfálticos e dividida em quatro camadas: revestimento asfáltico, base, sub-base e reforço do subleito. (BERNUCCI *et al*, 2008)

Para que a pavimentação resista às solicitações de carga e esforços vindos do tráfego, a fim de distribuí-las para a base, é necessário fazer a caracterização dos solos e agregados utilizados nas camadas que compõem a estrutura, assim como um maior grau de compactação, para que este apresente maior resistência à deformação na malha rodoviária. (DNIT, 2006)

Sendo assim, justifica-se um trabalho dessa natureza como uma oportunidade de através dos ensaios de laboratório caracterizar e comparar dois solos diferentes para depois



conciliar com os parâmetros da legislação vigente, e verificar a possibilidade de uso ou não para composição de camadas de pavimentos.

O objetivo geral deste trabalho foi estudar e caracterizar dois tipos de solo da área rural da fazenda Realina, localizada no município de São Gonçalo do Abaeté-MG, estudando suas propriedades, a fim de analisar se o uso dos mesmos atenderá as especificações técnicas impostas na composição de camadas de base e sub-base dos pavimentos rodoviários.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar este trabalho, os solos foram retirados na Fazenda Realina, no município de São Gonçalo do Abaeté- MG. Foram coletados aproximadamente 200kgs de cada solo. O tipo de coleta utilizada foi a deformada, pois ela facilitou a identificação de mudanças dos materiais, sendo separadas a partir da profundidade em que foram retiradas, de acordo com a ABNT NBR 9604:1986- Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e DNER_PRO 003/94- Coleta de amostras deformadas de solo.

Os ensaios para caracterizar os solos, foram realizados no Laboratório de Tecnologia dos Materiais de Construção Civil do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM, regulamentados pelas normas vigentes da ABNT e do DNIT. Foi feita uma análise tátil-visual, constatando a predominância de partículas finas em um dos solos e no outro grossas.

Os solos utilizados passaram por secagem prévia até aproximar da umidade higroscópica, logo após foram desterroados para iniciar a realização dos ensaios de compactação e de caracterização.

Para a determinar a granulometria do solo, eles foram peneirados em malhas diferentes. Com as porcentagens e pesos, foi feita curva da análise granulométrica. No Limite de Liquidez (LL), foi feita a homogeneização da massa de solo, obtendo três pontos de ensaio, com o intervalo de 35 a 15 golpes no cinzel. Já no Limite de Plasticidade (LP), com uma pasta homogênea dos solos, formou-se bolas que foram roladas sobre uma placa de vidro, formando cilindros através da pressão exercida pela palma da mão, até a sua fragmentação.

Na compactação dos solos, a energia utilizada foi a intermediária. Para o solo fino foram utilizados cinco cilindros pequenos com 21 golpes; já para o solo grosso usamos cinco cilindros grandes com 26 golpes. Com os valores encontrados foram feitas as curvas de compactação.

O Índice de Suporte Califórnia (CBR), determina a resistência e a expansão dos solos. A energia de compactação utilizada foi a intermediária. Foram dois corpos de prova, um para cada tipo de solo, sendo cinco camadas com 26 golpes em cada uma. O CBR é um índice determinante para especificação dos materiais que podem ser usados nas camadas de pavimentação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Depois de realizar todos os ensaios, seguindo as normas vigentes, foram feitas as análises dos resultados, a partir dos dados encontrados.

De acordo com os ensaios de granulometria o solo fino possui predominância de silte, com menores porcentagens de areia fina e argila. Já o solo grosso é composto por uma maior quantidade de pedregulhos, com menores quantidades de areia grossa e pequena de areia fina.

Nos ensaios de Atterberg, o solo fino é considerado muito plástico, e o solo grosso de plasticidade média, conforme demonstrado em tabelas abaixo:

Tabela 1A-Limites de Atterberg Solo Fino, 1B- Limites de Atterberg Solo Fino

SOLO PADRÃO FINO		SOLO PADRÃO GROSSO	
Limite de Liquidez (%)	55,62	Limite de Liquidez (%)	29,78
Limite de Plasticidade (%)	32,5	Limite de Plasticidade (%)	18,64
Índice de Plasticidade (%)	23,12	Índice de Plasticidade (%)	11,14

Na compactação dos solos foram analisados cinco corpos de prova e verificou-se que o solo fino atingiu sua umidade ótima de 30,3%, já o solo grosso atingiu com 9,3%. A partir desses resultados foi possível realizar o ensaio de *California Bearing Ratio* (CBR), sendo utilizado um corpo de prova para cada solo, compactado com imersão durante quatro dias, para verificar a expansão e resistência do solo.

O solo fino apresentou uma expansão de 0,2% e resistência de 5,7%. O solo grosso obteve expansão de 0,043% e resistência de 20,9%.

