



RELAÇÃO ENTRE COMPACIDADE DO PROJETO E CONSUMO DE MATERIAIS EM EHIS¹

POSTAY, Renata

IMED, renata.postay@imed.edu.br

KERN, Andrea P.

UNISINOS, apkern@unisinios.br

MANCIO, Maurício

UNISINOS, mancio@unisinios.br

GONZÁLEZ, Marco A. S.

UNISINOS, mgonzalez@unisinios.br

RESUMO

A construção civil é considerada como uma das atividades que consome uma grande quantidade de matérias primas. No Brasil, o setor de habitação de interesse social (HIS) teve um impulso significativo com o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), que objetiva à redução do déficit habitacional brasileiro e a promoção do crescimento econômico. Práticas de ações voltadas à economia e otimização da construção, desde a fase de projeto, até a execução são muito oportunas, tendo em vista a escala do segmento HIS. Neste contexto, o projeto tem papel crucial como indutor da racionalização da construção, pois, a escolha dos materiais e decisões quanto à arquitetura tem influência direta no consumo de materiais. O estudo busca investigar a relação entre compacidade do projeto (através do índice econômico de compacidade – leC) e sistemas construtivos utilizados em empreendimentos de habitação de interesse social (EHIS) com consumo de materiais. A pesquisa analisou cinco projetos de edifícios do PMCMV e para cada um considerou três sistemas construtivos (alvenaria estrutural com blocos cerâmicos, alvenaria estrutural com blocos de concreto e paredes de concreto). A pesquisa foi conduzida através de duas etapas: (1) quantificação dos materiais dos projetos; (2) verificação da relação entre compacidade e sistemas construtivos, com consumo de matérias. Quanto ao consumo de materiais, os resultados mostram diferença aproximada de 20% em massa (kg) entre os projetos com menor e maior índice econômico de compacidade, podendo chegar a 30% na comparação entre os sistemas construtivos analisados.

Palavras-chave: Índice econômico de compacidade, Sistema construtivo, Empreendimento de habitação de interesse social, Consumo de materiais.

ABSTRACT

Civil construction consumes a large amount of raw materials. In Brazil, the the social housing sector had a significant growth with the program "Minha Casa Minha Vida

¹ Trabalho apresentado no IV SBQP 2015. Universidade Federal de Viçosa.
Disponível em: [doi> http://dx.doi.org/10.18540/2176-4549.6035](http://dx.doi.org/10.18540/2176-4549.6035)

(MCMV)" (*my house, my life*), which aims to reduce the Brazilian housing deficit and promoting economic growth. Practices of actions aimed at saving and optimization of construction are very timely, from the design stage to execution, given the scale of social housing segment. In this context, the design plays a crucial role as an inducer of the rationalization of construction; therefore, the choice of materials and decisions on the architecture has a direct influence on materials consumption. The study aims to investigate the relationship between design compactness (through economic index of compactness) and construction systems used in social housing developments (EHIS) with materials consumption. The research examined five designs of buildings of MCMV, considering for each three construction systems (structural masonry with ceramic bricks, masonry with concrete blocks and concrete walls). The study was conducted through two steps: (1) quantification of the materials of the designs; (2) verification of the relationship between compactness and construction systems, with materials consumption. Regarding the consumption of materials, the results show difference approximate 20% in mass between design with lower and higher economic index of compactness.

Keywords: *Economic index of compactness, Building system, Social housing design, materials consumption.*

1 INTRODUÇÃO

No panorama ambiental atual, a escassez de energia e o esgotamento de recursos naturais são questões amplamente em pauta. Dados disponibilizados pela *Energy Information Administration* (EIA, 2009 apud SILVA, 2012, p. 17) apontam que "considerando-se as reservas disponíveis e o consumo atual de petróleo, carvão e gás natural, pode-se calcular que estes recursos deverão se extinguir dentro de aproximadamente 43, 132 e 60 anos, respectivamente". Neste contexto, a indústria da construção civil é apontada por consumir mais matérias-primas do que qualquer outra atividade econômica (TORGAL; JALALI, 2010). Porém, ainda que tardiamente, se comparada a outras indústrias, o setor vem adotando uma conscientização e postura mais proativa em relação ao meio ambiente e à sustentabilidade (CARVALHO; SPOSTO, 2012).

