

MATERIAIS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA APOSTILA DE CONSULTA RÁPIDA PARA ESCOLHA DO MELHOR MATERIAL

Guilherme Ribeiro de Moura*

Felipe Ribeiro Uzelotto**

Thaise Moser Teixeira***

RESUMO: A pesquisa trata de analisar os materiais considerados como os melhores para a construção civil em Maringá. O objetivo deste estudo, portanto, foi usar como base a experiência que se teve, a partir de informações de profissionais da área de engenharia e arquitetura, em se tratando do desempenho de diferentes materiais quanto a sua resistência no componente estrutural de uma casa. Durante o trabalho, deste modo, foram analisados diversos materiais com base em autores de renome nesta área, e, ainda, para explorar a pesquisa em campo, foram analisados os materiais segundo a experiência de profissionais maringaenses. Dentre os materiais mais utilizados ou recomendados por estes profissionais, com base em sua atuação de mercado e experiência na área, foram mais citados, em ordem de hierarquia, concreto armado, alvenaria estrutural/convencional, aço, pré-moldado e madeira, respectivamente. O público pesquisado declarou que avalia o uso desses materiais convencionais como satisfatório, porém ultrapassado (ainda que não obsoleto), pois analisam a necessidade de inovar sempre na escolha de materiais e técnicas para construção civil. A produção e disponibilização de uma apostila de consulta rápida para escolha do melhor material, mesmo tendo uma demanda no mercado (pois todos os profissionais participantes deste estudo afirmaram que se existisse uma apostila deste gênero, eles a usariam como material de consulta) não podem, entretanto, se pautar apenas em dados provenientes deste estudo, uma vez que é preciso aprofundar o conhecimento sobre o tema e buscar novos materiais (consoante indicação destes engenheiros civis, arquitetos e engenheiros ambientais, os quais fizeram parte do *corpus* da pesquisa e foram fonte das informações coletadas).

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil; Engenharia; Maringá; Materiais de Construção.

MATERIALS FOR CIVIL ENGINEERING: A HANDOUT FOR QUICK CONSULTATION FOR THE CHOICE OF BETTER MATERIAL

ABSTRACT: Current research analyzes the best materials for civil engineering in Maringá PR Brazil. Experienced-based analysis comprises information by engineers and architects on the performance of different types of material with regard to their resistance in the structural composition of a building. Following the experience of professionals in Maringá, several building materials assessed comprised structural concrete, structural and conventional masonry, steel, plywood and wood, in this order. Engineers stated that conventional material is satisfactory but outdated, albeit not obsolete. They demand a constant improvement in materials and techniques within the context of civil constructions. All the professionals consulted stated that if a handout for quick consultation existed, they would surely use it. However, the production and availability of such a handout could not discard other resources. The theme should be studied in depth and new materials sought out and researched, according to engineers, architects and environmental professionals consulted.

KEYWORDS: Civil Engineering; Engineering; Maringá; Construction Materials.

* Acadêmicos do 2º ano d curso de graduação em engenharia civil do Centro Universitário UniCesumar, Maringá, Paraná; E-mail: gui.moura21@gmail.comf

** Acadêmicos do 2º ano do curso de graduação em engenharia civil do Centro Universitário UniCesumar, Maringá, Paraná. gui.moura21@gmail.com; f.uzelotto@gmail.com

*** Orientadora, Docente mestre do Centro Universitário UniCesumar, Maringá, Paraná;e-mail: thaise.teixeira@cesumar.br

INTRODUÇÃO

Este projeto, com base em entrevistas com engenheiros civis, arquitetos e engenheiros ambientais, visa indicar quais materiais são mais apropriados para fazer a estrutura de uma casa em Maringá, conforme a experiência desses sujeitos. Os materiais citados foram diversos, tais como, concreto, concreto armado, concreto de alta resistência, aço, alvenaria, concreto armado com viga de aço transversal, madeira etc., e serão tratados no decorrer deste trabalho.

Neste estudo, ainda, foram coletadas informações acerca da idade, escolaridade, considerações sobre a profissão, entre outros dados que denotam a opinião desses profissionais. Foi feita, ainda, uma comparação das respostas coletadas, para saber, conforme a atuação dos participantes da pesquisa, qual dos materiais obteve melhor resultado em se tratando de sua viabilidade de uso.

