ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

CLARISSA.SOUZA
Engenharia Civil, mestranda PROAC
Universidade Federal de Juiz de Fora
Juiz de Fora/ MG; Brasil
clarissajf@yahoo.com.br

ANA FLÁVIA. CRUZ
Engenheira Civil, mestranda PROAC
Universidade Federal de Juiz de Fora
Juiz de Fora/ MG; Brasil
ana.cruz@engenharia.ufjf.br

BELAYNE.MARCHI
Engenheira Civil, mestranda PROAC
Universidade Federal de Juiz de Fora
Juiz de Fora/ MG; Brasil
belaynez@hotmail.com

MARIA TERESA. BARBOSA
Professora, D.Sc.
UFJF/ Construção Civil
Juiz de Fora/ MG; Brasil
teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br

RESUMO

Considerando os impactos ambientais e econômicos que os materiais e componentes empregados na construção civil podem causar durante seu ciclo de vida, o aumento da vida útil destes inserindo-os no conceito de desenvolvimento sustentável torna-se imperioso. A durabilidade não é uma qualidade intrínseca de um material, mudanças nos detalhes do processo que proporcionem maior proteção ao componente contra os fatores de degradação podem aumentar a sua vida útil sem alterar significativamente a carga ambiental total. Podemos considerar esses aspectos como uma questão muito mais baseada em conhecimento do que em recurso pois é possível aumentar a vida útil sem aumentar o impacto ambiental durante a fase de produção. Atualmente a indústria da construção não apresenta um nível de sustentabilidade coerente com sua importância de consumo na economia do pais. Nesse contexto esse trabalho visa analisar a durabilidade durante o ciclo de vida de materiais ditos “ecoeficiente” e/ou “ecológico” buscando-se descrever interação da vida útil no ciclo de vida. Para tanto empregou-se uma pesquisa exploratoria por meio de levantamentos bibliograficos de dados qualitativos visando proporcionar maior familiaridade com o problema em estudo. Esse trabalho auxilia, portanto, as tomadas de decisões para o setor da construção civil baseado tanto no aspecto ambientais (durabilidade do material) quanto nos aspectos econômicos (custo do ciclo de vida).
Palavras-chave: Construção civil. Ciclo de vida. Durabilidade. Materiais sustentáveis

ABSTRACT

Considering the environmental and economic impacts that materials and components used in construction can cause during their life cycle, increasing their useful life by inserting them into the concept of sustainable development becomes imperative. Durability is not an intrinsic quality of a material, changes in process details that provide greater protection to the component against degradation factors can increase its useful life without significantly changing the overall environmental load. We can consider these aspects as a much more knowledge-based issue than in resource as it is possible to increase the useful life without increasing the environmental impact during the production phase. Currently the construction industry does not present a level of sustainability consistent with its importance of consumption in the economy of the country. In this context, this work aims to analyze the durability during the life cycle of "ecoefficient" and / or "ecological" materials, aiming to obtain minimum guidelines that guarantee the increase of the useful life at a competitive cost. In order to do so, an exploratory research was carried out through bibliographical research of qualitative data in order to provide greater coupling with the problem under study. This work therefore helps decision making for the construction sector based on both the environmental (durability of the material) and economic (life cycle cost) aspects.
Keywords: Construction. Life cycle. Durability. Sustainable Materials

1. INTRODUÇÃO

Atualmente a Sustentabilidade é um termo utilizado para designar o bom uso dos recursos naturais no planeta e está relacionado constantemente com aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade humana. Alcançar a sustentabilidade implica em caminhar rumo ao desenvolvimento sustentável, porém a abordagem do combate às causas da insustentabilidade parece não avançar no mesmo ritmo. A Sustentabilidade propõe-se a ser um meio de esculpir a sociedade, de tal forma que os seus membros e as suas economias preencham necessidades no presente, e ao mesmo tempo preservando a biodiversidade e os ecossistemas naturais.

Dessa forma, com o intuito de atender a proposta de sustentabilidade as empresas e a sociedade precisam cuidar da extração dos recursos naturais não-renováveis, através de uma adequada administração, que considere também os ecossistemas envolvidos e inclua sua capacidade de reabilitação, conciliando uma relação benéfica junto ao meio-ambiente. Portanto, a questão chave para as empresas, é: Como definir e aplicar estratégias para garantir seu desenvolvimento sustentável? Nesta concepção, devido ao fato dos problemas ambientais estarem associados à produção industrial, torna-se necessário laborar e aplicar conceitos de ecoeficiência.