Pensar em construir mais usando menos materiais tornou-se o grande desafio atual, pois reduz a pressão sobre a natureza e o volume de material nos aterros de resíduos, além de outros impactos ambientais (WEINSTOCK, 2000; AGOPYAN; JOHN, 2011). A redução do consumo de recursos chega a ser apontada como o primeiro princípio da construção sustentável (KIBERT, 2008 apud TORGAL; JALALI, 2010). Aspectos relacionados aos materiais de construção são de fato tão importante quanto os relativos a redução da utilização de energia operacional em edifícios (BERGE, 2009). Dois pertinentes questionamentos à atividade da construção civil e ao processo de concepção dos edifícios são referentes a: (a) se há necessidade de tantos recursos para construir e (b) sobre a forma de reduzir a necessidade de materiais no setor.

No âmbito da construção sustentável, o projeto atua como protagonista, sendo requisito fundamental ao processo de produção do ambiente construído, agindo como elemento indutor da racionalização da construção, da qualidade do produto final e de sua sustentabilidade. É na fase de projeto que o produto é concebido e os materiais e as técnicas construtivas são especificados (CARVALHO; SPOSTO, 2012).

Neste contexto, o objetivo do presente artigo é investigar a relação entre compacidade do projeto e sistemas construtivos utilizados em Empreendimentos de Habitação de Interesse Social (EHIS) com consumo de materiais. Este artigo apresenta resultados parciais de uma Dissertação de Mestrado, desenvolvida no âmbito de um projeto de pesquisa realizado com fomento do MCTI/CNPq/MCidades, Chamada 11/2012.

2 HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NO BRASIL

Como medida para reduzir o déficit habitacional, no âmbito do Programa de Aceleração de Aceleração do Crescimento (PAC), em 2009 o impulso dos investimentos no setor habitacional sofreu alavancagem significativa pelo Governo Federal, com o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), voltado ao financiamento de moradia através do mercado imobiliário em parceria com o setor público. O Ministério das Cidades, por meio do Programa, projeta 31 milhões de novos atendimentos habitacionais até 2023 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2011). Assim, além do objetivo de provimento habitacional, tem pretensão clara de promoção do crescimento econômico (VALENÇA; BONATES, 2010), buscando impactar a economia através dos efeitos multiplicadores gerados pela indústria da construção (CARDOSO; ARAGÃO; ARAUJO, 2011).

O processo de enquadramento dos projetos no PMCMV parte das construtoras, que podem firmar parceria com estados e municípios. As construtoras devem apresentar os projetos do empreendimento às Superintendências Regionais da Caixa Econômica Federal (CEF), que realizam uma análise simplificada dos projetos. Na sequência, a CEF contrata a operação e fiscaliza a execução da obra pela construtora, fazendo o desembolso dos recursos conforme cronograma previamente estabelecido (GOUVEIA, 2013).

Contudo, algumas críticas são feitas à realidade atual presente nos EHIS ofertados pelo programa PMCMV. Por exemplo, Neto, Moreira e Schussel (2012) afirmam a prevalência da lógica de mercado na política habitacional brasileira em detrimento da qualidade dos projetos, prevalecendo interesses econômicos em desvantagem ao atendimento das necessidades básicas da população. Segundo os autores, a integração com a política urbana foi abandonada, conduzindo à construção de unidades habitacionais padronizadas de baixa qualidade e localização periférica.