Em se tratando do concreto, Pompeu Neto (2004, p. 8) afirmam que “a resistência à compressão, tração, flexão e a energia de fratura do concreto para uma dada relação água/glomerante depende do tipo, dimensões e teor de agregado. Para o concreto de alta resistência o comprimento característico do concreto aumenta com o tamanho do agregado graúdo”, pode-se ver, assim, que há diferentes efeitos que o concreto sofre devido a diferentes agregados, aumentando ou diminuindo, portanto, a sua resistência. Ainda, Paiva (1994, p. 8) ensina que “os ensaios de modelos de pilares com taxas de armaduras longitudinais e transversais usuais definiram que pilares de concreto de alta resistência apresentam ruptura frágil quando utilizadas tais taxas de armaduras”.

Quanto à alvenaria, Zanotto e Migliore Jr afirmam que “embora o comportamento mecânico dos materiais cerâmicos seja, em diferentes aspectos, superior ao de outros materiais, algumas características são negativas. Uma das razões porque os materiais cerâmicos não são empregados mais amplamente em engenharia com fins estruturais é a fratura frágil” (1991, p. 15). Neste mesmo artigo, os autores demonstram que os materiais cerâmicos apresentam

maior quantidade de matéria-prima e várias outras propriedades que tornam a cerâmica um material modelo, e que a união de concreto e cerâmica é viável, como, por exemplo, em tubos de alvenaria recheados de concreto.

Em relação ao aço, fez-se um estudo sobre a evolução do ferro, mostrando onde ele é usado e quais as limitações do mesmo, sabendo que o aço no Brasil tem uma reduzida aplicação (ROCHA, 2010). Temos também que o aço preenchido com concreto de alta resistência possui vantagens como melhoria no comportamento dos materiais aço e concreto (devido ao efeito de confinamento), alta resistência, economia de materiais e de mão de obra e redução das dimensões de seção transversal segundo De Nardin (1999).

Por fim, temos a madeira, que segundo Dias e Lahr (2004, p. 102) “é um recurso natural importante, por ser renovável e estar presente no cotidiano em diversos setores: na construção civil como esquadrias, material de revestimento de paredes, pisos, forros, estruturas de pontes e de cobertura, formas e cimbramentos de obras em concreto armado e protendido”. Com isso, é possível perceber o quão importante a madeira é. Porém, neste mesmo artigo o autor explica que a madeira não é tão bem utilizada quanto deveria, pois tanto os consumidores quanto os fornecedores ignoram as propriedades mecânicas desse material.

Problemas com a estrutura de uma casa são de longe uma dificuldade recorrente, o formato, a resistência e a localização de pilares, entre outros elementos, influenciam para uma melhor estrutura. Os estudos sobre novos materiais ainda estão no começo, porém, comparado ao que tínhamos a 10, 15 ou 20 anos atrás, podemos dizer que possuímos uma tecnologia mais avançada podendo então adequar melhor a estrutura de uma casa.

O objetivo deste estudo, portanto, foi analisar a experiência que se teve em Maringá em se tratando do desempenho de diferentes materiais quanto à sua resistência no componente estrutural de uma casa. E, para isso, os pesquisadores coletaram informações a respeito de estruturas de casas de Maringá, aplicaram o questionário, teceram um comparativo

entre os materiais pesquisados para, assim, analisar a viabilidade da criação de uma apostila de consulta rápida para auxiliar os engenheiros e arquitetos na escolha do melhor material; indicar métodos de construção mais baratos sem perder a qualidade (baseado nas informações coletadas) e obter resultados que sejam de real interesse para o setor da construção civil e sirvam para uma rápida referência acerca do assunto.

Ainda, devido à falta de referências quanto ao tema deste projeto, tornou-se necessário o estudo e aprofundamento sobre como elaborar a estrutura de uma casa em âmbito maringaense e quais os materiais mais apropriados. Outro motivo para a realização deste estudo é justamente a possibilidade de concentrar toda essa informação de maneira simplificada para futuros estudos e referências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Pensando em nível de avanço, ainda há vários problemas quanto à estrutura de uma casa, tais como rachaduras, afundamentos, redução da vida útil, etc. Tudo isso está ligado ao tipo de material utilizado e onde este material está sendo usado. Por exemplo, materiais como o aço não galvanizado, não devem ser utilizados em regiões perto do mar, pois a salinidade deste, presente no ar, corrói facilmente o material.

