

[VOLVER AL ÍNDICE](#)

## QUANTIFICAÇÃO DA EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> PARA EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

*Luiz Maurício Furtado Maués (maues@ufpa.br); Ana Carolina de Albuquerque Freitas (carol.albuquerquef@gmail.com); Adriene Rodrigues Barbosa (adriene2118@gmail.com)*

Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Civil (UFPA-FEC) - Brazil

**Palavras chave:** sustentabilidade, habitação popular, emissão CO<sub>2</sub>.

*O reconhecimento de que a construção civil é uma das indústrias que mais gera impactos ambientais e o aumento de obras necessárias para o crescimento de um país em desenvolvimento, principalmente no âmbito habitacional, onde o déficit é enorme, retratam a necessidade de realizar pesquisas sobre o aspecto da sustentabilidade neste setor. Esta pesquisa caracteriza-se como exploratória e estudo de caso e tem como objetivo analisar a emissão de CO<sub>2</sub> em relação aos diferentes tipos de projetos utilizados no programa minha casa minha vida (PMCMV) na faixa 1, neste sentido foi verificado que entre os serviços estudados a alvenaria foi o que emitiu maior quantidade de CO<sub>2</sub>, e que existe uma correlação mais efetiva entre o aumento da área da casa com o contrapiso em relação a emissão do CO<sub>2</sub>. No entanto, o aumento da área da residência não proporciona uma correlação direta e significativa em relação ao aumento da emissão de CO<sub>2</sub>, possibilitando o desenvolvimento de projetos maiores e mais adequados quanto a sua dimensão sem gerar impacto significativo ao meio ambiente em relação aos projetos atuais.*

### 1. INTRODUÇÃO

Dentre os anseios da população de países em desenvolvimento está a conquista de um lar. No entanto, no Brasil ainda existe um déficit habitacional expressivo, pois em 2012 ainda faltavam aproximadamente 5.792.508 moradias, este número representa 9,1% da população do país (Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informação, 2014). Algumas ações foram implementadas pelo Governo Federal Brasileiro, como o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), no sentido de diminuir o problema habitacional. Gerando um aumento no volume de obras habitacionais (PAULSEN, J.; SPOSTO, R., 2013).

Cabe ressaltar que a construção civil é reconhecida como uma das indústrias que mais geram impacto no meio ambiente, seja pelo uso no seu processo de produção de grandes volumes de matéria prima, pela depleção da camada de ozônio por meio da emissão de CO<sub>2</sub> ao longo da sua cadeia produtiva ou pelo volume de resíduos que são gerados durante a execução. Este fato é referendado por autores como Sharma et al. (2011) e Medeiros et al. (2018).

No entanto, o crescimento de um país passa necessariamente pela execução de obras quais sejam de infraestrutura, industriais, comerciais ou residenciais. Neste sentido buscar o ponto de equilíbrio entre o crescimento sustentável é o grande desafio dos países em desenvolvimento, pois a sustentabilidade deverá atender ao tripé social, econômico e ambiental.

A ABNT (2014) destaca que atualmente existe uma crescente preocupação em relação a conscientização relativa a proteção ambiental e os possíveis impactos que são gerados em função do processo de fabricação e uso de produtos durante a sua vida útil.

De acordo com Carvalho, M. e Sposto, R. M. (2012) é necessário que arquitetos e engenheiros possam tomar decisões com relação a critérios ambientais (energia incorporada, emissões de

CO<sub>2</sub>, consumo de água...) nas especificações de projeto atentos ao ponto de vista ambiental. Neste contexto se torna importante utilizar metodologias que possam auxiliar na tomada de decisão em relação ao impacto ambiental gerado por novos empreendimentos.

### 1.1. Programa Minha Casa Minha Vida

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) é um programa do governo federal brasileiro que objetiva reduzir o déficit habitacional do país. Implantado em 2009, O PMCMV auxilia no financiamento de moradias em regiões rurais e urbanas, com auxílio dos governos do estado, prefeituras e organizações sem fins lucrativos. De acordo com o Ministério das Cidades, até dezembro de 2017, o programa já havia apoiado a construção de mais de 4,5 milhões de unidades, que beneficiando cerca de 20 milhões de pessoas, em 5.374 municípios.