CONCLUSÕES



- (i) O pavimento é uma estrutura composta por camadas de diferentes materiais, estruturadas de modo que atendam aos esforços provenientes do tráfego operacional;
- (ii) De acordo com os resultados *California Bearing Ratio* (CBR) de resistência e expansão, constatou-se que o solo grosso pode ser utilizado apenas em sub-bases;
- (iii) Com os resultados dos ensaios verificou-se que o solo fino para ser usado nas camadas de sub-base e base necessita de acréscimo de agregados para que atinja a resistência exigida pela norma.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9604**: Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas. Rio de Janeiro, Janeiro 2016.

BERNUCCI, Liedi Bariani, et al. Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE-CNT (2015) **Metodologia para avaliação e classificação das rodovias pesquisadas 2015**. Brasília: CNT: Sest/ Senat. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2014/11/ibge-mapeia-a-infraestrutura-dos-transportes-no-brasil/>> Acesso em: 29 de fevereiro 2016.

DNIT. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Pavimentação**. 3.ed. - Rio de Janeiro, 2006. 274p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2014) **Banco de dados INFRAESTRUTURA**. Disponível em:<<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2014/11/ibge-mapeia-a-infraestrutura-dos-transportes-no-brasil/>> Acesso em: 29 de fevereiro 2016.



LEVANTAMENTO DA PRINCIPAIS PATOLOGIAS DE FACHADAS DAS EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE PATOS DE MINAS NO ANO DE 2016

Adriel Augusto dos Santos Silva⁽¹⁾, Jordana Caroline Sousa⁽²⁾, Roger Rodrigues Nunes⁽³⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

Adrielaugusto.santos@gmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.

jordanacaroline1@hotmail.com.

⁽³⁾ Professor do curso de Engenharia civil - Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM

roger.nunes20@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

As patologias nos edifícios preocupam cada vez mais os envolvidos nos processos construtivos. Apesar da utilização de materiais, equipamentos e operários especializados na execução, as consequências tendem a persistir e se agravar. Para corrigir tais patologias, surge a necessidade de reabilitar, reforçar ou reparar, de forma a repor ou reforçar as condições de segurança, higiene e/ou estética do edifício.

Á necessidade de executar as obras em prazos sempre menores, e a escassez de mão de obra qualificada, têm provocado um aumento significativo de complicações nos edifícios. Essas complicações têm sido tratadas com descaso pelos construtores, executando reparos superficiais, sem ao menos buscar as possíveis causas. Restam aos moradores muita preocupação, e prejuízos, pois são eles quem muitas das vezes custeiam o concerto dessas consequências. Resumidas em grandes reformas e reforços; às vezes não justificados pelos construtores. Algumas das patologias, o tempo, o vento, e o ar livre financiam o aparecimento de tais. Daí a importância de manter seu cliente bem informado dos reparos anuais pequenos que devem ser feitos, pra evitar que se tornem grades prejuízos.

Após a verificação minuciosa das causas das patologias em todas as fases do processo construtivo nos edifícios na cidade de Patos de Minas, concluiu-se que, a prevenção é o melhor contributo que o engenheiro responsável pode prestar. Ao realizar este trabalho, pretendemos esclarecer a natureza das patologias mais frequentes encontradas nos edifícios, tentando ajudar os leigos a classifica-las quanto à redução da durabilidade e eventual perigo que possam representar para o mesmo.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram qualificados alguns métodos para classificação desse artigo, presente no Projeto Integrador V, produzido com o auxílio e seguimento do cronograma adotado pelo nosso grupo que segue, e feito baseando se na utilização de mapas da zona ZA-3 (Zona de Adensamento 3). Ainda inclusos: visitas ao local, documentação fotográfica, pesquisas bibliográficas, onde a cada rua que se vistoriava a mesma era “riscada” no mapa e a cada fotografia tirada, com o auxílio do computador, pudemos ver onde o imóvel se localizava com precisão e também o local em que o fotógrafo se encontrava no momento da fotografia.

Contamos com o sistema de GPS embutido no aparelho fotográfico, em que nos foi dado as coordenadas do local. Com auxílio desse método, nos foi permitido à classificação exata por Bairro, Rua ou Avenida. Juntamente á posição da fachada (norte, sul nascente, poente).

Os nossos métodos empregados para a classificação das imagens foram feitos baseando-se no primeiro slide postado pelo professor, onde as patologias foram enumeradas de 1 à 12 e onde nós empregamos o número “zero” pra todas as edificações que à olho nú não apresentavam patologias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada na área ZA-3 no município de Patos de Minas com um total de 176 edifícios vistoriados. Conforme parâmetros urbanísticos do Anexo III da Lei de Zoneamento, Uso e Ocupações dos Terrenos e Edificações de Patos de Minas; as ocupações da zona ZA-3 são para usos residenciais unifamiliar, multifamiliar e não-residencial, com área mínima de 200 m² para lotes, frente mínima de 10 metros e 12 metros para lotes de esquina, com coeficiente de aproveitamento máximo podendo chegar até 1,2, mas respeitando a taxa de ocupação máxima de 70% e a taxa de permeabilidade de 20%.

