

ANÁLISE DO IMPACTO AMBIENTAL DE SAPATAS E BLOCOS DE FUNDAÇÃO EM UM PROJETO ESCOLAR

JULIANA TEIXEIRA ROCHA DE SOUSA¹ e LUIZ SOARES CORREIA²

¹Graduanda do curso de Engenharia Civil, UNIP, Brasília- DF, julianatrs@gmail.com;

²MSc. em Transportes, PPGT/UNB, Orientador, Prof. Adj. Engenharia, UNIP, Brasília-DF, luiz.correia@docente.unip.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
04 a 06 de outubro de 2022

RESUMO: Este trabalho visa apresentar por meio do projeto de escola tipo 1, realizado pelo Programa Proinfância, do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) em parceria com o Ministério da Educação, o tipo de fundação mais sustentável entre os blocos e as sapatas, no caso de ambos serem possíveis de execução. Os dados base foram obtidos por meio do projeto e adicionados ao software *One Click LCA*, para que os cálculos necessários, feitos pela Análise do Ciclo de vida, quantificassem o dióxido de carbono equivalente (CO₂e) de cada fundação. Os resultados mostram que apesar das sapatas causarem menores impactos ambientais e a diferença do impacto entre elas e os blocos serem significativos, os blocos ainda assim, podem ser usados se os materiais forem os de menor impacto ambiental e se houver uma boa gestão dos resíduos produzidos ao longo da obra.

PALAVRAS-CHAVE: Análise do Ciclo de Vida, impacto ambiental, escolha de fundação, tecnologia da construção.

ANALYSIS OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF ISOLATED AND STRIP FOOTING FOUNDATION IN A SCHOOL PROJECT

ABSTRACT: This work aims to present, through the type 1 school project, carried out by the Proinfância Program, of the National Education Development Fund (FNDE) in partnership with the Ministry of Education, the most sustainable type of foundation between strip and isolated footing, in cases that they both are possible to execute. The data base was obtained through the project and added to the One Click LCA software, so that the necessary calculations, made by the Life Cycle Analysis, could quantify the carbon dioxide equivalent (CO₂e) of each foundation. The results show that even though the isolated footing causes lower environmental impacts and that the difference in impact between it and the strip footing is significant, the strip footing can still be used if the materials are the ones with the lowest environmental impact and if there is a good management of the waste produced during the construction.

KEYWORDS: Life Cycle Analysis, environmental impact, foundation choice, construction technology.

INTRODUÇÃO

Estima-se que o uso de edifícios é responsável por 25% das emissões de CO₂ no mundo, incluindo em seu cálculo emissões diretas e indiretas. A localidade é determinante nessas emissões, já que os aspectos culturais influenciam na quantidade de sistemas de aquecimento e refrigeração, nos combustíveis usados e nas práticas e sistemas construtivos. Por exemplo, no Brasil em 2005 somente as emissões diretas (queimas de combustíveis fósseis) equivaliam a 5% das emissões totais no país (AGOPYAN e M. JOHN, 2011, p. 47).

Considerando o ciclo de vida completo de uma edificação, estratégias para aumentar sua eficiência como o uso de menos materiais ou alternativas a estes e o aumento da reciclagem desses materiais na construção civil, poderiam acarretar em uma redução nas emissões em algo em torno de 35% a 40% nas áreas de construção, operação e demolição até o ano de 2050; isso apenas

considerando os países inclusos no G7: Alemanha, Canadá, Estados Unidos, França, Itália, Japão e Reino Unido (OTTO, 2020).

Segundo ORTIZ, CASTELLS e SONNEMANN (2009), uma importante ferramenta de avaliação de desempenho ambiental e avaliação dos impactos potenciais associados a todas as etapas construtivas das obras civis é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), que “consiste em analisar as repercussões ambientais de um produto ou atividade, a partir de um inventário de entradas e saídas (matérias primas e energia, produto, subprodutos e resíduos) do sistema considerado” (SOARES, MAIA DE SOUZA e WARMLING PEREIRA, 2006, p. 98). Sendo assim, podemos utilizar essa ferramenta para tornar o processo construtivo mais sustentável, sem perder sua eficácia.

A avaliação do impacto ambiental causado pelo aquecimento global é uma das principais categorias levadas em consideração nos estudos. É considerado o dióxido de carbono equivalente por meio de fatores de caracterização de potencial de aquecimento para realizar o estudo, dados que são publicados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Produtos de origem biorrenovável costumam apresentar menores emissões de gases poluentes do que os de origem fóssil (LNBR e CNPEM).