Atualmente, o programa contempla quatro faixas de renda. A faixa 1 é de imóveis financiados para famílias com renda mensal de até R\$ 1.800,00. Faixa 1,5 contempla famílias com renda de até R\$ 2.600,00. As moradias faixa 2 são financiadas para famílias com renda de até R\$ 4.000,00 e a Faixa 3 para famílias com renda de até R\$ 7.000,00.

As unidades habitacionais podem ser do tipo casa ou apartamento. De acordo com a portaria nº 269 de 2017 do Ministério das Cidades, as especificações mínimas de projeto das unidades habitacionais devem incluir sala, área de serviço, banheiro, cozinha, um dormitório para casal e um dormitório para duas pessoas. As casas não devem possuir dimensão total menor que 36m<sup>2</sup>, no caso de área de serviço externa, ou 38m<sup>2</sup> quando a área de serviço for interna. No caso dos apartamentos, a área mínima não deve ser inferior a 39m<sup>2</sup>.

### 1.2. Análise do Ciclo de Vida

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é uma metodologia que avalia todas as entradas de recursos necessários para a produção de um produto, incluindo consumo de energia, água e matéria prima, assim como as respectivas cargas ambientais, incluindo emissões de CO<sub>2</sub>, resíduos líquidos e sólidos (ABNT, 2014), ver figura 1.

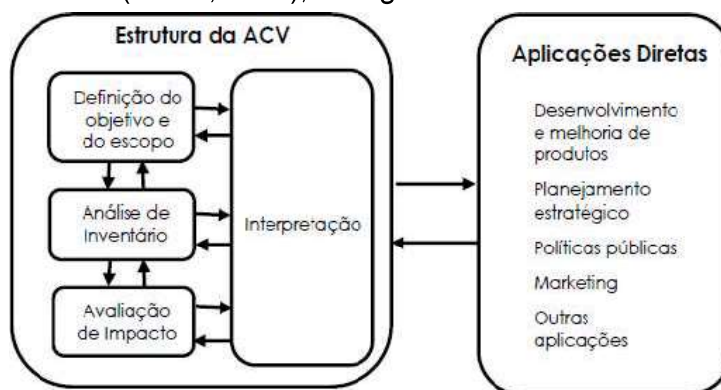


Figura 1. Estrutura para aplicação de ACV. Adaptado ABNT (2014).

A ACV é uma metodologia aplicada internacionalmente e que proporciona avaliar o desempenho ambiental de produtos e processos, este método é cada vez mais utilizado por indústrias e empresas que estão avaliando como as suas atividades afetam o meio ambiente, seja em função do fato da sociedade estar preocupada com as questões de esgotamento dos recursos naturais, degradação ambiental ou por responderem a conscientização dos consumidores, ao fornecer produtos “mais verde” (SCIENTIFIC APPLICATIONS INTERNATIONAL CORPORATION, 2006).

No entanto, no Brasil o seu uso ainda é incipiente, apenas em 2012, o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia estabeleceu que o uso da ACV em produtos de fabricação nacional é prioridade. Assim como, com a criação do Projeto Brasileiro do Inventário do Ciclo de Vida (ICV) contribuindo para que a Indústria Brasileira possa dispor

de um importante facilitador de em relação a disponibilidade de dados (SAAD, 2014).

Neste cenário, onde o país inicia estudos de forma mais robusta em relação ACV, mesmo que timidamente, principalmente no cenário da construção civil, onde de acordo com Evangelista et al. (2016) que realizaram uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, apontando que no Brasil predomina estudos comparativos de materiais e sistemas, objetivando principalmente a análise energética. Sendo mais restrito ainda a aplicação de ACV que contemplem edificações como um todo.

Os autores Zhang, Shen e Zhang (2013) chegaram à conclusão que o impacto ambiental causado pelas edificações são principalmente os que contribuem para o aquecimento global e, portanto, refletem nas emissões de CO<sub>2</sub>, seguido pela depleção de energia fóssil, de água e da acidificação.