Contudo, observaram-se 3 patologias que se destacaram em meio as 12 que foram analisadas. Observando a NBR 13816 podemos ver que claramente está citado que se entende por revestimento cerâmico o conjunto “rejunte, cerâmica e argamassa”. Roscoe (2008) acrescenta:

1. Fissuras: quando as fissuras não são causadas por movimentos da estrutura e/ou alvenarias são causadas por fatores internos, como o teor de finos, quantidade de água de amassamento, espessuras de camadas, ausência de vergas e contra vergas e vários outros fatores.
2. Descascamentos: é quando a tinta começa a se descascar e soltar da parede, causada principalmente pela aplicação da tinta sobre superfície úmida, quando aplicada em caiação e sobre o reboco sem tempo de cura adequado.

De acordo com a NBR 13529, sistema de revestimento são o “Conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto.”.

Quando sistemas de revestimentos não apresentam seu pleno desempenho, quando ocorre uma queda de desempenho precoce, são notadas manifestações patológicas, que podem ser causadas principalmente por erros de planejamento, execução e especificação.

De acordo com Pedro *et al* (2002), as patologias são classificadas por suas origens como:

- Congênitas: originadas na fase de projeto;
- Construtivas: originadas na fase de execução da obra;
- Adquiridas: originadas durante a vida útil dos revestimentos;
- Acidentais: originadas por fenômenos atípicos;

4. CONCLUSÕES

(i). A cada patologia analisada pudemos perceber que algumas foram geradas pelo decorrer do tempo, com chuvas e vento forte. Porém, principalmente foi definido por nós, que as causas de maior rejeição são de responsabilidade humana, não apenas responsabilizando o RT, mas acrescentamos culpa também por mau uso e falta de reformas dos moradores e empresários dos locais de estudo.

(ii) O profissional formado em qualquer universidade brasileira atualmente, não se encontra flexível e responsável para trabalhar na área de patologias em construções. Por haver uma necessidade de experiência sobre os funcionamentos de uma construção, sobre o tempo de vida, e principalmente sobre como agir em uma situação de risco de morte, este campo deve ser tratado por profissionais mais qualificados e com experiência ampla.

(iii) Pudemos acompanhar tamanha responsabilidade e experiência que adquirimos com a elaboração deste trabalho. Cada período que se passa, focaremos com um olhar evoluído profissionalmente para tais patologias que desgastam o nosso futuro meio de trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. T. N.; DAVIDE, A. C. Características físicas e químicas de um latossolo vermelho escuro e a sustentabilidade de agroecossistemas. **Rev. Bras. Ci. Solo**.v. 23, n. 4, 1999.

ALVES, B. J. R.; CAMPOS, D. V.; SISTI, C. P. J.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Emprego do isótopo estável C¹³ para o estudo da dinâmica da matéria orgânica do solo. In. ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M; SALTON, J. C. ed. **Dinâmica da Matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados. Embrapa Agropecuária Oeste. 2006. p-133-162.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2 ed. Embrapa – SPI, Brasília. 1997. 212p.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

LOYOLA, J. M. T.; PREVEDELLO, C. L. **Modelos analíticos para predição do processo da redistribuição da água no solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v.27, n. 5, 2003. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n5/v27n5a02.pdf>. Acesso em: 10 set. 2006.

POTTKER, D.& BEN, J.R. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, 22:675- 684, 1998.

SÁ, J.C.M. **Calagem no sistema semeadura direta**, 41:18-22, 1997.

SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de latossolo roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 12, p. 2485 – 2492, 2006.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. **Rev. Bras. Ci. Solo**. Viçosa, v. 27, n. 1, 2003.

STRENGER, R.G. Lei da oferta e da procura. **Jornal Coffee Business**, v.9. n.512, p.3, 2001.

CONTROLE TECNOLÓGICO DO CAP (CIMENTO ASFÁLTICO DE PETRÓLEO) E DO CAP BORRACHA PARA PRODUÇÃO DE CONCRETO ASFÁLTICO

Ariane Francislene Silva; Matheus da Mota Cavalcanti ⁽¹⁾; Nancy Tiemi Isewaki;⁽²⁾

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. ariannef_silva@hotmail.com

⁽²⁾ Professor do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. nancyti@unipam.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O asfalto é um produto derivado a partir da destilação do petróleo. Seu uso é extremamente variado sendo amplamente utilizado em diversos setores.

“O uso em pavimentação é um dos mais importantes entre todos e um dos mais antigos também. Na maioria dos países do mundo, a pavimentação asfáltica é a principal forma de revestimento. (BERNUCCI, et al, 2008)”.

O asfalto é largamente utilizado na pavimentação devido a suas características relacionadas a impermeabilização, a resistência e durabilidade, a sua propriedade ligante que une os componentes que formam o concreto asfáltico, a sua flexibilidade, a sua maleabilidade que permite que seja utilizado em diversas temperaturas, sua resistência em relação a maioria dos ácidos, etc. (BERNUCCI, et al, 2008).