A inserção de praticas de ecoeficiencia e uma maneira de ultrapassar o desempenho da concorrencia e se adequar as exigencias futuras, produtos ecoeficientes são aqueles feitos para ajudarem o consumidor a usar menos recursos naturais portanto para ecoeficiencia ser atingida é necessario que três conceitos basicos sejam aplicados: a redução de consumo de recursos naturais,redução de impactos na natureza e aumento da produtividade agregando valor ao produto (BCSD Portugal, 2004).Desta maneira atuações simples podem ser realizadas para promover a inplantação da ecoeficiencia como maximizar os recursos renovaveis, extensão do ciclo de vida do prodtudo prolongando a durabilidade do mesmo e Intensificação da reciclagem de materiais agregando valor aos bens e serviços.

Portanto a implementação da ecoeficiencia é benefica devido a otimização dos processos trazendo economia de recursos redução de impactos e custos,cooperação entre as empresas para revalorizar os subprodutos e residuos mirando o disperdicio zero,produtos com maior rentabilidade e funcionalidade,mercados mais sustentavéis com o avanço das inovações e utilização de benchmark (WBCSD ,1998). Além das vantagens citadas que beneficiaram o setor privado ,a ecoeficiencia pode apoiar os governos a conceber uma estrategia nacional para desenvolvimento sustentavel, sendo assim a economia e a qualidade de vida continuaram a crescer enquanto a utilização dos recusros naturais e a poluição diminuirão.

Assim, a gestão ambiental assume novas caracteristicas tornando-se pro ativa e não mais reativa, localizando conveniências, a interação e a interdisciplinidade e não mais resaltando temas isolados. Contudo,faz-se necessario a utilização de o máximo de instrumentos tecnicos de controle e monitoramento ambiental, além do desenvolvimento e estabelecimento de uma larga base de conhecimento sobre meio ambiente e recursos naturais .

Durante a avaliação da ecoeficiência de um material mede-se impactos ambientais deste, do berço ao túmulo, fazendo uso do procedimento conhecido como Análise do ciclo de vida (ACV) que foi empregada pela primeira vez nos EUA, avaliando recursos requisitados para emissões e produção de resíduos causados por diferentes pacotes de bebidas sendo realizada pela empresa Midwest Research Institute para a Coca-Cola Company em 1969 (HUNTet al, 1996).

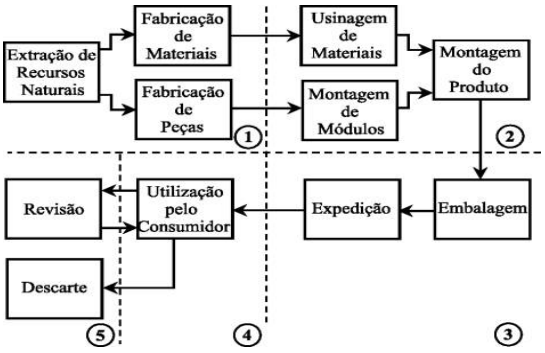
A análise do ciclo de vida (ACV), apesar de ser ampla e até mesmo complexa, pode ser considerada uma das mais apropriadas, pois através desta ferramentas podemos coletar dados e interpretar resultados buscando soluções para problemas ambientais globais, uma vez que inclui todas as etapas do ciclo de vida HINZ,2008).

A aplicação da ACV foi regulamentada internacionalmente em 1996 sob ISO14040, detalhes adicionais relativos aos métodos são fornecidos nas normas complementares: ISO 14041, ISO 14042 e ISO 14043, em relação às várias fases da ACV (NBR 14040, 2001). Algumas das maiores desvantagens da ACV é a

depedencia de uma grande disponibilidade de tempo,implicando grandes quantidades de dados sobre os impactos ambientais dos materiais para todas as fases da vida ciclo (TORGAL,2011).