Cabe ressaltar que os estudos de ACV seja em relação a materiais, componentes ou sistemas se limitam a fase de pré-uso, uso e pós-uso, pois as emissões de CO<sub>2</sub> que geradas no transporte destes insumos são inferiores as fases do ciclo de vida da edificação (CALDAS, L. R.; SPOSTO, R. M.; 2017).

Em função dessas características e da crescente necessidade da construção de moradias para a população brasileira que se torna imperioso a aplicação da estudos que contemplem a metodologia ACV em edificações residenciais no Brasil e na Amazônia.

## 2. OBJETIVO

Esta pesquisa tem como objetivo analisar se existe uma proporcionalidade entre o aumento da emissão de CO<sub>2</sub> gerado pelo processo de execução de moradias do programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e o aumento da área construída de habitações contidas na faixa 1.

## 3. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa tem caráter exploratório por meio de um estudo de caso com abordagem quantitativa de projetos residenciais do Programa Minha Casa Minha Vida, construídos no Brasil. Foi realizado um levantamento das tipologias construtivas mais usuais, este revelou uma variação de projetos com as mesmas características construtivas variando a área de construção de 30,00m<sup>2</sup> até 47,27m<sup>2</sup>, sendo estas habitações projetadas com dois dormitórios, uma sala de estar, uma cozinha, um banheiro e uma área de serviço externa, ver um exemplo de projeto básico na figura 2.



Figura 2. Planta baixa ilustrando as características do projeto faixa 1 do PMCMV, adaptado de CAIXA (2018).

Inicialmente foi elaborado o orçamento analítico de uma das obras, tendo como referência as composições unitárias disponíveis no site da CAIXA denominado de Sistema Nacional de

Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Pois este sistema deve ser utilizado como referência na elaboração de orçamentos de engenharia por meio do Decreto 7983/2013 e pela Lei 13.303/2016.

Com o orçamento estruturado foi gerada a curva ABC do empreendimento para seleção dos serviços que apresentam maior representatividade e com isso definir o serviço que será realizado o estudo da emissão do CO<sub>2</sub>. Pela curva ABC gerada, a atividade com maior custo de produção foi a parede de alvenaria, seguida pelo emboço e pelo contrapiso. Segundo Tavares (2006), a cerâmica e o cimento são os materiais da construção civil que mais emitem CO<sub>2</sub>. Levando esses aspectos em consideração e sabendo que os projetos analisados não possuem estrutura de concreto, os serviços a serem verificados serão: paredes de alvenaria, contrapiso, chapisco e emboço.

De posse desta definição foram identificados os insumos contidos nas composições unitárias destes serviços. Estes materiais utilizados na execução dos serviços em estudo foram quantificados em m<sup>2</sup>.

Após a definição dos insumos foram coletados os indicadores de emissão de CO<sub>2</sub> na literatura nacional e internacional, neste estudo de caso, estas informações tiveram como referência a metodologia da avaliação do ciclo de vida (ACV). A partir da avaliação das metodologias utilizadas para obtenção dos indicadores de emissão, foi selecionada a base de dados do Inventory of Carbon & Energy (ICE), realizada pela University of Bath. A escolha foi baseada com base na quantidade de referências feitas a esse inventário na literatura, além da metodologia utilizada no trabalho levar em consideração uma coletânea de dados do mundo todo.

Para realizar o cálculo da emissão de CO<sub>2</sub> foi adotado como unidade declarada para esta pesquisa 1 m<sup>2</sup> de alvenaria de vedação de blocos cerâmicos assentada com argamassa de cimento e areia no traço 1:2:8, revestida com chapisco rolado preparado manualmente de argamassa no traço 1:4 e emulsão polimérica, e emboço de argamassa no traço 1:2:8 (mesma argamassa de assentamento da alvenaria). Posteriormente foi realizada a análise de sensibilidade para projetar um cenário de emissão de CO<sub>2</sub> onde foram realizadas as análises dos resultados e conclusões.