De acordo com Bernucci et al (2008), no que diz respeito a terminologia, as seguintes definições e conceituações são empregadas:

- betume: habitualmente é definido como uma combinação de hidrocarbonetos solúvel no bissulfeto de carbono;
- asfalto: mistura de hidrocarbonetos derivados do petróleo de forma natural ou por destilação, cujo predominante componente é betume, podendo abranger ainda outros materiais, como oxigênio, nitrogênio e enxofre, em pequena proporção;
- alcatrão: é uma designação genérica de um item que contém hidrocarbonetos, que se obtém da queima ou destilação destrutiva do carvão, madeira, etc.

A utilização desses compostos em diversas áreas irá depender se suas características atendem as que as necessidades que lhes for destinada. O cimento asfáltico de petróleo, conhecido com as siglas CAP são obtidos a partir do processo de refinamento do petróleo cru, para a intenção específica de pavimentação, além de outras aplicações. Possuem larga quantidade de betume (hidrocarbonetos não voláteis pesados), e por esse motivo é muitas vezes designados também por betume; possuem cor negra ou marrom muito escuro, sendo muito viscosos e agindo como ligantes, de consistência sólida ou semissólida em temperaturas ambientes (ASPHALT INSTITUTE, 1983, tradução nossa).

O controle Tecnológico é ferramenta importante para verificação das características deste material tão importante para a construção de pavimentos flexíveis. Para tal, é feito diversos experimentos para analisar a conformidade do material está de acordo com as normas e especificações. O presente artigo trata dos ensaios mais usuais realizados com o CAP para verificação de suas características.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram realizados no laboratório de Tecnologia dos materiais seguindo todas as normas de preparação das amostras e execução dos mesmos. Após cada ensaio os valores foram anotados para análise dos resultados e respectivas conclusões.

2.1 ENSAIO DE DUCTILIDADE

O ensaio de ductilidade foi realizado de acordo com a norma DNER 163/1998. Sua função consiste em verificar a capacidade de deformação do concreto asfáltico sem sofrer ruptura. Os equipamentos que foram usados para realização desse ensaio foram: Molde de latão bem como sua base; banho d'água; ductilômetro; estufa; peneira; Termômetro;caçarola e espátula. O molde de latão bem como sua base, já se encontravam dispostos no laboratório para utilização. Assim foi preciso apenas manipular o material betuminoso, aquecendo o mesmo até atingir certa fluidez.

Quando a fluidez foi atingida o material foi passado através de uma peneira em malha e recolhido em uma caçarola. O material retido nesse recipiente foi vertido no molde, passando por um processo de resfriamento e mantido em banho-maria por certo

tempo à temperatura do ensaio. O corpo de prova, devidamente preparado, foi então retirado do molde e então submetido ao ensaio de tração. A velocidade do ensaio será de $(50 \pm 2,5)$ mm/min.

Figura 01 – Realização do ensaio de ductilidade



Fonte: Elaborada pelos autores, 2016.

2.2 ENSAIO DE PONTO DE FULGOR

De acordo com Bernucci et al (2012) o ponto trata-se de um ensaio ligado a segurança de manuseio do asfalto durante procedimentos de transporte, estocagem e usinagem. Tal ensaio foi realizado de acordo com a NBR 11341 (ABNT, 2004). Os equipamentos necessários para realização do ensaio de ponto de fulgor são: Vaso aberto de Cleveland, Termômetro, chamas de gás natural. As amostras do material betuminoso foram aquecidas e inseridas em uma cuba de até a posição do menisco do amostrador. A chama foi então acionada e a temperatura do material foi monitorada. A taxa de aquecimento da amostra será de $(14 \text{ a } 17)^\circ\text{C}/\text{min}$.

Porém, quando a temperatura estiver próxima de 56°C abaixo do ponto de fulgor, a norma nos instrui a diminuir o aquecimento de modo que a taxa de aumento de temperatura nos últimos 28°C antes do ponto de fulgor seja de $(5 \text{ a } 6)^\circ\text{C}/\text{min}$. (NBR 11341, ABNT, 2004). Por fim, quando o ponto de fulgor foi obtido, verificamos a sua temperatura no dispositivo de medição.

Figura 02 - Modelo de equipamento para o ensaio de ponto de fulgor



Fonte: Elaborada pelos autores, 2016.

2.3 ENSAIO DE PENETRAÇÃO

O ensaio de penetração realizou-se de acordo com os preceitos da NBR 6576 (ABNT, 2007). Foram utilizados os seguintes aparelhos: Recipiente em que as amostras serão ensaiadas; penetrômetro com agulha; recipiente para banho d'água; cuba de transferência; cronômetro. As amostras foram aquecidas até tornarem-se fluidas e então colocadas no recipiente de penetração, onde passaram pelo processo de resfriamento.

Em seguida, procedemos com a amostra e a cuba de transferência para o banho d'água. Com a cuba de transferência posicionada no penetrômetro e este devidamente calibrado e inspecionado a agulha do equipamento então penetrou a amostra por 5 segundos. Assim, verificado o resultado no medidor do aparelho e realizado outros três processos de penetração para a mesma amostra.

Figura 03 - Esquema Básico do ensaio de penetração



Fonte: Elaborada pelos autores,2016.