Para que se dê início a avaliação de ciclo de vida (ACV) faz-se necessarios caracterizar as etapas descritas no fluxograma ilustrado pela Figura 1, especificando todos os fluxos de material e energia que entram e saem do sistema. O diagrama simplificado exemplifica os principais fases do ciclo de vida do produto. O primeiro passo é a aquisição de matéria prima (extração de recursos naturais) (1). No segunda fase a matéria prima é processada para obtenção dos materiais ou peças de, por exemplo, plástico ou cimento e estes materiais já processados são então transformados em produtos, no estágio de manufatura do produto (2). Depois destas etapas, ocorre a embalagem e o transporte, que podem ou não ser de responsabilidade do fabricante (3), o uso (4) e o descarte ou a reciclagem (5) (RIBEIRO ,2003).

Figura 1 – Fluxo do processo d e análise do ciclo de vida (ACV).



Fonte: Ribeiro,2003

A analise do cicclo de vida, portanto propõe uma análise bastante complexa, com muitas variáveis. Por tal motivo, há uma estrutura formal, dividida em etapas. Segundo Ribeiro (2003), para a realização de uma avaliação do ciclo de vida de um produto precisamos definir os objetivos,limites de estudo e unidade funcional;realizar um inventario de entradas e saidas de energia e materiais relevantes para o sistema e finalmente avaliar os impactos devidos às emissões identificadas e ao consumo de recursos naturais e interpreta os resultados da avaliação de impacto com a finalidade de implantar melhorias no produto ou no processo.

O ultimo estagio da ACV, vide Figura 1 ,usualmente não considerado pelo fabricante, mas será no futuro abordado devido à expansão das atividades envolvendo leasing e devolução ao mesmo .O segundo e o terceiro estágios são vistos como aqueles onde haverá a maior responsabilidade ambiental da indústria, mas a visão crescente dentro e fora das corporações consiste num produto ambientalmente responsável minimizando seus impactos ambientais em todos os seus cinco estágios.(RIBEIRO ,2003).

O ciclo de vida ajuda na tomada de decisão muitas vezes produto aparentemente barato a médio prazo pode ter altos custos de gerenciamento e manutenção. Ao contrário, pode ser que, quando considerarmos todo o ciclo de vida, materiais com emissões significativas de CO_2, como concreto, podem ver suas emissões reduzidas dando-lhes uma segunda vida como um material de preenchimento em infraestrutura, com um duplo efeito. Portanto, é fundamental aplicar a visão do ciclo de vida e levar em conta os custos econômicos e ambientais ao identificar a tecnologia mais ecoeficiente (BRIBIÁN *et al*, 2011)

Devido a consolidação do conceito de desenvolvimento sustentável, a durabilidade passou a ser enxergada de uma nova forma, pois o aumento na vida útil é uma forma direta na diminuição do impacto ambiental, o que possibilitou o surgimento de novas pesquisas na área indicando que a durabilidade e a previsão de vida útil têm dimensões ambientais muito importantes (JONH,2016). Portanto aumentar a durabilidade dos materiais é uma opção para desvincular o consumo do desenvolvimento e reduzir as cargas ambientais,esse objetivo pode ser alcançado estudando e analisando a influencia da durabilidade no ciclo de vida de modo que garantam o aumento da vida útil a um custo competitivo.

Esse trabalho aborda a importância da ligação entre a vida útil e a durabilidade dos materiais dentro da analise do ciclo de vida, considerando que na sociedade atual que vivemos os produtos têm uma vida útil limitada e saber quanto tempo vai durar um produto pode ajudar a programar a amortização,contabilizar os possivéis reparos e evitar a obsolescência da empresas que incentivam um aumento do consumo atual atráves do controle da vida util do produto gerando maior lucro. Portanto, o objetivo deste trabalho é fortalecer o enfoque da sustentabilidade ambiental. Assim sendo, procura-se analisar os itens durabilidade, vida util e análise do ciclo de vida (ACV).

O procedimento metodologico consite numa pesquisa exploratoria através de levantamentos bibliograficos com dados qualitativos visando proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito e construir hipóteses, abordando análises e exemplos que estimulem a compreensão.Uma vez estabelecida a base, o campo recém-explorado, obteremos mais informações atraves de uma investigação descritiva, definida como tentativas de explorar e explicar ao fornecer informações adicionais sobre um assunto, preenchendo as partes em falta e expandindo nossa compreensão.