2.1 Projeto de EHIS – Compacidade

Neste segmento, o custo configura como um dos limites mais importantes a ser considerado, porém não é apenas a redução de área das unidades que garante a redução dos custos de obra, prática amplamente utilizada, que além de ineficaz, traz prejuízos aos usuários (GUERRA; KERN; GONZÁLEZ, 2009). “Mantendo-se constante o tipo e qualidade do material empregado, uma das formas de parametrizar o custo da construção está diretamente relacionado com a sua compacidade. Assim valeria dizer que, quanto mais compacta a construção, menor o seu custo” (MAYER, 2012, p. 52).

Consoante, Rocha (2014) reforça que a compacidade, tida como indicador de sustentabilidade tanto de edificações como de parcelas urbanas, é considerada fator determinante para a redução do consumo de material,

consequentemente, energia incorporada dos processos construtivos, tendo também, repercussão e importância macroeconômica.

A compactidade do projeto está fortemente relacionada com a economia de planos verticais (perímetro externo), elementos que representam os maiores custos da edificação. O custo pode ser dividido em: planos horizontais (25%), planos verticais (45%), instalações em geral (25%) e canteiro de obras e outros trabalhos (5%). Dos 45% do custo total referente aos planos verticais, este valor é composto: (a) dos materiais, componentes e sistemas construtivos empregados na construção: aumentando o custo do metro quadrado da parede; (b) do tamanho médio dos locais: fator determinante na quantidade média das paredes por metro quadrado construído; e (c) da forma dos compartimentos e do edifício/ grau de compactidade: que influi decisivamente na quantidade média de paredes por metro quadrado construído (MASCARÓ, 2010).

A compactidade de um projeto pode ser expressa através do índice de compactidade (IC) definido por Rosso (1978), como a relação percentual que se estabelece entre o perímetro de um círculo de igual área do projeto e o perímetro de paredes exteriores do projeto, o que é demonstrado na Equação 1. Esse índice foi definido na década de 70 pelo *Building Performance Research Unit* da universidade escocesa de Strathclyde.

$$IC = \frac{2\sqrt{A_p \cdot \pi}}{P_p} \times 100 \quad (1)$$

onde, IC = índice de compactidade;
A_p = superfície do projeto;
P_p = perímetro das paredes exteriores do projeto.

Vale salientar que quanto mais próximo do valor máximo do índice, no círculo que é 100, menores seriam os custos de construção, sendo que o índice da geometria do quadrado é 88,6, tal valor dificilmente é atingido pelo tipo arquitetônico dos projetos típicos (ROSSO, 1978).

Como definição de compactidade, Rocha (2014, p. 3) estabelece como “a capacidade que as formas têm de envolver uma maior quantidade de conteúdo com menor quantidade de matéria continente”. Ainda Rocha (2014) enfatiza que compacto não significa pequeno, onde, em arquitetura, é a possibilidade da geometria de abranger mais área construída em proporção à quantidade de envoltório externo (fachada).

Em estudo realizado por Silva Jr. (2010) com edificações residenciais de múltiplos pavimentos de incorporadoras nas cidades de Brasília e Goiânia, num total de 29 projetos analisados, apenas 2 apresentam índice de compactidade maior que 65%, sendo que o autor considera como indicador o valor abaixo de 65% como ruim, entre 65% e 75% bom e acima de 75% como ótimo.

A partir de uma revisão feita por Mascaró (2010), o índice de compactidade teve incorporado o número de arestas e perímetros curvos de fachadas, em função do maior custo de execução destes, passando à denominação de Índice Econômico de Compactidade (IeC), conforme (2).

$$IeC = \frac{2\sqrt{A_p \cdot \pi}}{Pep} \times 100 \quad (2)$$

onde, IeC = índice econômico de compacidade;
 A_p = superfície do projeto;
 P_{ep} = perímetro econômico do projeto.