Ao analisar qual o melhor material para se construir a estrutura de uma casa, compreende-se que o método de análise da resistência à compressão é capaz de indicar qual é a melhor opção.

Medeiros e Sabbatini (1993, p. 6) ensinam que “a propriedade primordial na análise do comportamento mecânico da alvenaria é a capacidade resistente da parede à ação de esforços de compressão normais ao seu plano vertical.” Quando se trata de estruturas, a maior preocupação é com sua resistência, se irá suportar ou não toda a carga exercida pelas paredes, telhas, móveis e outras forças.

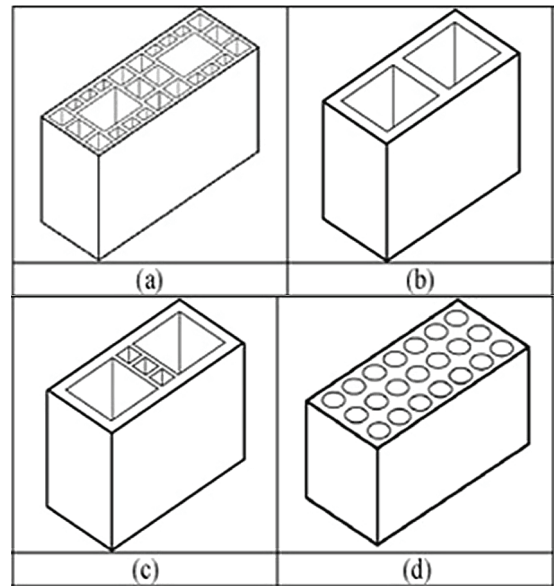


Figura 1. Blocos cerâmicos – definições NBR 15270-2
Fonte: ABNT (2005)

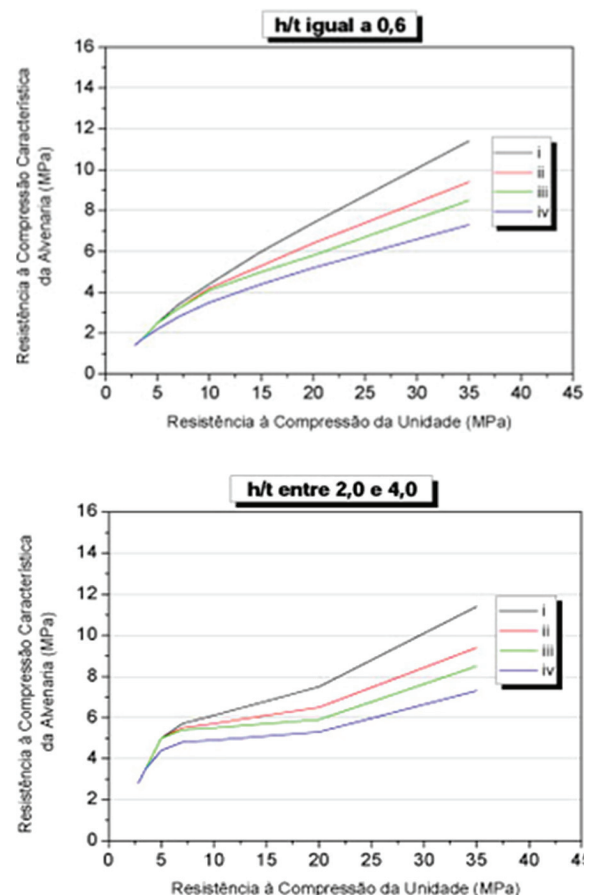


Figura 2. Resistência à compressão característica da alvenaria de blocos, construída com blocos vazados com relação h/t (altura/espessura) de 0,6 e entre 2,0 e 4,0
Fonte: Rizzatti et al. (2011, p. 731).

Conforme Rocha (2010, p. 14) “É unânime o conhecimento de que a construção metálica possui potencialidades do tipo: rapidez construtiva, leveza, maior espaço útil e menor desperdício.” Passando para uma forma financeira, a utilização de aço na estrutura, além de trazer uma resistência maior para a mesma, também traz uma eficiência significativa quando nos baseamos na velocidade da obra. E, sendo a construção da obra mais rápida, os custos tendem a cair com a mão de obra associada a um material barato, representando ainda mais benefícios.