2. ECOEFICÊNCIA DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

2.1 Considerações Iniciais

A integração dos aspectos: ambiental, econômico e social possibilitam relacionar competitividade e desenvolvimento sustentável, que se utiliza da ecoeficiência como ferramenta. A ecoeficiência refere-se inserção do produto no mercado a preços competitivos satisfazendo as necessidades humanas atuais e futuras, enquanto ocorre a redução da intensidade de recursos e impactos ecológicos em todo o ciclo de vida (ELCOCK, 2007).

Os produtos ditos ecoeficentes passaram a receber rótulos ambientais evidenciando que o produto possui padrões ambientais certificados por entidades regulamentadoras (TORGAL, 2011). Os programas de rotulagem cresceram rapidamente entre os países da OCDE (Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico) que os utilizam como instrumento para políticas ambientais e para incentivo de mudanças nos padrões de consumo e produção. A rotulagem pode ser vista como um meio de comunicação do mercado com o consumidor (vide tabela1).

Tabela 1 – Tipo de Rotulagem

Tipo de Rotulagem	Norma ISO	Descrição:
Tipo I	*NBR ISO 14024*	Esta Norma relaciona princípios e procedimentos para o desenvolvimento de programas de rotulagem ambiental (Rótulos ecológicos certificados), são programas independentes e voluntários baseado em critérios para atribuir rótulos aos produtos permitindo relacionar produtos da mesma categoria com base no desempenho ambiental em consideração ao ciclo de vida procedido
Tipo II	*NBR ISO 14021*	Esta Norma especifica os requisitos para auto declarações ambientais, São declarações desenvolvidas pelos fabricantes, importadores ou distribuidores de modo a comunicar informação sobre um único aspecto ambiental dos seus produtos ou serviços.
Tipo III	*NBR ISO 14025*	Esta Norma informa declarações ambientais de produtos EPD, disponibilizam informação normalizada de LCA sobre um produto ou serviço, através de diagramas que apresentam um conjunto de indicadores ambientais relevantes (aquecimento global, consumo de recursos, produção de resíduos, entre outros), acompanhado de uma interpretação da informação

(Fonte: adapatado Lemos e Barros,2006)

Salienta-se que as rotulagem do tipo III também conhecidas como EPD (Environmental Product Declaration) são um relatório que contém informações quantitativas de impactos ambientais associados a um determinado produto ou processo, baseado na metodologia de avaliação de ciclo de vida. Pode-se obter as

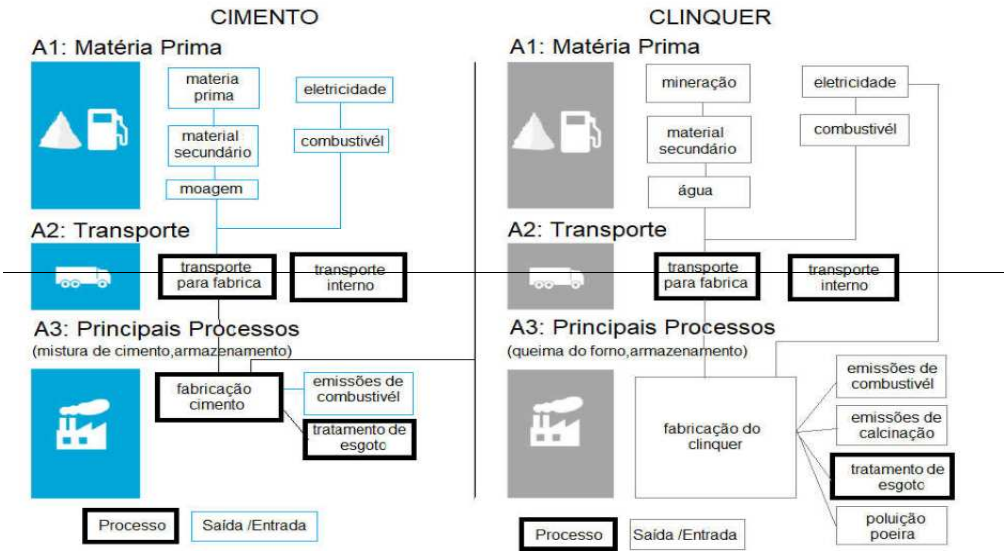
seguintes informações a cerca das categorias de impactos ambientais: os recursos não renovavéis e renovavéis, aquecimento global, distruição da camada de ozonio, acidificação, formação de oxidantes fotoquimicos, eutrofização. Logo, os EPD possuim a vantagem de fornecer informações sobre o desempenho ambiental dos produtos,estimular a oferta e procura dos produtos com menor impacto ambiental ao longo do ciclo de vida,induzir melhoria no perfil ambiental do produto. (BRAGANÇA,2011).