Com os resultados da emissão de CO<sub>2</sub> por serviço estudado, buscou-se relacionar a quantidade emitida com a área da habitação utilizando o método de correlação por regressão simples. A correlação estuda o grau de associação entre duas variáveis (PETERNELLI, 2005), para representar a relação entre a área construída do projeto e a emissão de CO<sub>2</sub> por serviço, representou-se o conjunto de dados dos 10 projetos analisados em um diagrama de dispersão, indicando o coeficiente de correlação associando as variáveis de maneira linear por meio de uma reta.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Escolha dos Projetos a Serem Analisados**

Foram buscados modelos de projetos já construídos do PMCMV, selecionou-se 10 projetos, destes 6 foram disponibilizados no site da CAIXA, 3 pela COHAB de Santa Catarina e 1 pelo SIDUSCON. Para padronizar as medidas de parede, ajustou-se as larguras das mesmas sempre para 15cm e considerou-se todas as paredes de alvenaria autoportante de blocos cerâmicos. Na tabela 1 encontra-se o resumo das características de cada projeto e a quantificação dos seguintes serviços: paredes, contrapiso, chapisco interno e externo e emboço interno e externo. Essa quantificação mostrou a relação das áreas dos serviços com a área da casa, sendo não linearizada, ou seja, a quantidade dos serviços não possui relação direta com o tamanho da residência.

Tabela 1. Quantificação dos projetos

Nome	Área (m <sup>2</sup> )	Paredes (m <sup>2</sup> )	Contrapiso (m <sup>2</sup> )	Chapisco/Emboço Externo (m <sup>2</sup> )	Chapisco/Emboço Interno (m <sup>2</sup> )
Modelo A	30,00	76,59	25,25	53,38	97,12
Modelo B	36,84	93,53	31,28	60,25	128,47
Modelo C	39,64	110,09	34,91	74,24	139,51
Modelo D	41,16	101,15	34,93	79,77	127,32
Modelo E	41,82	93,50	36,09	64,74	124,52
Modelo F	41,87	96,07	35,97	61,77	127,82
Modelo G	42,36	101,37	36,31	65,95	129,61
Modelo H	43,00	100,93	36,72	68,41	127,06
Modelo I	43,67	94,38	37,80	64,42	121,82
Modelo J	47,27	91,18	41,73	69,20	78,32
Média	40,76	95,88	35,10	66,21	120,16

#### 4.2. Indicadores de Emissão de Carbono

A quantificação de CO<sub>2</sub> é algo constantemente discutido nas pesquisas realizadas nesta área, sendo difícil afirmar qual base é a mais aceitável. No estudo feito por Caldas e Sposto (2017), em que buscou-se estimar e comparar a emissão de gás carbônico no transporte de blocos cerâmicos e de concreto, utilizou-se a média de emissão 0,27 KgCO<sub>2</sub>/KgMaterial para o bloco cerâmico obtida da coleta de dados de outros autores brasileiros e espanhóis. Já Zang *et al.* (2013) realizou uma ampla revisão da literatura mundial para mensurar os fatores de emissão dos materiais mais utilizados nas construções de edifícios em Hong Kong com objetivo de quantificar os impactos ambientais das diversas fases de concepção, em seus resultados a média de emissão do cimento é 0,994 KgCO<sub>2</sub>/KgMaterial, 1,242 KgCO<sub>2</sub>/KgMaterial para o aço e 0,069 KgCO<sub>2</sub>/KgMaterial para a areia.

Tavares (2006) em sua tese de doutorado propôs uma metodologia para calcular a energia emitida e absorvida durante o ciclo de vida de 50 anos de uma edificação levando em consideração a construção e o uso da habitação. Paulsen e Sposto (2013) realizaram um estudo de caso em uma habitação popular do tipo MCMV de 48m<sup>2</sup> analisando o ciclo de vida, a emissão e incorporação de energia por diversos serviços quantificados, chegando a conclusão de que a maior parte da energia incorporada em uma habitação popular (que corresponde a 30% da energia total durante o ciclo de vida) corresponde aos serviços relacionados as paredes, como bloco cerâmicos e revestimento.