Para um melhor dimensionamento, pode-se usufruir do concreto de alta resistência, possibilitando a redução no número de vigas essenciais para a obra, tendo um melhor aproveitamento de espaço e uma grande economia na hora da execução do projeto. Como explicam Vanderlei e Giongo:

Os pilares se destacam no estudo da aplicação de concreto de alta resistência, pois são elementos estruturais utilizados para transportar as ações dos pavimentos das estruturas para as fundações, solicitadas basicamente à tensões normais de compressão, sob ação de força centrada ou excêntrica. São de extrema importância na construção de edifícios, pois todas as ações atuantes nas lajes e vigas são sustentadas pelos pilares, tornando-se, quando muito solicitado, de grandes dimensões. O uso de concreto de alta resistência nesses elementos vieram solucionar essa questão, podendo-se construir elementos submetidos à compressão com pequenas dimensões otimizando o espaço arquitetônico (2003, p. 82).

Ainda sobre os pilares, Paiva (1994) cita que em estudos anteriores foi confirmada a ruptura frágil dos pilares de concreto de alta resistência quando solicitados a compressão.

Quanto ao concreto, Beber (2003) afirma que as estruturas de concreto armado apresentam um período de vida útil longo, o que apresenta uma vantagem na construção. O autor ainda indica que o regime

de utilização do concreto pode alterar-se, através do aumento do nível de solicitações ou proveniente de alterações em sua geometria.

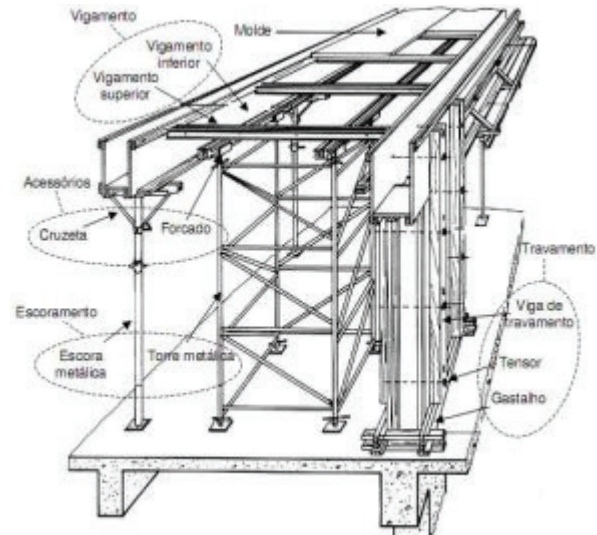


Figura 3. Demonstração de molde de concreto armado. Fonte: Manual de execução de estrutura de concreto armado (2011).

Em se tratando da madeira o autor Bueno (2000, p. 17) explica que “a madeira é um dos mais antigos materiais de construção utilizados pelo homem. É um material de grande beleza e de larga utilização nas construções. No entanto é muitas vezes mal empregado, e de for intuitiva, trazendo uma série de problemas.” Isto é, os profissionais tem certo preconceito em relação ao emprego deste material, o autor ainda continua: “suas características devem ser bem estudadas a fim de que não sejam nem superestimadas e nem subestimadas, a fim de seu uso ser mais econômico e com qualidade” (p. 17).

Ainda sobre a madeira há várias vantagens e desvantagens que o uso desta implica como explica o autor: “atualmente, com a industrialização, surgiram novos produtos de madeira, ampliando o seu uso na construção civil” (BUENO, 2000, p. 17).

As vantagens citadas pelo autor sobre a madeira são: pode ser obtida por menores preços e em grande quantidade, com reserva renováveis; apresenta boa resistência mecânica, com maior leveza; pode ser trabalhada com ferramentas simples, tendo peças que podem ser facilmente trabalhadas; permite o uso

em dimensões reduzidas; tem condições naturais de isolamento térmico e acústico; não sofre com os gases e produtos químicos; em seu estado natural, apresenta uma infinidade de padrões estéticos e decorativos.

Já as desvantagens são: combustibilidade; material heterogêneo e com anisotropia; sensível às variações de temperatura; alta reação com agentes biológicos; deformabilidade; seção transversal reduzida.