Os indicadores de sustentabilidade das certificações devem refletir as alterações nos atributos de produtividade, resiliência, estabilidade e eqüidade. Devemos ressaltar que não existe indicadores universais, mas sim que cada sistema, dependendo de suas categorias e elementos específicos, assim como dos descritores relacionados, terá seu próprio conjunto de indicadores.Os indicadores devem ser eficientes e não exaustivos. Um critério geral para a seleção de indicadores é que estes devem ser capazes não apenas de sinalizar a existência de uma degradação no sistema mas, também, de advertir sobre eventuais perturbações potenciais.

No que se refere a industria de cimento, trata-se de um modelo, responsável por 5% das emissões de CO_2 no mundo, a produção global de cimento pode se tornar mais sustentável graças à pesquisa científica e a inovações tecnológicas baseadas nos estudos do ciclo de vida. No Brasil, a participação da indústria cimenteira nas emissões de CO_2 é metade da média mundial, cerca de 2,6%. Para cada tonelada de cimento produzida no Brasil são emitidos 600 kg de CO_2, o que está abaixo da média mundial, de cerca de 900 kg por tonelada, mas ainda representa um desafio se considerarmos que a produção precisa ser incrementada diante das diversas demandas pelo produto. Apesar das variações ao longo do tempo, há um decréscimo de 1% das emissões ao ano (ALMEIDA,2012).

Atualmente algumas empresa produtoras de cimento realizam a analise do ciclo de vida dos seus produtos, através da certificadora EPD (Environmental Product Declaration), que através da ACV estimativas dos impactos ambientais por fases e em totalidade. Por exemplo, para o cimento Portkand: CP II E 40, CP III-40 RS, CP V-ARI, na análise do ACV adotou-se uma PCR (Regras de Categoria de Produto) estas regras estabelecem os pré-requisitos metodológicos e específicos para estimar e relatar os impactos ambientais de ciclo de vida de um produto na forma de declarações ambientais de produto.O PCR utilizado utilizou um ciclo dividido em três categorias (fornecimento de materia prima, transporte e processos) as categorias também foram subdividas em estagios como mostra figura 2.

Figura 2 – Estagios do ciclo de vida do PCR.

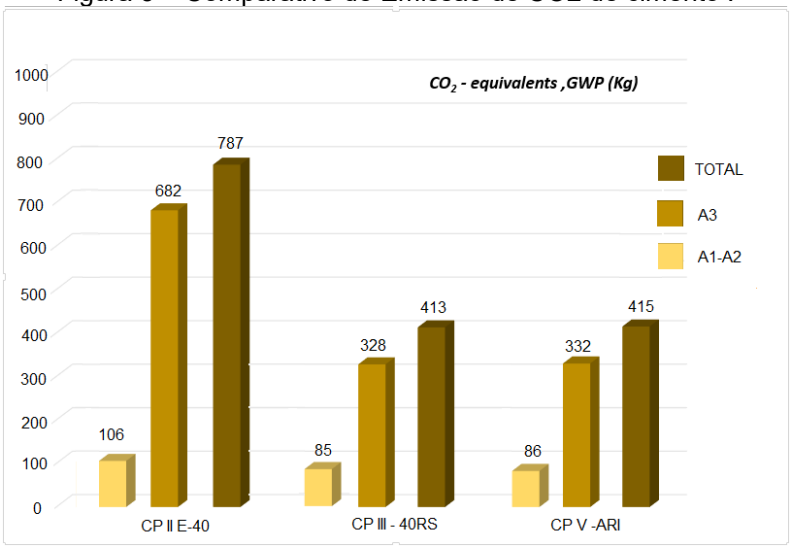


(fonte: Environmental Product Declaration,2016)

Desse modo podemos verificar que o ACV preocupa-se com a preservação ambiental aliada ao desenvolvimento tecnológico e tem como função transformar os fluxos de materiais de forma cíclica e ecológica, de modo a englobar desde a captação dos recursos naturais até o descarte final (HINZ, 2007).