Apesar de analisar a literatura disponível para este tipo de pesquisa, optou-se por utilizar o banco de dados coletados no *Inventory of Carbon & Energy (ICE)*, pois, essa base possuía dados de todos os materiais analisados e é reconhecida e utilizada mundialmente. A partir da coleta no ICE com as informações de emissões de carbono para os materiais utilizados nos serviços avaliados foram definidos os indicadores de carbono a serem utilizados na pesquisa, estes foram adaptados para Kg de CO<sub>2</sub> emitido por Kg de material utilizado, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Indicadores de Emissão de CO<sub>2</sub>

Materiais Base	KgCO <sub>2</sub> /KgMaterial
Areia	0,05
Cal	0,74
Cimento	0,83
Tijolo	0,22
Aço	1,77

A partir dos indicadores obtidos para cada material, foram calculadas as quantidades em quilograma dos materiais necessárias para realização de 1 m<sup>2</sup> de serviço, a partir de dados fornecidos pela base de dados do SINAPI. As massas de areia, cimento e cal foram calculadas a partir do traço informado para cada um dos serviços. O peso de aço e tijolo foi estimado com base em informações técnicas dos produtos disponibilizados por seus fornecedores. A título de exemplo desta etapa metodológica a Tabela 3 apresenta os cálculos para a composição do serviço de alvenaria.

Tabela 3. Obtenção da emissão de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de Alvenaria

Material	Peso (Kg)/m <sup>2</sup> de serviço	Fator KgCO <sub>2</sub> /Kg	KgCO <sub>2</sub> Total
Bloco Cerâmico (Alvenaria Vedação), 6 Furos, de 9 X 14 X 19 cm	62,9	0,22	13,838
Tela De Aço Soldada Galvanizada/Zincada Para Alvenaria, Fio D = *1,20 A 1,70* Mm, Malha 15 X 15 Mm, (C X L) *50 X 7,5* cm	0,29	1,77	0,5133
Pino De Aço Com Furo, Haste = 27 mm (Ação Direta)	0,005	1,77	0,00885
Areia (1700kg/m <sup>3</sup> )	12,4	0,05	0,62
Cimento (1200kg/ m <sup>3</sup> )	1,1	0,83	0,913
Cal (1700kg/ m <sup>3</sup> )	3,1	0,74	2,294
		Total	18,19

As massas de emissão por metro quadrado de serviço também foram calculadas para os serviços de chapisco, emboço e contrapiso. A Tabela 4 mostra os valores obtidos para cada atividade.

Tabela 4. Emissão de CO<sub>2</sub> por m<sup>2</sup> de serviços

Serviço	KgCO <sub>2</sub>
Alvenaria	18,19
Chapisco Interno	2,41
Chapisco Externo	2,41
Emboço Interno	15,30
Emboço Externo	11,68
Contrapiso	13,78

### 4.3. Emissão de CO<sub>2</sub> nas habitações modelos do tipo faixa 1

Para comparar a emissão de CO<sub>2</sub> entre os projetos pesquisados foram utilizados os quantitativos dos serviços de cada projeto do item 4.1 e os índices calculados no item 4.2, conforme ilustrados na Tabela 5.

Tabela 5. Emissão de CO<sub>2</sub> por serviço em Kg.m<sup>2</sup>

Nome	Parede (Kg CO <sub>2</sub> .m <sup>2</sup> )	Contrapiso (Kg CO <sub>2</sub> .m <sup>2</sup> )	Chapisco Externo (Kg CO <sub>2</sub> .m <sup>2</sup> )	Chapisco Interno (Kg CO <sub>2</sub> .m <sup>2</sup> )	Emboço Externo (Kg CO <sub>2</sub> .m <sup>2</sup> )	Emboço Interno (Kg CO <sub>2</sub> .m <sup>2</sup> )
Modelo A	1393,21	348,00	128,65	234,05	816,71	1134,31
Modelo B	1701,27	431,09	145,20	309,61	921,79	1500,53
Modelo C	2002,61	481,08	178,92	336,21	1135,90	1629,45
Modelo D	1839,95	481,32	192,26	306,84	1220,54	1487,07
Modelo E	1700,77	497,32	156,02	300,09	990,52	1454,39
Modelo F	1747,48	495,69	148,86	308,05	945,05	1492,94
Modelo G	1843,88	500,31	158,93	312,35	1009,00	1513,80
Modelo H	1835,99	506,04	164,87	306,21	1046,70	1484,04
Modelo I	1716,77	520,95	155,25	293,59	985,63	1422,86
Modelo J	1658,64	575,02	166,78	188,75	1058,82	914,78
Média	1744,06	483,68	159,57	289,57	1013,07	1403,42