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando o método da Análise do Ciclo de Vida, por meio de indicadores e técnicas quantitativas que possibilitam mensurar os impactos ambientais dos produtos em várias etapas do seu ciclo, é possível utilizar da análise a ser realizada para identificar formas de aprimorar seu desempenho. Dessa maneira torna-se um meio muito forte quanto à questão estratégica, à escolha de prioridades e à redefinição ou definição dos produtos e processos a serem utilizados. (LNBR e CNPEM, p. 1).

Foram utilizadas as planilhas orçamentárias 220V: uma voltada para a fundação utilizando blocos e a outra para sapatas. E o memorial descritivo para ambas as planilhas de 2015, do projeto Tipo 1 do Programa Proinfância, do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Desses arquivos foram analisados e usados para pesquisa apenas os serviços essenciais. Foram estabelecidos como indicadores: vida útil mínima de 50 anos da estrutura para determinação de um período de serviço da construção de 60 anos, uma área útil de 1.191,77m² (FNDE e Ministério da Educação, 2017) e um consumo de energia de 1895 kWh para o Brasil (AGORA ENERGIEWENDE & INSTITUTO E+ DIÁLOGOS, 2019).

Tendo como foco o tipo de fundação, foram utilizados dos orçamentos apenas os quantitativos e descrições dos serviços de fundação e superestrutura (tabela 1). Para cada serviço foi determinado um tipo de material dentre os disponibilizados pelo software *One Click LCA* que mais se adequasse ao da planilha e que apresentasse o menor índice de Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂e), que é a compilação do potencial de aquecimento global (GWP) de todos gases causadores do efeito estufa em uma só medida métrica (Rabo, 2020).

Tabela 1. Distribuição dos serviços de concreto armado entra as fundações bloco e sapata.

Concreto Armado para Fundações			
Descrição dos Serviços	Und.	Quant. Bloco	Quant. Sapata
Estaca escavada mecanicamente com 20 cm de diâmetro, sem armação	m	199,5	-
Estaca escavada mecanicamente com 40 cm de diâmetro, sem armação	m	199,5	-
Lastro de concreto não-estrutural, espessura 5cm - fundo de vala	m ²	42,29	75,29
Forma de madeira em tábuas para fundações, com reaproveitamento	m ²	161,06	160,87
Armação de aço CA-50 Ø 6,3mm; incluso fornecimento, corte, dobra e colocação	kg	-	450,26
Armação de aço CA-50 Ø 8mm; incluso fornecimento, corte, dobra e colocação	kg	-	60,08

Armação de aço CA-50 Ø 10mm; incluso fornecimento, corte, dobra e colocação	kg	493,91	562,26
Armação de aço CA-50 Ø 12,5mm; incluso fornecimento, corte, dobra e colocação	kg	273,43	229,18
Armação de aço CA-60 Ø 5,0mm; incluso fornecimento, corte, dobra e colocação	kg	374,17	154,06

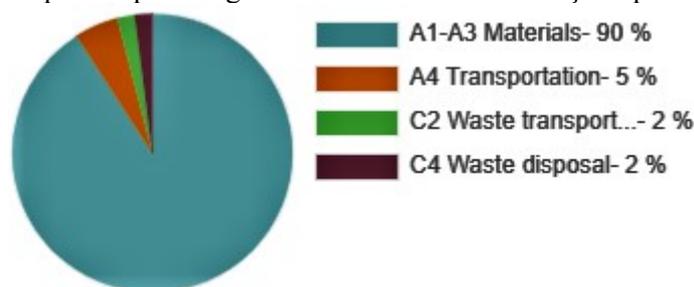
Fonte: Adaptado de FNDE e Ministério da Educação, 2017.

Na tabela 1, a sapata e o bloco se diferem em relação aos serviços realizados e seus quantitativos. Nesse caso, o serviço de estaqueamento é utilizado apenas para o bloco e as armações de diâmetro 6,3mm e 8mm são utilizadas apenas nas sapatas, sendo esta a fundação que mais utiliza armação, com um total de 1455,84kg.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