2.4 ENSAIO DO PONTO DE AMOLECIMENTO

O ensaio para a determinação do ponto de amolecimento seguiu as instruções descritas na norma ABNT NBR 6560: 2008- Método do anel e bola. Este ensaio visa medir a temperatura que o asfalto atinge certa consistência e, para a realização do mesmo os seguintes equipamentos foram utilizados: anéis; esferas; guias das esferas; recipiente; suporte para anéis; termômetros.

A amostra moldada em anéis padronizados, foi colocada em banho de água com temperatura controlada. Sendo que os anéis foram colocados suspensos pelo suporte de anéis e termômetros. Sobre a superfície da amostra foi colocada uma esfera de aço mantida pelas guias. Logo após a montagem do conjunto, o mesmo foi aquecido por uma taxa constante fazendo com que a amostra amolecesse dentro do anel e começasse a ceder ao peso da esfera. Foi aferida a temperatura no momento em que a esfera tocou a placa de referência do suporte.

Figura 04- Ensaio do ponto de amolecimento



Fonte: Elaborada pelos autores,2016.

2.5 VISCOSIDADE SAYBOLT FUROL

O Ensaio de viscosidade tem como objetivo verificar a fluidez dos materiais betuminosos nas temperaturas usuais para a utilização desses materiais. O viscosímetro Saybolt Furol é o equipamento usado para verificar o tempo de

escoamento em segundos de 60 ml de amostra fluindo através de um orifício de equipamento anteriormente calibrado (ABNT NBR 149:2003). As temperaturas utilizadas pra realização do ensaio foram 135°C, 149°C, 177°C (DNER-ME 004/94). Os resultados foram anotados para posterior análise.

Figura 05: Ensaio de viscosidade



Fonte: Elaborada pelos autores,2016.

2.6 RECUPERAÇÃO ELÁSTICA

Este ensaio seguiu as orientações da norma rodoviária DNER-ME 382/99. O experimento consistiu em colocar a amostra devidamente preparada em um molde, e introduzi-lo em um banho d'água. Em seguida submetemos a mesma a uma tração capaz de produzir um alongamento de 20 cm, quando o material foi cortado e verificado o seu retorno após 60 minutos de repouso. Após aguardar esse tempo, pode-se observar o quanto o material conseguiu voltar a seu estado original, ou seja, o quanto ele se recuperou.

Figura 06: Preparação da amostra



Fonte: Elaborada pelos autores,2016.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	LIMITES DNIT		RESULTADOS	
		CAP 50/70	CAPFLEX 60/85	CAP 50/70	CAPFLEX 60/85
Penetração (100g, 5s, 25°C)	0,1 mm	50 - 70	40 - 70	61	45
Ponto de Amolecimento, min.	°C	46	60	47,3	62,5
Viscosidade Saybolt Furol a 135 °C, min.	s	141	3000	145	3300
a 150 °C, min.		50	2000	64,8	2150
a 177 °C		30 - 150	1000	47	1090
Ponto de Fulgor, min.	°C	235	235	275	338
Recuperação Elástica a 25 °C, 20 cm, mín.	%	2	85	3	93
Ductilidade a 25 °C, min.	cm	60	-	>100	50

4. CONCLUSÃO

- As amostras submetidas aos testes definidos atenderam as normas e especificações vigentes;
- As amostras de CAP borracha apresentaram maior trabalhabilidade para geração de amostras;

- Características de retração elástica, ponto de fulgor e ponto de amolecimento apontam melhoramento acentuado no CAP borracha.

5. REFERENCIAS

ASPHALT INSTITUTE. Asphalt overlays for highway and street rehabilitation. Lexington: 1983. (Manual series, 17).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6560**: Materiais betuminosos - Determinação do ponto de amolecimento - Método do anel e bola Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. **NBR 6576**: Materiais asfálticos - Determinação da penetração. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

_____. **NBR 11341**: Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Clevelandl. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

_____. **NBR 14950**: Materiais Betuminosos: Determinação da Viscosidade Saybolt Furol. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

BERNUCCI, Liedi Bariani, et al. **Pavimentação Asfáltica**: Formação Básica para Engenheiros. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2008.

BRASIL. DNER – Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER – ME 004/94**: Material betuminoso – determinação da viscosidade Saybolt-Furol de materiais betuminosos a alta temperatura e estabelece valores quanto à repetibilidade e reprodutibilidade. Rio de Janeiro, 1994.

_____. Departamento Nacional de Estradas e Rodagem. **DNER-ME 163/98**: - Materiais betuminosos - determinação da ductilidade. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **DNIT – 130/2010 – ME**: Determinação da recuperação elástica de materiais asfálticos pelo ductilômetro. Rio de Janeiro, 2010.



Utilização do madeirite processado na fabricação de blocos não estruturais de concreto e argamassa

Diemerson Gonçalves da Silva ⁽¹⁾, Geraldo Magelo Vieira Júnior ⁽²⁾,

Ismael Júnior de Oliveira ⁽³⁾, Thalyson Thiago de Oliveira Silva ⁽⁴⁾,

Víctor Daniel de Vasconcelos ⁽⁵⁾, Cleicione Cecília Coelho Oliveira ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. diemersonnenemdgs@gmail.com.

