

ESTUDOS SOBRE ANÁLISE DO CICLO DE VIDA E SUA APLICAÇÃO PARA CONCRETO ESTRUTURAL

REBECCA GISSONI ALMEIDA^{1*}, WILLIAM OLIVEIRA BESSA²

¹ Bacharel em Engenharia Civil, UniCEUB, Brasília-DF. Fone: (61) 9975-2248, rebeccagissoni@gmail.com

² Dr. Professor em Engenharia Civil, UniCEUB, Brasília-DF. Fone: (61) 8107-5304, willbessa@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: A busca por soluções sustentáveis para combater problemas ambientais, como o Aquecimento Global, é uma realidade na atualidade, inclusive na construção civil. Existe a necessidade de utilizar materiais, processos e edificações que possuam os menores impactos ambientais possíveis, sendo viáveis ambientalmente, economicamente, socialmente e tecnicamente, ou seja, sustentáveis. É através desta necessidade que surge a metodologia da Análise do Ciclo de Vida (ACV), que busca mapear e quantificar os impactos ambientais de materiais, processos e edificações. Esta metodologia é aplicada do berço ao túmulo, ou seja, desde a extração das matérias-primas até a deposição final. No Brasil, existe a necessidade de compor um banco de dados eficaz para a aplicação da metodologia ACV para quantificar os impactos ambientais, porém, a ACV pode ser utilizada como forma de mapear os impactos ambientais, propondo soluções e estratégias para diminuição dos mesmos. Na construção civil, o material mais utilizado é o concreto, normalmente utilizado com função estrutural. Esta pesquisa teve como objetivo principal realizar o mapeamento dos impactos ambientais do concreto estrutural. Como resultados desta pesquisa, têm-se apresentação de impactos ambientais, análise de soluções para os impactos, análises sobre a viabilidade das soluções e estratégias de implantação das soluções.

PALAVRAS-CHAVE: Análise do Ciclo de Vida; Concreto; Sustentabilidade; Resíduos; Impactos ambientais.

STUDIES ON LIFE CYCLE ANALYSIS AND ITS APPLICATION FOR CONCRETE STRUCTURAL

ABSTRACT: The search for sustainable solutions to tackle environmental problems such as global warming is a reality nowadays, even in civil construction. There is a need to use materials, processes and buildings that have the least possible environmental impacts, and environmentally viable, economically, socially and technically, in other words, sustainable. Through this need arises the methodology of Life Cycle Analysis (LCA), that seeks to map and quantify the environmental impacts of materials, processes and buildings. This methodology is applied from cradle to grave, in other words, from extraction of raw materials to final disposal. In Brazil, there is the need to compose an effective database for the application of LCA methodology to quantify the environmental impacts, however, the LCA can be used as a way of mapping environmental impacts, proposing solutions and strategies to decrease them. In construction, the most common material used is concrete, usually used with a structural function. This research aimed to perform the mapping of the environmental impacts of structural concrete. As a result of this research, we have been presenting environmental impacts, analysis of solutions to the impacts, analysis of the feasibility of the solutions and solutions deployment strategies.

KEYWORDS: Life Cycle Analysis; Concrete; Sustainability; Residues; Environmental impacts.

INTRODUÇÃO

Cada etapa do ciclo de vida de um material ou processo possui impactos ambientais, e estes tem agravado a situação ambiental global. O concreto é o “material mais utilizado no mundo depois da

água” (Oliveira, 2007). Assim, os impactos ambientais do concreto estrutural precisam ser identificados e quantificados, para poder tomar atitudes que restabeleçam o equilíbrio ambiental. O objetivo principal deste trabalho foi realizar o mapeamento de impactos ambientais do concreto estrutural, tendo como base estudos de ACV, e analisar a viabilidade de soluções para diminuição dos impactos ambientais, além de propor estratégias para implantação das soluções.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar a análise crítica da situação ambiental do concreto, primeiramente foram definidas as etapas do ciclo de vida do concreto para as análises: *Extração de agregados* (extração de agregado graúdo e miúdo); *Fabricação do cimento* (principalmente em relação à fabricação do clínquer); *Transporte de materiais* (transporte das matérias-primas do concreto, considerando caminhões que utilizam combustíveis fósseis); *Projetos estruturais e arquitetônicos* (planejamento do uso do concreto através de decisões arquitetônicas e estruturais); *Canteiro de obras* (uso do concreto dentro do canteiro de obras, do concreto moldado *in loco* e do concreto usinado); *Uso nas construções* (observações quanto às manutenções, reparos e reforços estruturais); *Destinação final* (descarte do concreto, considerando o mesmo como um Resíduo de Construção e Demolição). Foram desconsiderados os impactos relativos ao uso de água; armaduras de aço; aditivos utilizados no concreto estrutural; materiais e equipamentos utilizados para a extração, fabricação, destinação final; impacto das fôrmas. Estes itens foram desconsiderados devido à falta de dados ou por não se adequarem ao objetivo central desta análise, pois o foco desta pesquisa são os impactos dos constituintes principais do concreto (agregados e cimento).