O valor do P_{ep} da (2) é calculado separadamente pela fórmula da (3), sendo que é este valor que difere o IeC do IC, devido a ponderar arestas e curvas no perímetro.

$$Pep = Ppr + 1,5Ppc + \frac{nA}{2} \quad (3)$$

onde, P_{ep} = perímetro econômico do projeto;
 P_{pr} = perímetro das paredes exteriores retas;
 P_{pc} = perímetro das paredes exteriores curvas;
 nA = número de arestas das fachadas.

Quanto à predominância do sistema construtivo empregado em habitações de interesse social, Silva (2012), em pesquisa aplicada a região metropolitana de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, num total de 98 estudos de caso apontou que 81,63% utiliza como sistema construtivo a alvenaria estrutural de blocos cerâmicos ou de concreto.


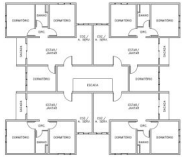
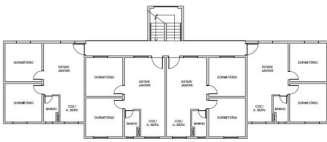

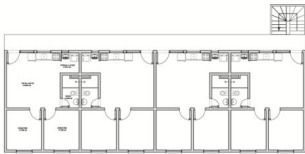
O sistema construtivo de paredes de concreto também tem sido utilizado neste segmento, em obras de grande escala de repetição (PEDROSO et al., 2014). É caracterizado pela execução de paredes estruturais moldadas no local e/ou lajes de concreto armado, com sistema de fôrmas removíveis, geralmente metálicas, com espessura mínima de 10cm e altura igual ao pé direito de cada unidade habitacional (SINAT/DATec nº 001, 2011). O sistema é caracterizado pelo alto custo das fôrmas, sendo recomendado para obras com no mínimo 800 unidades (PEDROSO; SPOSTO, 2013).

3 MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa empregada consiste no estudo de caso, tendo como objeto cinco projetos de prédios de EHS, sendo que quatro deles pertencem ao PMCMV (P1, P2, P3 e P4). O primeiro, denominado P1, é um empreendimento situado na cidade de São Leopoldo (RS), estudado por Schneck (2013), o qual é tido como base para análises e comparações, já o P5 trata-se de uma simulação, realizada por Schneck (2013), a partir do P1, com alteração da forma arquitetônica a fim de aumentar o IeC, preservando mesma área de pavimento, mesmo número de unidades habitacionais e mesmo programa.

Além da disponibilidade e acesso às informações dos projetos e outros documentos, dois critérios nortearam a escolha dos projetos: (a) similaridade em termos de: programa da unidade habitacional, áreas (prédio e pavimento) e sistema construtivo; (b) diferença na forma do prédio, medida através do índice de compacidade. O Quadro 1 apresenta as características dos projetos.

Quadro 1 – Síntese dos Projetos

Projeto	Planta baixa do pav. tipo (sem escala)	Área edifício (m ²)	Área pavimento tipo (m ²)	IeC
P1		1.020,00m ²	204,00 m ²	49,40
P2		1.058,32m ²	209,40 m ²	54,44
P3		1.028,28.m ²	204,57 m ²	62,71
P4		1.049,37m ²	209,78 m ²	64,21
P5		1.020,00m ²	Tipo: 204,00 m ²	72,12

Quatro dos cinco projetos possuem 5 pavimentos, exceto o P4 que possui apenas 4, mas no estudo todos foram considerados com 5 pavimentos a fim de possibilitar a comparação entre os projetos. Vale destacar também que no P2 e P4 os apartamentos possuem sacadas privativas, que estão contempladas no cômputo da área total do pavimento. Já quanto a área do pavimento tipo, há variação entre 204,00 m² e 209,78 m², o que significa um intervalo de 5,78 m².

Para o cálculo de materiais, os projetos foram padronizados quanto à altura de pé-direito, adotando-se 2,60 m e laje de entrepiso e de cobertura de 10 cm. Outras características definidas como comuns a todos os projetos quanto a materiais e acabamentos: piso em todo o pavimento do edifício, exceto na circulação vertical; telhado com cobertura de telha de fibrocimento ondulada, com 2 águas e mesma inclinação; forro de PVC nos banheiros.