A figura 3 avalia o potencial de aquecimento global pelas emissões de CO_2 realizado por cada produto cimenticios CP II E 40, CP III-40 RS, CP V-ARI. Nota-se que o CP III e CPIV possuim um emissão de CO_2 no processo produtivo muito menor. O consumo total e o impacto ambiental são reduzido consideravelmente para os cimentos com adições.

Figura 3 – Comparativo de Emissão de CO2 de cimento .



(fonte: Environmental Product Declaration,2016)

Salienta-se que a análise do ciclo de vida tornou-se uma ferramenta de apoio à decisão usada pelos fabricantes, fornecedores, clientes, decisões políticos e outros interessados (JESWANI et al., 2010). A montagem de uma fábrica de cimentos no estado de Rondônia localizada a 20 quilômetros do centro da capital Porto Velho exemplifica bem ações tomadas observando-se o ciclo de vida do produto,a fábrica que geraria grande problemas, seja escassez local de matéria prima para produção do cimento seja pelo custo de transporte do cimento das fábricas já estabelecidas e em operação até a unidade de consumo. Para otimizar os efeitos produz-se sinteticamente argila calcinada que reduz as emissões de CO_2.

Outro material construtivo amplamente dessiminado é o concreto usinado; estima-se que anualmente são consumidas 11 bilhões de toneladas de concreto, segundo a Federación Iberoamericana de Hormigón Premesclado (FIHP), aproximadamente, um consumo médio de 1,9 tonelada de concreto/ habitante/ ano, valor inferior apenas ao consumo de água. No Brasil, o concreto que sai de centrais dosadoras gira em torno de 30 milhões de metros cúbicos (PEDROSO,2009). A EPD fornece também fornece informações sobre a certificações de produção de concreto usinado, vide tabela 2 (a unidade avaliada é $1m^3$ de concreto).

Tabela 2– Impactos ambientais da produção do concreto

Parâmetros	***Unidades***	***Matéria prima / Fabricação***
Potencial de aquecimento global	Kg-CO_2-eq.	2,17E+02
Potencial de depleção da camada de ozônio estratosférico	Kg-R11-eq.	8,36E-09
Potencial de acidificação da água	Kg-SO_2-eq.	7,81E-01
Potencial de eutrofização	Kg-PO_4^3-eq.	7,82E-02
Potencial de formação de oxidantes fotoquímicos de ozônio troposférico	Kg-ethene-eq.	5,66E-02
Potencial de depleção abiótica para recursos não fósseis	Kg-Sb-eq.	7,60E-04
Potencial de depleção abiótica para recursos fósseis	MJ	1,44E-03
Energia primária não renovável como transportadora de energia	MJ	1,44E+03
Uso total de recursos de energia primária não renováveis	MJ	1,44E+03
Uso de material secundário [kg]	Kg	1,36E+01
Uso de combustíveis secundários não renováveis [MJ]	MJ	3,54E+02
Uso de água fresca líquida	m^3	1,58E-03

(fonte: adaptado EPD-Miistura pronta de concreto,2014)

Seja qual for o produto examinado, a durabilidade está relacionada com as tecnologias e processos de produção e com o consumidor considerando as decisões que também tem relação ao fim de vida do produto. A influência do comportamento do consumidor sobre a durabilidade do produto é decisivo, na medida em que o produto é usado pode comprometer ou limitar a vida útil do mesmo, em comparação com o que é esperado pelo produtor. (De Saxce *et a*l., 2012).

2.2 Vida útil dos materiais

Pode-se descrever a durabilidade como a capacidade do material ou componenete desempenhar sua função ao longo do tempo, considerando uso e manutenção adequada .Com essa definição é possível perceber que não existe uma relação específica entre a natureza do material e/ ou produto e a sua durabilidade, pois as condições que o caracterizam estão ligadas às condições de exposição que podem determinar os mecanismos pelos quais ocorre a degradação dos materiais.