Para as análises, tem-se tópicos. O tópico *Contextualização dos impactos ambientais* corresponde ao mapeamento de impactos ambientais relativos ao concreto, a partir de dados de diversas fontes bibliográficas. O tópico *Soluções e viabilidade* possui apresentação de soluções e análises de viabilidade das mesmas, considerando: Viabilidade ambiental (diminuição dos impactos ambientais); Viabilidade econômica (custos das soluções em relação ao convencional); Viabilidade social (melhoria da qualidade vida das pessoas, em quesitos de saúde, emprego ou educação); Viabilidade técnica (aspectos técnicos, principalmente relacionados com engenharia). Para cada tipo de viabilidade, foram analisados vários posicionamentos com base a experiência dos autores, fontes bibliográficas e cálculos, para verificar se é viável, parcialmente viável ou não é viável. Foram construídas tabelas no *Excel* para resumir as soluções e posicionamentos. O tópico *Estratégias para implantação das soluções* trata de propor estratégias para implantar as soluções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as etapas do ciclo de vida do concreto estrutural descritas anteriormente, na etapa *Extração de agregados*, os principais impactos ambientais observados foram: consumo de matéria-prima não-renovável; alterações da paisagem; supressão da vegetação; alteração na calha dos cursos de água e turbidez da água; instabilidade de margens e taludes; lançamento de efluentes; destruição da biodiversidade; consumo de energia elétrica. O resumo das soluções e viabilidades analisadas na pesquisa está apresentado na Tabela 1:

Tabela 1. Soluções e viabilidades - extração de agregados.

Etapa do ciclo de vida	Soluções	Viabilidade			
		Ambiental	Econômica	Social	Técnica
Extração de agregados	Reduzir a extração de agregados naturais	Sim	Não	Não	Não
	Substituir parte dos agregados convencionais por outros materiais que possuam função e custos equivalentes aos convencionais	Sim	Sim	Sim	Parcial
	Redução da informalidade na extração de agregados	Sim	Parcial	Sim	Sim

Entre as estratégias para implantação das soluções, foi analisado o investimento em novas tecnologias para substituir parte dos agregados e implantação de sistemas fiscalizadores e penalidades.

Na etapa *Fabricação do cimento*, os principais impactos ambientais observados foram: consumo de matéria-prima não-renovável; emissões elevadas de dióxido de carbono; emissões aéreas; emissões para a água; consumo de energia térmica; consumo de energia elétrica. O resumo das soluções e viabilidades analisadas na pesquisa está apresentado na Tabela 2:

Tabela 2. Soluções e viabilidades – fabricação do cimento.

Etapa do ciclo de vida	Soluções	Viabilidade			
		Ambiental	Econômica	Social	Técnica
Fabricação de cimento	Substituição do clínquer por outras matérias-primas e utilização de cimentos CP III e CP IV	Sim	Parcial	Sim	Parcial
	Controle de umidade e dosagem dos componentes do concreto, para reduzir o consumo específico de cimento no concreto	Sim	Sim	Sim	Sim
	Medir a eficiência do consumo de ligantes através do índice de intensidade de ligantes	Sim	Sim	Sim	Sim
	Criar normas e leis de Compensação Ambiental	Sim	Sim	Sim	Sim

Entre as estratégias para implantação das soluções, foi analisado que, para a utilização de cimentos CP III e CP IV, deve-se primeiramente verificar se existe oferta desses materiais na região da obra, além de atentar para o cronograma, pois estes cimentos possuem o tempo de cura maior.

Na etapa *Transporte de materiais*, os principais impactos ambientais observados foram: consumo de matéria-prima não-renovável (combustíveis); emissões de dióxido de carbono; emissões aéreas. O resumo das soluções e viabilidades analisadas na pesquisa está apresentado na Tabela 3:

Tabela 3. Soluções e viabilidades – transporte de materiais.

Etapa do ciclo de vida	Soluções	Viabilidade			
		Ambiental	Econômica	Social	Técnica
Transporte de materiais	Mudança de parte do transporte rodoviário para o transporte ferroviário	Sim	Parcial	Sim	Sim
	Investir em inovações tecnológicas, como por exemplo, veículos movidos a hidrogênio	Sim	Parcial	Sim	Parcial
	Diminuir as distâncias de transporte	Sim	Sim	Sim	Parcial

Entre as estratégias, foi analisado que é necessário intenso investimento por parte do governo para mudança de modalidade de transporte e investimentos em pesquisas que abordem novas tecnologias na área de transporte.