Iniciou-se com a modelagem dos projetos no software Revit (Autodesk), programa com a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*). Os projetos e informações para o desenvolvimento do P2, P3 e P4 foram disponibilizados pela Caixa Econômica Federal, do P1 e P5 foram obtidos na pesquisa de Schneck (2013). Esta atividade foi realizada com o propósito de quantificar o consumo de materiais necessários para construção de cada prédio, gerando assim uma lista preliminar de materiais e seus respectivos quantitativos em diferentes unidades (massa, área, volume, comprimento).

Com base nessa lista, se estruturou uma nova lista de materiais organizada de acordo com as etapas de obra, tendo como parâmetro o orçamento do P1, disponibilizado pela empresa construtora e extraído da pesquisa de Schneck (2013). Nesta etapa, as quantidades de materiais foram transformadas para massa (kg), a fim de possibilitar as comparações e o quantitativo total.

Para alguns materiais que não se obteve as quantidades no Revit, foram extrapoladas comparações com quantitativo de P1. Para os serviços preliminares, infraestrutura e escada foram considerados os mesmos valores para os 5 projetos, tendo como base os quantitativos do P1. Foram excluídos do cômputo os materiais referentes a esquadrias, por serem diferentes em cada projeto e também desconsiderados os materiais de instalações elétricas e hidráulicas, pelo não acesso aos projetos específicos, além do fato, como justificado por Sposto e Paulsen (2014), da pequena dimensão dos materiais, em termos de quantidade em HIS.

Inicialmente os cinco projetos foram analisados considerando-se o sistema construtivo original, em alvenaria estrutural de bloco cerâmico. A fim de investigar diferenças de consumo de materiais de diferentes sistemas construtivos, os dados de materiais referentes a alvenaria foram simulados com mais duas alternativas: alvenaria estrutural de blocos de concreto e parede de concreto. Desta forma, totalizou-se 15 projetos para análise.

Para o quantitativo dos materiais da segunda alternativa de alvenaria estrutural, em bloco de concreto, foi estimado o quantitativo inicial em m³ dos blocos cerâmicos e calculados os materiais (cimento, areia e pedra britada), a partir do traço de blocos cerâmicos proposto por Andolfato (2002).

Já para o quantitativo dos materiais do sistema construtivo de parede de concreto, adotou-se a espessura de 10cm para a parede, que representa a espessura mínima prevista por SINAT/DATec nº 001 (2011), alterando-se esta especificação na modelagem no software Revit. Isso originou um quantitativo em m³ de concreto e com a densidade chegou-se ao quantitativo em kg. Já a armadura foi estimada a partir da taxa total de armadura em kg/m² informada pela construtora do projeto P1. Devido à grande variação no número de reuso das fôrmas metálicas, as mesmas não foram consideradas no trabalho.

Após a obtenção dos dados de consumo de materiais dos projetos em estudo, estruturou-se gráficos para comparar os resultados, relacionando o IeC resultante das decisões de projeto quanto ao tipo arquitetônico, com o consumo de materiais.

4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os Quadros 2, 3 e 4 mostram os quantitativos de materiais agrupados para os cinco projetos em alvenaria estrutural de bloco cerâmico, alvenaria estrutural de blocos de concreto e no sistema que utiliza paredes de concreto, respectivamente. Observa-se que nos quadros estão apresentados em separado os materiais que compõem a alvenaria e os demais são apresentados no item "outros", pois se referem a materiais cujas quantidades são iguais nos diferentes sistemas construtivos estudados.