⁽²⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. gjunior019@gmail.com.

⁽³⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. ismaeljunior_oliveira@hotmail.com.

⁽⁴⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. thalyson.thiago@hotmail.com.

⁽⁵⁾ Graduando em Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. victorvasconcelos.08@hotmail.com

⁽⁶⁾ Professora do curso de Engenharia Civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM. cleicione@unipam.edu.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos tem sido crescente a preocupação com a preservação do meio ambiente. Atualmente várias empresas investem cada vez mais em equipamentos e formação de quadros técnicos para eliminar ou minimizar a cultura do desperdício e consolidar a cultura da redução de perdas e reciclagem dos resíduos. De acordo com GRANDI (1995, apud DANTAS FILHO, 2004), reutilizar madeira processada visa melhorar o conforto ambiental da edificação e dá ao resíduo um destino mais nobre que a queima.

A construção civil é um dos setores que provocam maior impacto ambiental devido ao elevado consumo de matéria-prima. De acordo com JOHN (2000) a construção civil utiliza entre 14% a 50% dos recursos naturais que são extraídos da terra. Neste contexto, tem aumentado o interesse pela reciclagem de resíduos diversos, como o pó na indústria madeireira, ou mesmo resíduo de madeirites em obras, tendo como única opção de uso, sua queima ou descarte final. Sabe-se que a queima de madeira resulta na retirada de oxigênio da atmosfera, na liberação de vapor de água e do gás carbônico, agravando ainda mais a poluição ambiental.

Assim sendo, a recuperação dos resíduos de madeira na forma de pó é uma forma mais atraente de solucionar o problema do destino final dos resíduos, tanto do ponto de vista comercial como do ponto de vista ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para oferecer uma boa alternativa de reutilização de materiais não seria viável que o processo exigisse elevados gastos ou a necessidade de mais materiais. Por isso o reaproveitamento das chapas de madeirite é de grande eficácia, pois a única ferramenta necessária é uma máquina que execute a função de moagem das chapas.

Após a moagem é necessário alguns testes, para determinar qual será a proporção do pó de serragem capaz de oferecer a resistência e compressão necessária no serviço desejado, que no nosso caso seria a fabricação de blocos.

Concluído os testes e a escolha da proporção, o pó de serragem poderá ser usado normalmente substituindo a areia durante a fabricação dos blocos, oferecendo algumas vantagens em relação ao bloco convencional como a redução da passagem de calor de fora para dentro do edifício, reduzindo a carga térmica. Isso pode significar redução da potência dos aparelhos de ar condicionado e conseqüentemente a redução do consumo de energia além de uma baixa no seu peso comparado com o bloco fabricado com areia em uma média de 40%.

A única desvantagem encontrada pelos pesquisadores até então, é o fato de que o bloco é um pouco menos resistente que o fabricado com areia, mas continua dentro das normas técnicas da ABNT, o que garante a segurança no serviço.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os estudos feitos em suma se chegou à conclusão de que o bloco de concreto feito com a madeirite processada (serragem) tem um isolamento acústico de 3,5 vezes em comparação com o convencional além de ser significativamente mais barato por ser feito com um material reciclado e devido a isso várias empresas que possuem um olhar mais sustentável e econômico estão se aderindo a essa ideia.

Muito se é discutido sobre a pega da madeira processada junto ao concreto já que alguma substância contida na mesma inibe esse processo, mas deve se destacar que ao fazer uso dessas práticas a Madeira, além de ser bem processada a ponto de ficar como grãos de areia, é também "banhada" em solução alcalina para responder bem a pega.

Além da economia e da ótima função como isolante esse material tem como característica essencial o peso reduzido em 40% comparado ao bloco feito com areia. Por essa característica, o material ganha outras três vantagens: significa menos carga sobre lajes ou vigas

de uma construção, isto é, menos peso na estrutura; tem a vantagem ergonômica, pois o trabalhador que assentará esses blocos carregará menos peso e, portanto, poderá ter uma produtividade maior; e, por último, tem seu transporte facilitado, por pesar menos.

CONCLUSÃO

- (i) O bloco de concreto feito com a madeirite processada (serragem) tem um isolamento acústico de 3,5 vezes em comparação com o convencional.
- (ii) Significativamente mais barato por ser feito com um material reciclado.
- (iii) Peso reduzido em 40% comparado ao bloco feito com areia.

REFERÊNCIAS

DANTAS FILHO, P. F. **“Contribuição ao estudo para aplicação do pó de serra da madeira em elementos de alvenaria de concreto não estrutural.”** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) –Universidade de Campinas - 2004;

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 102 p. São Paulo, 2000. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo

TERCEIRO RELATÓRIO DE RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS II – ENSAIO DE FLEXÃO DE VIGAS METÁLICAS

Adriel Augusto dos Santos Silva, Jordana Caroline Sousa, Roger Rodrigues Nunes, Eduardo Pains.