Dentro deste sistema existem fatores que precisam ser considerados para avaliar completamente os potenciais benefícios da durabilidade prolongada do produto, incluindo limites práticos a partir dos atuais métodos de fabricação, implicações de custos das mudanças nos materiais, componentes e fabricação para ampliar a vida, taxas de inovação que poderiam prolongar a vida de produtos obsoletos e ineficientes e mudanças no hábito de compra dos consumidores, bem como suas expectativas sobre o desempenho para diferentes tipos de produto. (IRALDO,2017)

O aumento da durabilidade é uma opção para desvincular o consumo do desenvolvimento e abreviar as cargas ambientais, é também uma forma de aumentar a vida útil dos produtos o que resulta em uma diminuição de consumo de matérias primas e reduz a quantidade de resíduos (JOHN et al,2016). Vale ressaltar uma comum confusão entre os conceitos de durabilidade e vida útil. Na verdade a vida útil é quantificação da durabilidade, essa por sua vez pode ser considerada como o tempo em que o material se comporta de forma significativa, desempenhando adequadamente sua função.

Devido à crescente preocupação com a durabilidade têm surgido inúmeros documentos que exploram a utilização de métodos para a previsão da vida útil. Apesar dos muitos esforços feitos nesta área e dos vários temas abordados serem cada vez mais específicos, o seu conteúdo parece ser bastante geral, sem bases suficientes de aplicação. Em diversos estudos constata-se que a previsão de durabilidade e vida útil está sujeita a muitas variáveis e, por isso, não pode ser uma ciência exata. Os resultados devem ser tratados como uma indicação do que será a vida útil, quando se tem em consideração os fatores e circunstâncias reais que influenciam a durabilidade e vida útil.

Segundo Hovde (2004) os principais métodos utilizados para a estimativa da vida útil podem possuir três abordagens diferentes,a saber: a primeira, baseada no método determinísticos (estudo dos fatores de degradação que afetam os elementos estudados, na compreensão dos seus mecanismos de atuação e na sua quantificação traduzida em funções de degradação); a segunda (define a probabilidade de ocorrência de uma mudança de estado do elemento, procurando descrever a evolução da degradação e as respectivas incertezas decorrentes dos períodos de tempo considerados; e por fim, os métodos de engenharia surgem de forma a conciliar as vantagens dos métodos anteriores. (SANTOS,2010)

Estes métodos são de fácil compreensão, mas são alvo de várias críticas quanto à simplicidade com que abordam fenômenos complexos, como é o caso de degradação. Apesar de promissores, estes métodos ainda não têm uma grande aplicabilidade, pois seus dados são bastante complexos, necessitarem de grande quantidade de informação para serem confiáveis e ainda possui grande dependência do trabalho de campo.

Dentro deste contexto, observa-se que a vida útil não tem sido analisada dentro do ciclo de vida, por exemplo, no estudo da influência da vida útil para postes de madeira e de concreto. Os resultados da ACV analisados juntamente com a aplicação do método determinístico, auxilia na tomada de decisão na especificação dos materiais, por exemplo, postes de madeira possuem uma vida útil estimada em 15 anos enquanto que os postes postes de concreto em 25 anos, se considerar a variabilidade dos valores de vida útil estimados na ACV, observa-se que os impactos ambientais variam proporcionalmente. Por exemplo, caso os postes durarem mais tempo, será necessária uma taxa menor de substituição, portanto menos recursos serão consumidos e consequentemente os impactos ambientais serão reduzidos (SOUSA, 2014).

Segundo Sousa (2014), os resultados quantitativos da ACV sofreram uma variação em função do parâmetro tempo de vida útil de até 50%, influenciados por determinadas situações especificadas,portanto conclui que para desenvolver uma avaliação de ciclo de vida, o valor do tempo de vida útil mais condizente com a realidade é imprescindível. Observou-se que os potenciais impactos ambientais dos postes podem ser reduzidos ou aumentados numa proporção que depende do tempo de vida útil atribuído para estas estruturas. Desta maneira, o prolongamento do tempo de vida útil dos postes, por fatores como qualidade do material, adequações de projeto, manutenção periódica entre outros, é uma forma efetiva de redução dos impactos ambientais (FANTINI,2012).