Quadro 2 – Quantitativo de materiais: projetos alvenaria bloco cerâmico (A)

	P 1A	P 2A	P 3A	P 4A	P 5A
Alvenarias	Total kg	Total kg	Total kg	Total kg	Total kg
Blocos cerâmicos	338.660,00	329.266,00	312.606,00	287.151,17	266.616,00
Areia média lavada	54.402,21	52.629,37	49.966,46	45.897,80	40.695,51
Cimento Portland	8.049,68	7.829,08	7.432,95	6.827,70	6.053,82
Cal hidratada CH III	11.124,04	10.678,83	10.138,51	9.312,95	8.257,37
Outros*	598.305,41	577.508,76	563.458,97	499.173,81	487.292,23
TOTAL	1.010.541,34	906.774,76	876.064,97	848.363,42	808.914,93

* aço, algeroz, azulejo, cal, cerâmica, cimento, chapa compensada, corrimão, cumieira, escora, forro PVC, grade ferro, impermeabilização, madeira, brita, pregos, tintas, telhas

Fonte: resultados da pesquisa

Quadro 3 – Quantitativo de materiais: projetos alvenaria bloco de concreto (B)

	P 1B	P 2B	P 3B	P 4B	P 5B
Alvenarias	Total kg	Total kg	Total kg	Total kg	Total kg
Areia média lavada	322.062,99	312.865,57	297.035,39	272.848,44	251.416,13
Cimento Portland	50.264,94	48.870,65	46.397,92	42.619,84	39.571,95
Cal hidratada CH III	11.124,04	10.678,83	10.138,51	9.312,95	8.257,37
Pedra britada 1	165.874,29	161.273,14	153.113,14	140.645,47	130.587,43
Outros*	598.305,41	577.508,76	563.458,97	499.173,81	487.292,23
TOTAL	1.147.631,66	1.111.196,95	1.070.143,93	964.600,50	917.125,11

* aço, algeroz, azulejo, cal, cerâmica, cimento, chapa compensada, corrimão, cumieira, escora, forro PVC, grade ferro, impermeabilização, madeira, brita, pregos, tintas, telhas

Fonte: resultados da pesquisa

Quadro 4 – Quantitativo de materiais: projetos com parede de concreto (C)

	P 1C	P 2C	P 3C	P 4C	P 5C
Alvenarias	Total kg	Total kg	Total kg	Total kg	Total kg
Painel de concreto 10cm	400.660,00	393.760,00	337.180,00	345.920,00	314.410,00
Armadura	9.614,79	9.449,21	8.091,44	8.301,18	7.545,02
Outros*	598.305,41	577.508,76	563.458,97	499.173,81	487.292,23
TOTAL	1.008.580,21	909.580,70	841.192,49	853.394,98	809.247,25

* aço, algeroz, azulejo, cal, cerâmica, cimento, chapa compensada, corrimão, cumieira, escora, forro PVC, grade ferro, impermeabilização, madeira, brita, pregos, tintas, telhas