Graduando em Engenharia civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
Adrielaugusto.santos@gmail.com

Graduando em Engenharia civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
jordana-caroline1@hotmail.com

Graduando em Engenharia civil - Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM.
roger.nunes20@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Flexão é um esforço físico onde a deformação ocorre perpendicularmente ao eixo do corpo, paralelamente à força atuante. A linha que une o centro de gravidade de todas as seções transversais constitui-se no eixo longitudinal da peça, e o mesmo está submetido a cargas perpendiculares ao seu eixo. Este elemento desenvolve em suas seções transversais o qual gera momento fletor. O momento fletor representa a soma algébrica dos momentos relativos a seção YX, contidos no eixo da peça, gerados por cargas aplicadas transversalmente ao eixo longitudinal. Produzindo esforço que tende a curvar o eixo longitudinal, provocando tensões normais de tração e compressão na estrutura.

Em engenharia se denomina flexão ao tipo de deformação que apresenta um elemento estrutural alongado em uma direção perpendicular a seu eixo longitudinal. O termo "alongado" se aplica quando uma dimensão é dominante frente às outras. Um caso típico são as vigas, as que estão projetadas para trabalhar, principalmente, por flexão. Igualmente, o conceito de flexão se estende a elementos estruturais superficiais como placas ou lâminas.

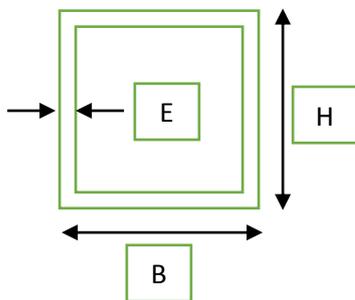
2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização do ensaio foi colocado um corpo de prova de cada vez na prensa hidráulica para flexão até o ponto de ruptura, cada corpo de prova tinha aproximadamente 90 centímetros de comprimento, a prensa exerceu uma força pontual em dois pontos com aproximadamente 45 centímetros de distância até a ruptura do corpo de prova, um

extensômetro foi utilizado para medir o deslocamento do corpo de prova e um aparelho para medir o ângulo de deformação da viga.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Corpo de prova I



Dimensões Figura I

Base (B) (mm)	Altura (H) (mm)	Espessura (E) (mm)
50	99,8	3,1
50	99,7	3,2
50	100	3,1

Ensaio de flexão

θ (°)	Flecha ($mm * 10^{-2}$)
0,1	31
0,2	61
0,3	90
0,3	119
0,3	137
0,3	174
0,5	210
0,5	313
0,6	380