Vale lembrar que a madeira não é um material usado diretamente na estrutura e sim como suporte aos demais mencionados. A seguir, há um exemplo de madeira, concreto e aço utilizados juntos:

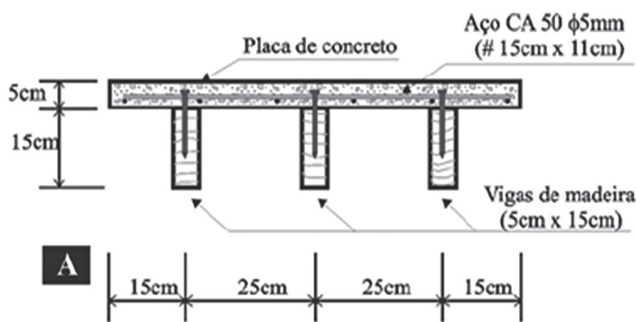


Figura 4. Utilização de madeira, aço e concreto.
Fonte: Soriano e Mascia (2009, p. 1263).

Diferentes materiais trazem diferentes resultados conforme sua resistência, dentro deles está o concreto. Kaplan (1959) nos mostra que as propriedades dos agregados na resistência à compressão dependem de diferentes tipos de agregados graúdos e têm um efeito considerável sobre a resistência.

Em se tratando de dimensões de partículas, os agregados graúdos, são os que ficam retidos nas peneiras de 4,8 mm e passam pelas de 152 mm.

Os agregados são materiais granulares, sem forma ou volumes definidos, de dimensões e propriedades adequadas para uso em obras de engenharia civil. (OLIVEIRA; BRITO, 1998). Estes podem ser classificados quanto à sua origem (naturais, artificiais e industrializados), à densidade (leves, médios e pesados) e conforme o tamanho dos fragmentos (graúdos e miúdos).

Ainda segundo Kaplan (1959) outras características do agregado com o tamanho, forma, textura e mineralogia influenciam na resistência à flexão e à compressão do concreto. Estes efeitos tornam-se mais importantes quanto maior for a resistência do concreto.

Durante a pesquisa, deste modo, foram analisados diversos materiais com base em autores de renome nesta área, e, ainda, para expandir o estudo e explorar a pesquisa em campo, foram analisados os materiais segundo a experiência de profissionais maringenses, o que será tratado a seguir.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória, que segundo Martins Junior (2009), serve para a formulação de um problema para investigações mais exatas ou para criação de hipóteses sobre o tema escolhido. Utilizando uma abordagem quali-quantitativa foram elaborados questionários (com questões estruturadas e não-estruturadas) para servir de instrumento de pesquisa destinado a engenheiros civis maringenses e outros profissionais da área. Com um procedimento bibliográfico e busca de dados primários, foram levantadas referências sobre o tema.

A pesquisa se delimitou à cidade de Maringá, abordando construtoras regionais e explorando questões sobre materiais da construção destinados a estruturas residenciais e outras informações para auxiliar no entendimento do tema, segundo a experiência dos profissionais de Maringá acerca da resistência dos materiais estruturais de uma obra. Os pesquisadores, para isso, coletaram os dados através da abordagem

de 32 profissionais da área da construção civil, da cidade de Maringá.

Os questionários foram aplicados entre os meses de outubro e novembro de 2012 e foram respondidos conforme a disponibilidade dos participantes. Para distribuir o instrumento de coleta de dados foi criado um formulário *online* (ferramenta *Google Docs*) e enviado a uma lista de *mailing* do CREA-PR, além de uma abordagem de 17 professores dos cursos presenciais de Engenharia Civil e Arquitetura do Centro Universitário UniCesumar.

Os dados foram coletados no intuito de concluir qual material pode ser considerado como o mais adequado na construção da estrutura de uma casa em Maringá. Foram analisados os resultados a fim de indicar por meio de uma abordagem quali-quantitativa as conclusões sobre a viabilidade de uso desses materiais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do público pesquisado, de um total de 27 pessoas (23 homens e 4 mulheres), os sujeitos caracterizam-se da seguinte forma:

Tabela 1. Idade dos sujeitos

IDADE		
Até 30 anos	30 a 50 anos	Mais que 50
4	12	11
14,81%	44,45%	40,74%

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 2. Profissão dos participantes

PROFISSÃO		
Eng. Civil	Arquiteto	Eng. Ambiental
19	7	1
70,38%	25,92%	3,70%

Fonte: Dados da pesquisa

Ainda, em se tratando da formação desses profissionais, 14,81% possuíam ensino superior completo, 33,34% pós-graduação, 33,34% mestrado acadêmico, 14,81% mestrado profissionalizante e 3,70% doutorado. Destes, o que concluiu uma especialização mais recentemente o fez no ano de 2012 e o que terminou sua especialização há mais tempo o fez em 1977. Em se tratando de anos de experiência na função que exerce, temos os seguintes dados abaixo:

Tabela 3. Tempo de experiência dos indivíduos

ANOS DE EXPERIÊNCIA NA FUNÇÃO				
Menos de 1 ano	1 a 5 anos	6 a 10 anos	11 a 15 anos	Mais de 15 anos
0	1	4	4	18
0%	3,70%	14,81%	14,81%	66,68%

Fonte: Dados da pesquisa

Dentre os materiais mais utilizados ou recomendados por estes profissionais, com base em sua atuação de mercado e experiência na área, foram mais citados, em ordem de hierarquia, concreto armado, alvenaria estrutural/convencional, aço, pré-moldado e madeira, respectivamente. Na opção outros, foram citados concreto protendido, Wood frame e concreto usinado.

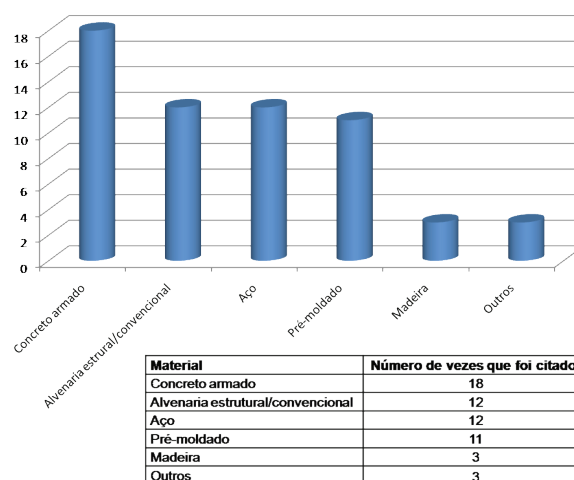


Gráfico 1. Materiais considerados como melhores para construção

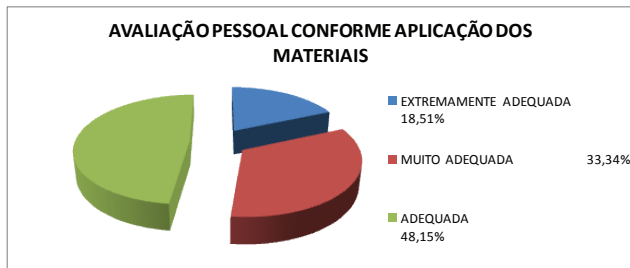


Gráfico 2. Avaliação da eficácia dos materiais utilizados pelos profissionais

No gráfico acima, podemos perceber que, os participantes da pesquisa, em sua maioria, mesmo tendo indicado os materiais anteriormente citados, consideraram o seu uso como “adequado” (em segundo lugar “muito adequado” e por último “extremamente adequado”).

Nenhum sujeito assinalou as opções “pouco adequada”, “inadequada” e “muito inadequada”. E, ainda, sobre o uso desses materiais e as obras realizadas de modo geral, 48,14% já tiveram problemas estruturais (que foram resolvidos com medidas cabíveis), enquanto 51,86% declararam que nunca tiveram problemas relacionados às estruturas e a escolha de material.

Desse modo, ainda, em questão aberta, o público pesquisado declarou que avalia o uso desses materiais convencionais como satisfatório, porém ultrapassado (ainda que não obsoleto), pois analisam a necessidade de inovar sempre na escolha de materiais e técnicas para construção civil.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os sujeitos da pesquisa indicaram os materiais que consideram como sendo os mais adequados para uso na construção civil em Maringá (alvenaria estrutural, concreto armado e madeira, em ordem de melhor viabilidade e importância, respectivamente). Porém, todos os profissionais declararam considerar que se deve inovar na escolha e no uso dos materiais, visando encontrar maneiras menos dispendiosas, que respeitem o meio ambiente e que apresentem maior

conforto ambiental e eficácia em se tratando de resistência.

A produção e disponibilização de uma apostila de consulta rápida para escolha do melhor material, mesmo tendo uma demanda no mercado (pois todos os profissionais participantes deste estudo afirmaram que se existisse uma apostila deste gênero, eles a usariam como material de consulta) não podem, entretanto, se pautar apenas em dados provenientes deste estudo, uma vez que é preciso aprofundar o conhecimento sobre o tema e buscar novos materiais (consoante indicação destes engenheiros civis, arquitetos e engenheiros ambientais, os quais fizeram parte do *corpus* da pesquisa e foram fonte das informações coletadas).