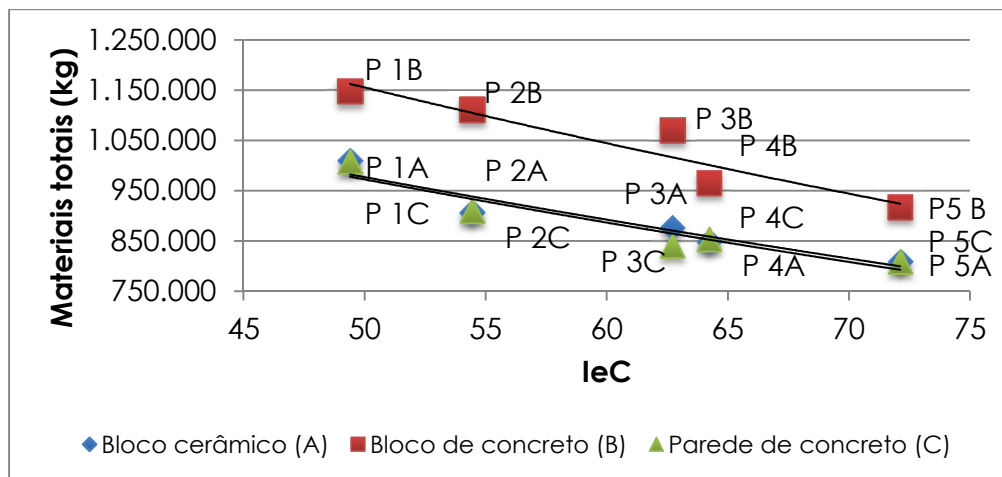
Fonte: resultados da pesquisa

Comparando-se os Quadros 2, 3 e 4, com os respectivos quantitativos de materiais, visualiza-se que há diferença de consumo de materiais em kg dentre os sistemas analisados. Os resultados indicam que o sistema que emprega alvenaria de blocos cerâmicos utiliza menos massa de material, ao encontro dos dados encontrados na pesquisa de Mastella (2002), que compara o consumo de matérias-primas entre a alvenaria de blocos cerâmicos e de concreto e conclui que o bloco de concreto consome cerca de 60% a mais

em termos de massa de material (kg) do que o cerâmico, considerando-se a mesma unidade funcional para comparação (MASTELLA, 2002).

A Figura 1 demonstra o gráfico que relaciona os resultados de consumo de materiais (kg) dos três sistemas construtivos analisados, extraídos dos Quadros 2, 3 e 4, com o índice econômico de compactidade (IeC) de cada projeto (Quadro 5).

Figura 1 – Relação entre consumo de materiais e compactidade dos projetos



Fonte: resultados da pesquisa

A partir do gráfico da Figura 1 é possível ver, para os três sistemas construtivos, a tendência de redução do consumo de materiais à medida que comparados ao aumento dos índices econômicos de compactidade dos projetos. Deste modo, quanto mais compacto o projeto, menor o consumo de materiais.

Comparando os dados entre os projetos com o mesmo sistema construtivo, a diferença entre o P1 e P5, projetos respectivamente com menor e maior compactidade, resulta em reduções aproximadas de 201.600kg, 230.500kg e 199.300kg de materiais (blocos cerâmicos, blocos de concreto e parede de concreto, respectivamente), as três apresentando diferença aproximada a 20%. Já ao confrontarmos o resultado de maior consumo P 1B (bloco de concreto), com o de menor consumo P 5A (bloco cerâmico), a redução em massa equivale aproximadamente a 338.700kg de materiais, cerca de 30%.

5 CONCLUSÃO

Como já comprovado por bibliografia anterior, os resultados mostram que projetos mais compactos resultam em redução da necessidade de materiais. O sistema que emprega alvenaria estrutural de blocos de concreto demonstrou que utiliza maior massa de material dentre os analisados. As diferenças encontradas nas comparações entre os projetos (com mesmo sistema construtivo) estudados são de aproximadamente 20% em massa entre os projetos com menor e maior índice econômico de compactidade, podendo chegar a 30% na comparação entre os três sistemas construtivos analisados.

Salienta-se, que decisões de projeto com relação a forma do tipo arquitetônico, relacionadas à compactidade do projeto e escolha do sistema construtivo causam reflexos diretamente relacionados ao consumo de materiais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério das Cidades, CNPq e Unisinos pelo financiamento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V., JOHN, V. M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. v. 5. São Paulo: Blucher, 2011.

ANDOLFATO, R. P. **Desenvolvimento das técnicas de produção de blocos de concreto para alvenaria estrutural na escala (1:4)**. 2002. 110 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Ilha Soteira.

BERGE, B. Resources. In: BERGE, B. **The ecology of building materials**. ed. 2.. USA: Architectural Press - Elsevier Science, 2009, p. 3-28.

CARDOSO, A. L.; ARAGÃO, T. A.; ARAUJO, F. S. Habitação de interesse social: política ou Mercado? Reflexos sobre a construção do espaço metropolitano. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 14., 2011, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos encontros nacionais da Anpur**. Rio de Janeiro: Anpur, 2011. Disponível em: <<http://unuhospedagem.com.br/revista/rbeur/index.php/anais/article/view/3082/3017>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

CARVALHO, M. T. M., SPOSTO, R. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 207-225. Porto Alegre, 2012.