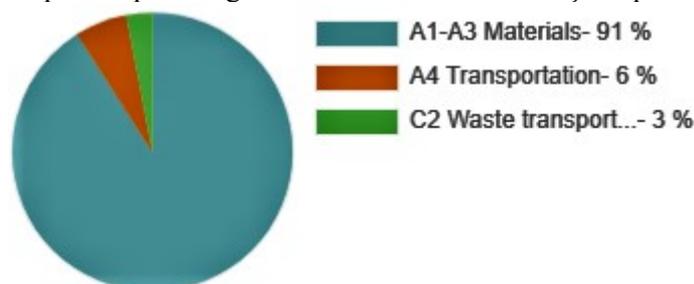
Após anexação dos dados, o próprio *software One Click LCA* gerou os quantitativos e gráficos, classificando o ciclo de vida em estágios, conforme a norma europeia EN 15804+A1. O nível A1-A3 corresponde ao estágio de produção e é obrigatório para qualquer escopo realizado, nele está incluso a extração e processamento da matéria-prima, seu transporte ao fabricante e a fabricação do produto final. Os níveis seguintes são opcionais de acordo com a proposta apresentada. Neste caso, foi analisado o nível A4, que se refere ao transporte do produto até o canteiro; toda a parte de instalação, manutenção e reparo foi desconsiderada, já que estas são específicas para cada obra. Os últimos níveis analisados foram o C2 e o C4, que se referem ao transporte para o processamento de resíduos e sua disposição final, respectivamente (One Click LCA, 2015).

Figura 1. Carbono incorporado por estágio do ciclo de vida da fundação tipo bloco



Fonte: Adaptado de One Click LCA, 2015.

Figura 2. Carbono incorporado por estágio do ciclo de vida da fundação tipo sapata



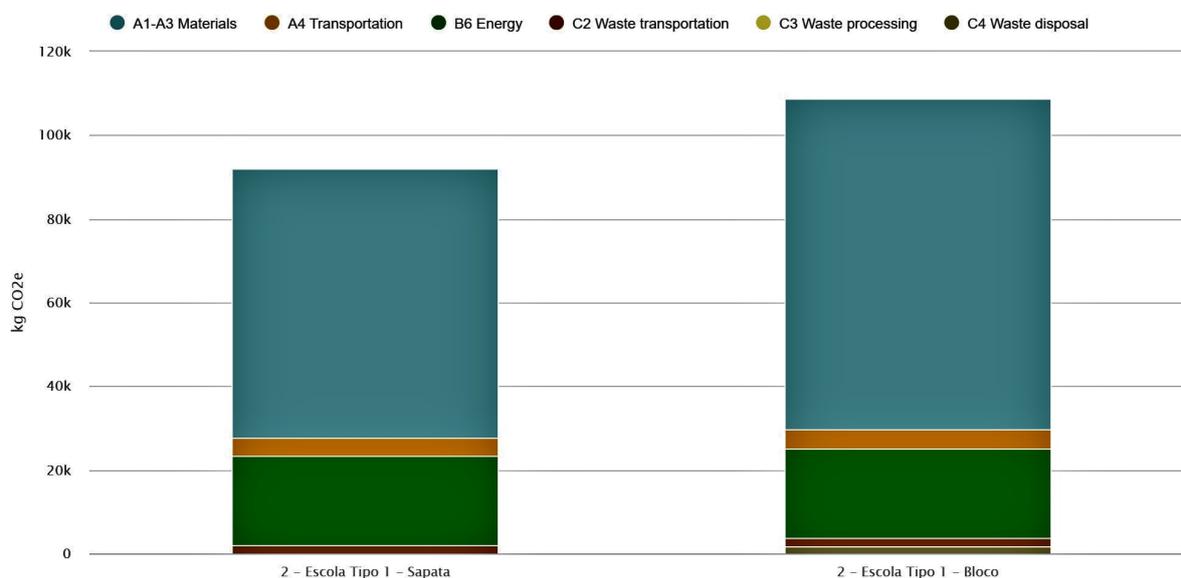
Fonte: Adaptado de One Click LCA, 2015.

Nas figuras 1 e 2, apresentando a porcentagem do carbono incorporado por estágio do ciclo de vida para a fundação tipo bloco e sapata, respectivamente, percebe-se que a maior parte do impacto ambiental (90% e 91%) se encontra justamente na composição dos materiais que constituem os serviços e que o impacto causado por essa composição e pelo transporte do material do local de

fabricação até a obra quase não se alteram, assim como o transporte desses resíduos, tendo o carbono incorporado variando em 1% a mais para a sapata.

O efeito mais significativo se apresenta na etapa final da gestão do resíduo, no impacto que este causa ao ser colocado em depósitos de lixo, já que este se apresenta tendo um percentual apenas na fundação tipo bloco, sendo tão imperceptível no caso da fundação tipo sapata que não gerou quantitativo suficiente para ser apresentado.

Figura 3. Aquecimento global, kg CO₂e, elementos e etapas do ciclo de vida



Fonte: Adaptado de One Click LCA, 2015.