Na etapa *Projetos estruturais e arquitetônicos*, os principais impactos ambientais observados foram: consumo excessivo de concreto; erros de projeto levam a perdas de material; falta de versatilidade de projetos leva a demolição das estruturas. O resumo das soluções e viabilidades analisadas na pesquisa está apresentado na Tabela 4:

Tabela 4. Soluções e viabilidades – projetos estruturais e arquitetônicos.

Etapa do ciclo de vida	Soluções	Viabilidade			
		Ambiental	Econômica	Social	Técnica
Projetos estruturais e arquitetônicos	Aumento da resistência mecânica do concreto	Sim	Sim	Sim	Parcial
	Redução do volume de concreto através de outros modelos estruturais	Sim	Parcial	Sim	Parcial

Entre as estratégias, foi analisado que devem ser especificadas nos projetos as soluções e devem-se fazer estudos comparativos entre diferentes sistemas estruturais.

Na etapa *Canteiro de obras*, os principais impactos ambientais observados foram: consumo excessivo de concreto; perdas de materiais. O resumo das soluções e viabilidades analisadas na pesquisa está apresentado na Tabela 5:

Tabela 5. Soluções e viabilidades – canteiro de obras.

Etapa do ciclo de vida	Soluções	Viabilidade			
		Ambiental	Econômica	Social	Técnica
Canteiro de obras	Utilização de concretos usinados e melhoria do planejamento e controle de horário de entrega	Sim	Sim	Sim	Sim
	Melhoria do estoque de materiais básicos (cimento, areia e brita)	Sim	Sim	Sim	Sim
	Controle dimensional de fôrmas	Sim	Sim	Sim	Sim

Entre as estratégias, foi analisado que é necessário planejamento e correta especificação do concreto utilizado; planejamento da estocagem de materiais; projeto de fôrmas e mão-de-obra qualificada.

Na etapa *Uso nas construções*, os principais impactos ambientais observados foram: degradação do concreto; necessidade de utilização de mais concreto para recuperação de estruturas ou novas construções. O resumo das soluções e viabilidades analisadas na pesquisa está apresentado na Tabela 6:

Tabela 6. Soluções e viabilidades – uso nas construções.

Etapa do ciclo de vida	Soluções	Viabilidade			
		Ambiental	Econômica	Social	Técnica
Uso nas construções	Manutenções periódicas preventivas	Sim	Sim	Parcial	Sim

Entre as estratégias, foi analisado que é necessária uma mudança cultural para mostrar a importância deste item, não só na parte de concreto, mas em toda a edificação, além de correto planejamento.

Na etapa *Destinação final*, os principais impactos ambientais observados foram: deposição ilegal; comprometimento de vias e logradouros públicos; geração descontrolada de resíduos; assoreamento de córregos; esgotamento dos recursos naturais. O resumo das soluções e viabilidades analisadas na pesquisa está apresentado na Tabela 7:

Tabela 7. Soluções e viabilidades – destinação final.

Etapa do ciclo de vida	Soluções	Viabilidade			
		Ambiental	Econômica	Social	Técnica
Destinação final	Reutilização ou reciclagem de RCD Classe A na forma de agregados	Sim	Parcial	Sim	Parcial
	Encaminhar para áreas de aterro de resíduos da construção civil	Não	Não	Não	Não
	Implementação da gestão dos resíduos da construção civil com o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil	Sim	Sim	Parcial	Parcial

Entre as estratégias, foi analisado que é necessário verificar os custos da reciclagem dos resíduos; planejamento para gestão de resíduos e mudança cultural.

CONCLUSÕES

Os objetivos deste trabalho foram atingidos, pois foi possível realizar o mapeamento de impactos ambientais do concreto estrutural, tendo como base estudos de ACV. Entre as dificuldades desta pesquisa destaca-se a falta de banco de dados no Brasil. Desta forma, os estudos de ACV propiciaram apenas o mapeamento de impactos ambientais em cada fase do ciclo de vida, não sendo possível realizar quantificações dos impactos ambientais. As soluções propostas devem ser aplicadas em conjunto visando a efetiva diminuição dos impactos ambientais. Não basta aplicar apenas uma solução para ser considerado sustentável, deve-se ter estudos para comprovar a viabilidade ambiental, econômica, social e técnica. As certificações ambientais mais utilizadas no Brasil já estão tornando a ACV como parte de seus pré-requisitos e créditos. Para o Brasil continuar no mercado de construções sustentáveis, terá que se adequar às novas exigências.

REFERÊNCIAS

- John, M. V. Concreto Sustentável. In: Isaia, G. C. Concreto: Ciência e Tecnologia. 1 ed. v. 02. São Paulo: IBRACON, 2011. Cap. 32, p. 1843-1869.
- Oliveira, A. S. Análise ambiental da viabilidade de seleção de produtos da construção civil através da ACV e do software BEES 3.0. Porto Alegre: UFRS, 2007. 118f. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil).
- Torgal, F. P.; Jalali, S. A Sustentabilidade dos Materiais de Construção. 2 ed. Portugal: TecMinho, 2010. 460f.