Fica a recomendação, portanto, de que outras pesquisas sejam realizadas no intuito de obter mais conhecimento sobre este tema e novos métodos de construção, podendo ser realizados estudos futuros com a intenção de abordar a questão por outros vieses, aprofundar conceitos e coletar mais informações.

Finalmente, a critério de curiosidade dos pesquisadores e de quem possa vir a utilizar este estudo como referência, deixamos algumas considerações que os sujeitos os quais participaram da pesquisa indicaram como sugestões para os indivíduos que estão ingressando na carreira:

“Mudar a forma de construir em alvenaria, madeira tratada combinada com aço e chapas (cimento, gesso, *smartside*, vinil, etc.) são opções inteligentíssimas, que reduzem desperdício, tempo de obra, e aumentam o conforto” (32 anos, pós-graduação, entre 11 e 15 anos de experiência).

“A engenharia é uma profissão de muita importância para a sociedade, no entanto está se “prostituído”, com profissionais “caneteiros” que estão sendo despejados no mercado, e que só assinam projetos por preço de desenho e não vão às obras. Seja diferente” (57 anos, ensino superior completo, mais de 15 anos de experiência).

“Se aperfeiçoe. Invista em conhecimento. Estude. Seja empreendedor e inovador” (53 anos, mestrado acadêmico, mais de 15 anos de experiência).

“Não fiquem achando que um título de engenheiro ou arquiteto é o final da escadaria, é apenas o 1º degrau. Busquem se especializar dentro do seu trabalho, seja como calculista, projetista, construtor ou administrador. A faculdade nos dá uma visão do que você pode fazer e não como chegar lá, por isso estudem, estudem e estudem. Hoje o diploma deixou de ser importante para mim, somente o que importa é o conhecimento. Boa sorte” (53 anos, pós-graduação, mais de 15 anos de experiência).

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR. 15270-2**: Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- BEBER, A. J. **Comportamento estrutural de vigas de concreto armado reforçadas com compósitos de fibras de carbono**. 2003. 317f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- BUENO, C. F. H. **Tecnologias de materiais de construções**. Minas Gerais: DEA – Engenharia agrícola, construções rurais e ambiência UFV – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- DE NARDIN, S. **Estudo teórico-experimental de pilares mistos compostos por tubos de aços preenchidos com concreto de alta resistência**. 1999. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 1999.
- DIAS, F. M.; LAHR, F. A. R. Estimativa de propriedades de resistência e rigidez de madeira através da densidade aparente. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 102–113, jun. 2004.
- KAPLAN, M.F. Flexural and compressive strength of concrete as affected by the properties of coarse. **ACI Journal, Proceedings**, v.30, n. 11, p. 1193–1208, 1959.
- MARTINS JUNIOR, J. **Como escrever trabalhos de conclusão de cursos**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2009.
- MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto**: produção de componentes e parâmetros de projeto. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da USP, 1993.
- POMPEU NETO, B. B. **Efeitos do tipo, tamanho e teor de agregado graúdo na resistência e energia de fratura do concreto**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, 2004.
- OLIVEIRA, A. M. S; BRITO, S. N. A. **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE – Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.
- PAIVA, N. M. B. **Pilares de concreto de alta resistência com seção transversal retangular solicitados à compressão simples**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 1994.
- ROCHA, C. M. M. A. **O ensino da arquitetura com aço no Brasil**. 2010. 176f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2010.
- RIZZATTI, E. et al. Tipologia de blocos cerâmicos estruturais: influência da geometria dos blocos no comportamento mecânico da alvenaria. **Revista Matéria**, v. 16, n. 2, p. 730–746, 2011.
- SORIANO, J.; MASCIA, N. T. Estruturas mistas em madeira-concreto: uma técnica racional para pontes de estradas vicinais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1260–1269, jul. 2009.
- VANDERLEI, R. D.; GIONGO, J. S. Análise experimental de pilares de concreto armado de alta resistência sob

flexo compressão reta. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, n. 21, p. 81–105, 2003.

ZANOTTO, E. D.; MIGLIORE JR., A. R. Propriedades mecânicas de materiais cerâmicos: uma introdução. **Cerâmica**, v. 37, n. 247, jan./fev. 1991.

Enviado em: 09 de dezembro de 2012

Aceito em: 12 de junho de 2013