Posteriormente ao cálculo das emissões de CO<sub>2</sub> foi realizada análise de correlação entre as emissões para cada serviço em estudo e o tamanho das dez casas, expostas nos Gráficos da Figura 3, por meio da técnica da regressão linear simples.

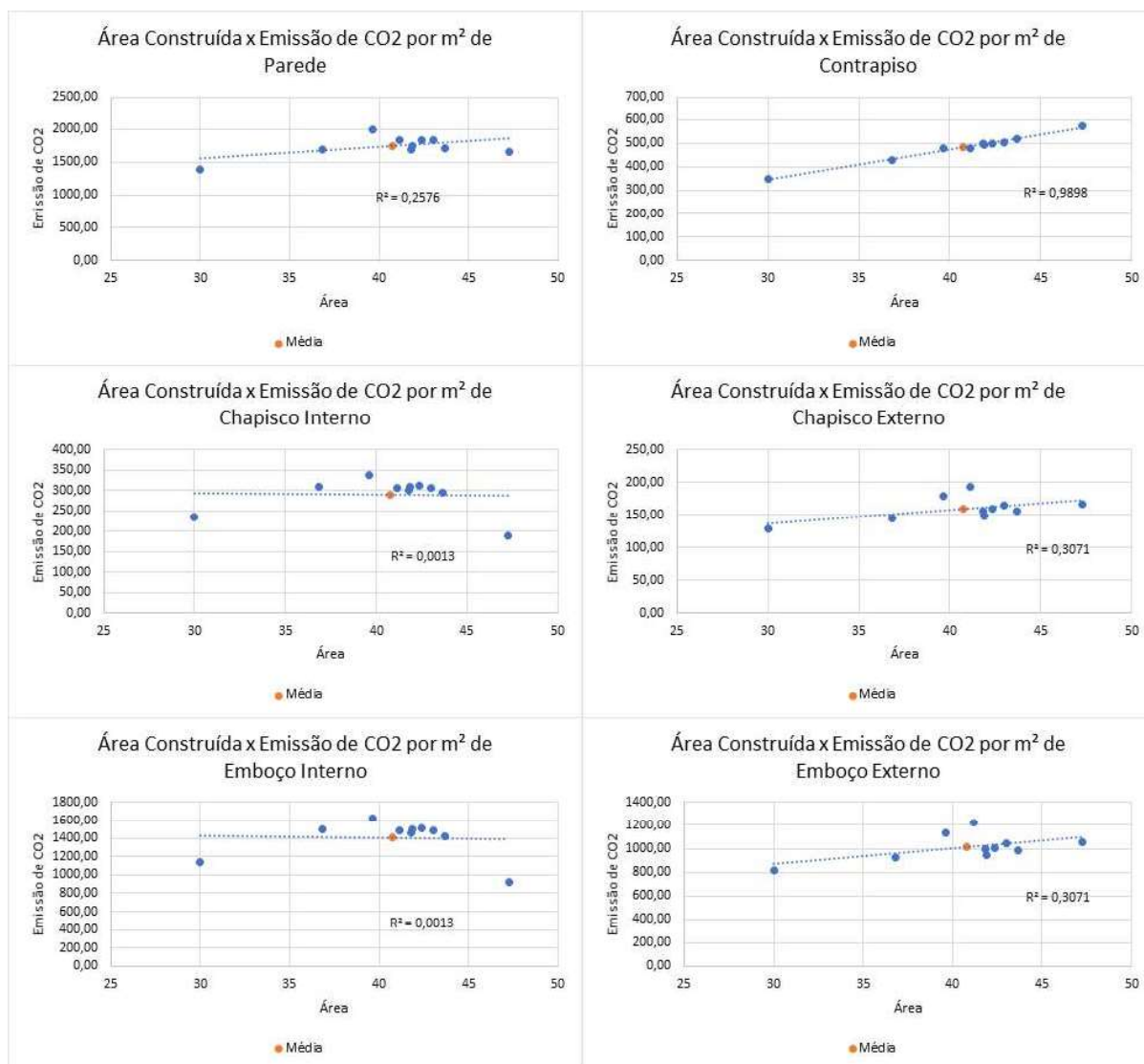


Figura 3. Relação entre Área Construída e Emissão de CO2 para os serviços em análise

Ao se analisar as informações obtidas pelas regressões lineares realizadas percebe-se que para todos os serviços as correlações apresentaram coeficiente angular positivo, com exceção do serviço de chapisco interno, indicando que existe uma correlação entre o aumento de área e o aumento de emissão de CO<sub>2</sub>, o que já era esperado, obviamente.

Observa-se que estatisticamente não há linearidade entre a área construída com a emissão de CO<sub>2</sub> pelos serviços analisados, logo a emissão de CO<sub>2</sub> não está relacionada diretamente com a área da residência e sim com as formas que assumem o projeto. Além disso, com base nos mesmos métodos estatísticos, pode-se afirmar que um projeto com menos dimensões desses serviços emitiria menos CO<sub>2</sub>, desde que não se acrescentem outros itens com maior emissão de gás carbônico.

## 5. CONCLUSÕES

Dentre os serviços em estudo o que apresentou o maior poder explicativo foi o serviço de contrapiso em relação a área da edificação pois existe uma relação direta entre a área da edificação e a área do piso, já em relação aos outros serviços essa relação apresentou resultados menos expressivos.

De acordo com os serviços em que se realizou levantamento quantitativo (paredes, contrapiso, chapisco e emboço) entre os modelos de projetos analisados, pode-se afirmar que



a quantidade emitida de CO<sub>2</sub> não é diretamente relacionada com a área das residências e sim com a quantidade de serviços executada. Ressalta-se que o estudo foi realizado com base em estimativas e considerou-se apenas um método construtivo padrão.

Neste sentido, este estudo demonstrou que em relação ao tripé da sustentabilidade, o governo poderia aumentar a área das edificações, contemplando um aumento no aspecto social, ofertando residências mais confortáveis para os seus usuários, sem gerar um aumento expressivo no que tange a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida para o meio ambiente, levando em consideração os padrões atuais dos projetos contemplados pelo PMCMV. Cabe ressaltar que em trabalhos futuros pode-se contemplar outras tipologias construtivas além das abordadas neste trabalho.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aashish Sharma; Abhishek Saxena; Muneesh Sethi; Venu Shree; Varun (2011). *Life cycle assessment of buildings: a review*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* vol. 15 p. 871–875