GOUVEIA, H. L. V. **Indicadores de desempenho de projetos em habitação de interesse social no Brasil**. 2013. 176 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Programa de Pós-graduação Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília.

GUERRA, G. M., KERN, A. P., STUMPF, M. A. Empreendimentos de Habitação de Interesse Social: o desafio na relação área/custo. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, Rio Grande, n.14, p. 51-58, 2009.

MASCARÓ, J. L. **O Custo das Decisões Arquitetônicas**. 5. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2010.

MASTELLA, D. V. **Comparação entre os processos de produção de blocos cerâmicos e de concreto para alvenaria estrutural, através de análise do ciclo de vida**. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MAYER, R. **A gramática da habitação mínima: análise do projeto arquitetônico da habitação de interesse social em Porto Alegre e Região Metropolitana**. 2012. 205 f. Tese (Doutorado em Arquitetura) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Habitação**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Publicacoes/Publicacao_PlanHab_Capa.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2013.

NETO, P. N., MOREIRA, T. A., SCHUSSEL, Z. G. L. Conceitos divergentes para políticas convergentes: descompassos entre a política nacional de habitação e o Programa Minha Casa, Minha Vida. **Revista Brasileira Estudos Urbanos e Regionais**, Niterói, v. 14, n. 1, p. 85-98, 2012.

PEDROSO, G. M. et al. Energia incorporada na fase de pré-uso de paredes de concreto armado moldadas in loco – Estudo de caso no DF. In: Congresso Internacional Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social, 3., Porto Alegre. **Anais eletrônicos**. Porto Alegre: Edipucrs, 2014.

PEDROSO, G. M., SPOSTO, R. M. Análise do ciclo de vida energético (ACVE) de habitação de interesse social (HIS) de paredes de concreto. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 3., Campinas. **Anais eletrônicos**. Campinas, 2013.

ROCHA, S. J. J. Compacidade Urbana e arquitetônica como indicador de sustentabilidade. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 3., Porto Alegre. **Anais eletrônicos**. Porto Alegre: Edipucrs, 2014.

ROSSO, T. **Aspectos geométricos do custo das edificações. Simpósio sobre barateamento da construção habitacional**. Trabalho nº 83. Salvador, mar., 1978.

SCHNECK, E. R. **Tipo arquitetônico em empreendimentos habitacionais de interesse social: impactos ambientais, diferenças no custo e em quesitos de habitabilidade**. 2013. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo.

SILVA JR., N. L. **Indicadores de desempenho em projetos de arquitetura no eixo Brasília-Goiânia**. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, L. P. **Análise do ciclo de vida energético de habitações de interesse social**. 2012. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2012.

Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT). **Nº 001 - Revisão 02: Diretriz para avaliação técnica de sistemas construtivos em paredes de concreto armado moldadas no local**. Brasília, 2011.

SPOSTO, R. M., PAULSEN, J. S. Energia incorporada em habitação de interesse social na fase pré-uso: o caso do Programa Minha Casa Minha Vida no Brasil. **Revista Oculum Ensaios**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 39-50, 2014.

TORGAL, F. P., JALALI, S. Introdução. In: TORGAL, Fernando Pacheco; JALALI, Said. **A sustentabilidade dos materiais de construção**. Vila Verde, Portugal: Gráfica Vilaverdense, 2010a. p. 9-40.

VALENÇA, M. M., BONATES, M. F. The trajectory of social housing policy in Brazil: From the National Housing Bank to the Ministry of the Cities. **Elsevier - Habitat International**, n. 34, p. 165-173, 2010.

WEINSTOCK, G. Agenda 21 para a Construção Sustentável. **Relatório CIB**. n. 237, Nov. 2000.