Inercia (cm^4)	Tensão (Mpa)
112,12	18,12

Gráfico Θ° x Flexão

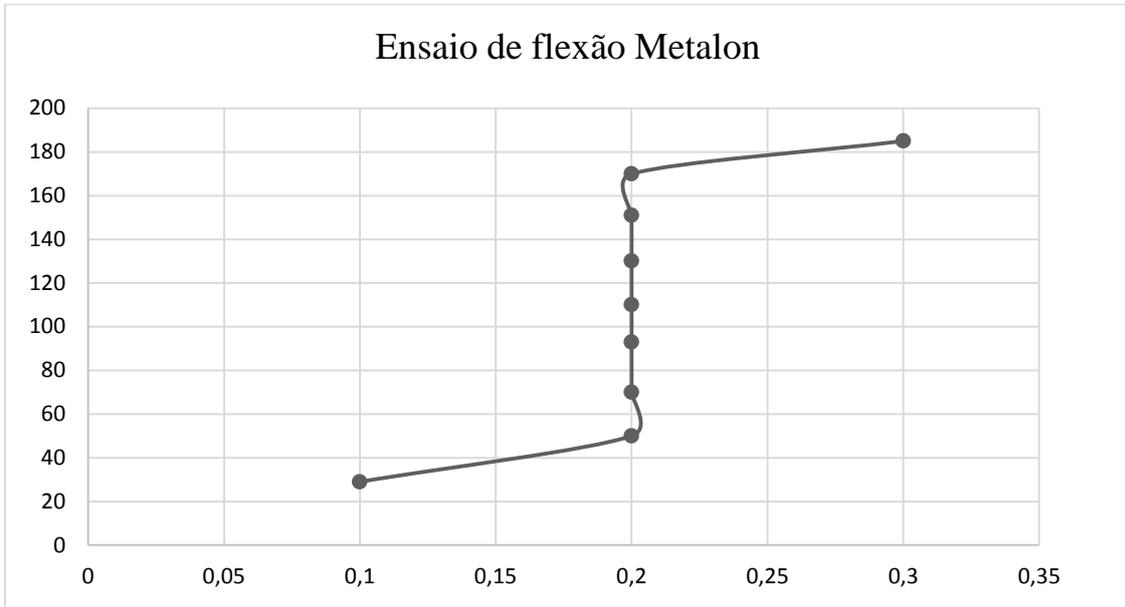


Diagrama de Esforço cortante

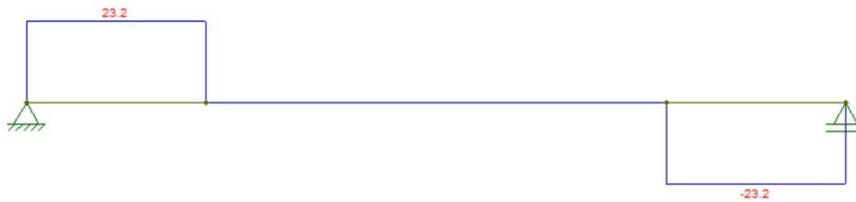
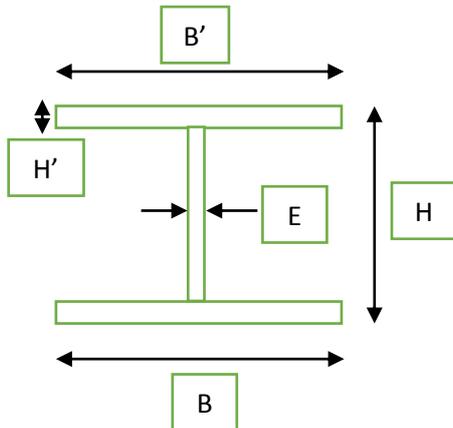


Diagrama de Momento fletor



Corpo de Prova II



Dimensões Figura II

Base (B) (mm)	Base sup. (B') (mm)	Espessura (E) (mm)	Altura (H) (mm)	Altura lat. (H') (mm)	(H') média (mm)
66,2	65	5	101	9,4	7,9
66,5	64,9	5	102	8,2	7,9
66,3	65	5	101,7	6,1	7,9

Ensaio de flexão

θ (°)	Flecha ($mm * 10^{-2}$)
0,1	29
0,2	50
0,2	70
0,2	93
0,2	110
0,2	130
0,2	151
0,2	170
0,3	185
0,3	200
0,3	214
0,4	231
0,4	246
0,5	255

Inercia (cm^4)	Tensão (Mpa)
328,02	18,14

Gráfico Θ° x Flexão

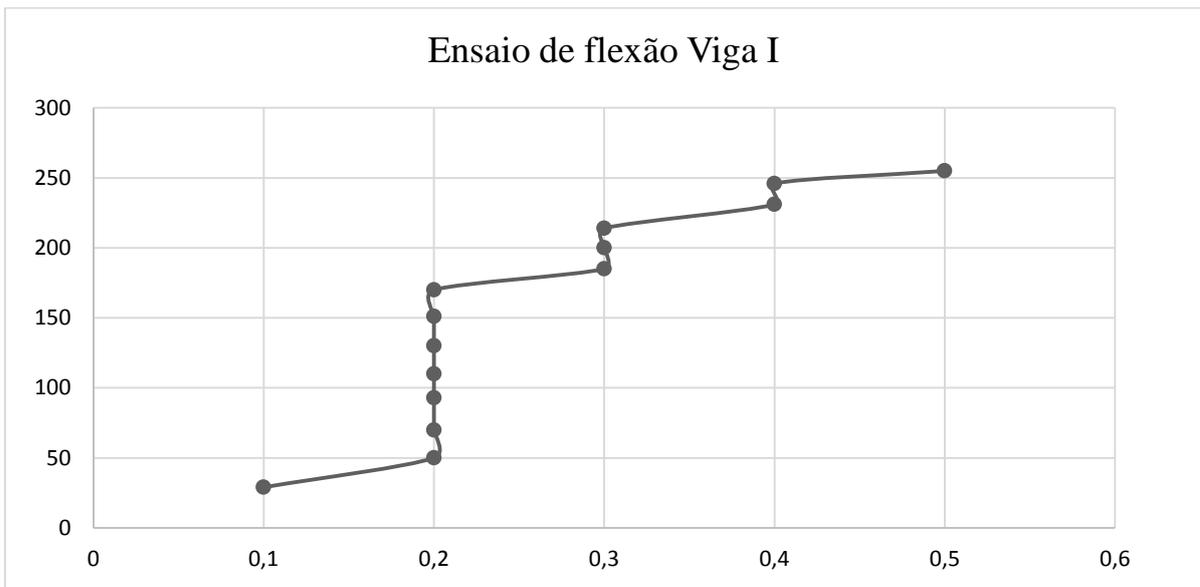


Diagrama de Esforço Cortante



Diagrama de Momento Fletor





4. CONCLUSÕES

A viga “T” tem uma resistência à cargas três vezes maior comparada com a de metalon pois sua inercia é três vezes maior;

Materiais metálicos tem uma deformação muito pequena até a ruptura, não existem normas brasileiras para comparar com os dados experimentais.

5. REFERÊNCIAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS CENTRO DE ENGENHARIAS. Flexão. Disponível em <<http://www.professores.uff.br/salete/res1/aula11.pdf>>. Acesso 20 de setembro de 2016.

SALETE SOUZA DE OLIVEIRA BUFFON. Tensões de Flexão nas Vigas. Disponível em <<http://wp.ufpel.edu.br/alinepaliga/files/2013/09/Unidade-61.pdf>>. Acesso 20 de setembro de 2016.