- Associação Brasileira De Normas Técnicas (2014). *NBR ISO 14040: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura*. Rio de Janeiro, Brasil
- BRASIL (2013). *Decreto nº 7.983, de 8 de Abril de 2013. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências*. Casa Civil, Brasília, Brasil
- BRASIL(2016). *Lei nº 13.303, de 30 de Jun. de 2016. Dispõe sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, no âmbito da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios..* Casa Civil, Brasília, Brasil
- BRASIL (2017). *Ministério das Cidades. Portaria nº 269, de 22 de março de 2017. Dispõe sobre as diretrizes para a elaboração de projetos e aprova as especificações mínimas da unidade habitacional e as especificações urbanísticas dos empreendimentos destinados à aquisição e alienação com recursos advindos da integralização de cotas no Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, e contratação de operações com recursos transferidos ao Fundo de Desenvolvimento Social - FDS, no âmbito do Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV. Diário Oficial, Brasília, DF, 24 mar. 2017, Brasília, Brasil, Seção 1, p. 119.*
- CAIXA(2017). *Sistema Nacional de Pesquisa e Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Cadernos Técnicos de Composições para Argamassas e Grautes. Lote 1. Versão 001. 2015a.*
- CAIXA(2017). *Sistema Nacional de Pesquisa e Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). COMPOSIÇÕES UNITÁRIAS. Disponível em <<http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>>.*
- CAIXA. *Cartilha Minha Casa Minha Vida, 2018. Disponível em <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>>.*
- Caldas, L. R.; Sposto, R. M. (2017) *Emissões de CO2 referentes ao transporte de materiais de construção no Brasil: estudo comparativo entre blocos estruturais cerâmicos e de concreto comparativo entre blocos estruturais cerâmicos e de concreto*. *Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 91- 108.*
- Carvalho, M. T. M.; Sposto, R. M. (2012) *Metodologia Para Avaliação da Sustentabilidade de Habitações de Interesse Social Com Foco no Projeto*. *Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 207-225.*
- Evangelista, Patricia; Torres, Ednildo; Gonçalves, Jardel (2016). *A Avaliação do ciclo de vida (ACV) como ferramenta de análise do desempenho ambiental de edificações In: Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído, 16, São Paulo, Anais Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção. Disponível em:*
- <[www.infohab.org.br/entac/entac2016\\_artigos.html](http://www.infohab.org.br/entac/entac2016_artigos.html)>. Acesso em 2 de Novembro de 2018