Os blocos de fundação, nível A1-A3, geraram um impacto ambiental de quase quinze mil kg de dióxido de carbono equivalente (kg CO₂e) a mais que as sapatas, assim ocorrendo um impacto de 1.664 kg de CO₂e na disposição final dos resíduos, nível C4. Os impactos dos níveis intermediários a estes permaneceram quase inalterados entre as diferentes fundações por corresponderem a quantidades semelhantes de emissões de CO₂e, conforme mostra a Figura 3.

CONCLUSÃO

A junção dos dados presentes em planilhas orçamentárias para o levantamento da Análise do Ciclo de Vida auxilia na verificação de impacto ambiental de materiais, serviços, construções e no caso, até mesmo dos tipos de fundações.

Com a análise realizada, foi possível perceber que a alternativa mais sustentável, para os casos em que o terreno permite a utilização de ambas as fundações rasas, blocos e sapatas, acaba por ser a utilização das sapatas. Mesmo tendo um nível mais elevado de carbono incorporado nos níveis iniciais, a sapata se apresentou com o menor índice de kg de dióxido de carbono equivalente (kg CO₂e), que é justamente a medida que relaciona todos os gases responsáveis pelo aquecimento global.

Isso não significa que os blocos de fundação não devam ser usados. Optando por materiais e sistemas mais sustentáveis, como a preferência pelo estaqueamento mecânico, que emite menos CO₂e em relação aos demais tipos e preferencialmente, uma gestão de resíduos adequada que permita total controle sobre sua destinação final, seja ela um aterro ou a reciclagem, é possível que esta fundação venha a se equiparar em níveis ambientais às sapatas.

AGRADECIMENTOS

Ao CONFEA pela oportunidade de apresentar este artigo.

REFERÊNCIAS

- Agopyan, Vahan; M. John, Vanderley. Série Sustentabilidade. In: _____
O desafio da sustentabilidade na construção civil. 1ª. ed. São Paulo: Editora Blucher, v. 5,
2011. Cap. 4, p. 47-75.
- Agora Energiewende & Instituto E+ Diálogos Energéticos (2019): Report on the Brazilian
Power System
FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação) e Ministério da Educação, Proinfância,
Projeto Tipo 1. 2017. Disponível em:
[https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/proinfancia/eixos-de-atuacao/projetos-
arquiteticos-para-construcao/item/6412-proinfancia-tipo-1](https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/proinfancia/eixos-de-atuacao/projetos-arquiteticos-para-construcao/item/6412-proinfancia-tipo-1). Acesso em: 12 julho 2022.
- One Click LCA, 2015. Helsinki: One Click LCA Ltd.
- LNBR, Laboratório N. D. B.; CNPEM, Centro N. D. P. E. E. M. Avaliação do Ciclo de
Vida (ACV), Campinas. Disponível em:
[https://lnbr.cnpem.br/wpcontent/uploads/2021/07/Avaliacao-do-Ciclo-de-Vida-
ACV_FIM.pdf](https://lnbr.cnpem.br/wpcontent/uploads/2021/07/Avaliacao-do-Ciclo-de-Vida-ACV_FIM.pdf). Acesso em: 17 Abril 2022.
- ORTIZ, Oscar; CASTELLS, Francesc; SONNEMANN, Guido. sustainability in the
Construction Industry: a review of recent developments based on LCA. In: ORTIZ, Oscar;
CASTELLS, Francesc; SONNEMANN, Guido Construction and
Building Materials. 23. ed. [S.l.]: [s.n.], 2009. p. 28-39.
- Otto, Martina. Changes in building and construction have great potential to slow global
warming. UN Environment Programme, 2020. Disponível em:
[https://www.unep.org/news-and-stories/story/changes-building-and-constructionhave-
great-potential-slow-global-warming](https://www.unep.org/news-and-stories/story/changes-building-and-constructionhave-great-potential-slow-global-warming). Acesso em: 25 Abril 2022.
- Rabo, Olga. Cooler Future: What is CO2e and how is it calculated?. 2020. Disponível em:
<https://www.coolerfuture.com/blog/co2e>. Acesso em: 14 agosto 2022.
- Soares, Sebastião R.; Maia de Souza, Danielle; Warmling Pereira, Sibeli. Coletânea Habitare.
In: Aloysio Sattler, Miguel; Oscar Ruttkay Pereira, Fernando Construção e Meio
Ambiente. Porto Alegre: ANTAC, v. 7,
45 2006. p. 98-124. Disponível em:
http://www.habitare.org.br/pdf/publicacoes/ct_7_cap4.pdf. Acesso em: 15 Abril 2022.