- Fundação João Pinheiro (2014). *Centro de Estatística e Informação. Nota Técnica 1 Déficit Habitacional no Brasil 2011-2012, Resultados Preliminares.*
- Guerdau (2018). *Informações Técnicas Malhas de Aço.* Disponível em: <<https://www.comercialgerdau.com.br/pt/produtos/tela-soldada-nervurada-gerdau>> Acesso em 3 de novembro de 2018.
- Hammond, G.; Jones, C (2008). *ICE, Inventory of Carbon & Energy. Version 1.6<sup>a</sup>. University of Bath, Bath, UK.*
- Marcella Ruschi Mendes Saade, Maristela G. da Silva, Vanessa Gomes, Hawllynshton Gumez Franco, Dimaghi Schwambach, Blandina Lavor, (2014) "Material eco-efficiency indicators for Brazilian buildings", *Smart and Sustainable Built Environment, Vol. 3 Issue: 1, pp.54-71*
- Medeiros, Larissa Mendes; Durante, Luciane Cleonice; Callejas, Ivan Júlio Apolonio (2018). *Contribuição para a avaliação de ciclo de vida na quantificação de impactos ambientais de sistemas construtivos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 365-385.*
- Ministério das Cidades (2018). *Programa Minha Casa Minha Vida.* Disponível em:
  - <<http://www.cidades.gov.br/habitacao-cidades/programa-minha-casa-minha-vida-pmcmv>> Acesso em: 3 de novembro de 2018.
- Paulsen, J.; Sposto, R. A (2013). *Life Cycle Energy Analysis of Social Housing in Brazil: case study for the program MY HOUSE MY LIFE. Energy and Buildings, v. 57, p. 95-102.*
- Peternelli, Luiz Alexandre (2005). *Notas de aula: INF 162 – Estatística I. Universidade Federal de Viçosa.* Disponível em: <<http://www.dpi.ufv.br/~peternelli/inf162.www.16032004/menu1.html>>. Acesso em 10 de Março de 2019.
- Scientific Applications International Corporation, SAIC (2006). *Life Cycle Assessment: Principles and Practice. Cincinnati, Ohio.*
- Tavares, S. F. *Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energética de Edificações Residenciais Brasileiras. 2006. 226 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.*
- Teciam (2018). *Informações Técnicas de Telas Soldadas.* Disponível em: <<https://www.teciam.com.br/tela-soldada-rolos.html>>. Acesso em 3 de Novembro de 2018.
- Zhang, X.; Shen, L.; Zhang, L. (2013). *Life cycle assessment of the air emissions during building construction process: A case study in Hong Kong. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 17, p. 160–169.*