3. ESTUDO DA DURABILIDADE DO PRODUTO SUSTENTAVÉL

Muitas são as formas de se buscar o desenvolvimento sustentável. Atingi-lo implica promover ações sinérgicas. Trabalhar a sustentabilidade dos materiais constitui desenvolver produtos adequados aos usos a que serão submetidos; que proporcionem ao ser humano um ambiente saudável, confortável, seguro, confiável e durável e que, portanto, atendam às necessidades e anseios da sociedade com relação à qualidade de vida. Durante sua utilização, os produtos devem proporcionar facilidade de manutenção e economia de gastos, a vida de um produto deve ser prolongada e, no término de sua utilidade, a possibilidade de reuso dos materiais e componentes e sua correta destinação devem estar previstos.

A busca por um modelo sustentável levou a uma percepção mundial da importância de destinar maior empenho em prol de questões voltadas à sustentabilidade de uma maneira geral. Aliando a consciência à tecnologia, ao planejamento de técnicas e aos estudos científicos. Nesse sentido,o desenvolvimento sustentável deve encontrar uma medida adequada entre o crescimento econômico e a conservação dos recursos naturais, mediante o uso equilibrado dos recursos no presente e futuro, ou seja, para que o desenvolvimento seja sustentável,deve ser não apenas economicamente eficiente,mas também ecologicamente prudente e socialmente desejável (ROMEIRO, 2012). A sustentabilidade não é estática, mas dinâmica. A partir disto, o conceito de sustentabilidade é apresentado a partir de oito dimensões social, cultural, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política (nacional e internacional), vide Tabela 3.

Tabela 3– Dimensões de Sustentabilidade

Item	Descrição:
Social	Objetiva alcançar um patamar razoável de homogeneidade social, com distribuição de renda justa, emprego pleno e/ou autônomo com qualidade de vida decente e igualdade no acesso aos recursos e serviços sociais.
Cultural	Expressa a preservação e a divulgação da história das tradições e dos valores regionais, bem como acompanhamento de suas transformações; incentiva a valorização das culturas tradicionais, divulgação da história da cidade, garantia de oportunidades de acesso a informação.
Ecológica (Ambiental)	Está relacionada à preservação do potencial do capital natural na sua produção de recursos renováveis e à limitação do uso dos recursos não renováveis; respeita e realça a capacidade de autodepuração dos ecossistemas naturais.
Territorial	Refere-se a configurações urbanas e rurais balanceadas, melhoria do ambiente urbano, superação das disparidades inter-regionais e estratégias de desenvolvimento ambientalmente seguras para áreas ecologicamente frágeis.
Econômica	Significa a aplicação eficiente de recursos naturais em um mercado competitivo, no qual as distorções no mercado que devem ser corrigidas pela internacionalização de custos ambientais e/ou reformas fiscais.
Política (Nacional)	Democracia definida em termos de apropriação universal dos direitos humanos, desenvolvimento da capacidade do Estado para implementar o projeto nacional, em parceria com todos os empreendedores e um nível razoável de coesão social.
Política (Internacional)	Essa dimensão tem estreita relação com o trabalho incessante da ONU, tencionando a defesa e a prevenção de guerras, em busca da paz e na promoção da cooperação científica e tecnológica entre os países, assim como a manutenção do sistema internacional financeiros e de negócios

(fonte: adaptado SACHS,2014)

Estas dimensões refletem o desenvolvimento dentro de uma nova proposta, como uma estratégia alternativa à ordem econômica internacional, enfatizando a importância de modelos locais baseados em tecnologias apropriadas, em particular para as zonas rurais, buscando reduzir a dependência técnica e cultural (JACOBI, 1999).

Nesse contexto, a especificação correta dos materiais é cercada de critérios técnicos e de extrema importância, uma vez que desde sua produção até seu descarte causam vários impactos que envolvem tanto a sociedade quando o meio ambiente. A afirmação que tais materiais são melhores, ou que provocam menos impacto, é prematura e parcial, sendo necessária não só a avaliação às características físicas e químicas do material como também uma análise integrada do projeto, da região no qual será implementada, da mão de obra disponível e tantos outros fatores.

A eficiência dos materiais está ligada à sua perda técnica e na buscar uma forma de reduzi-la passa a ser uma tarefa árdua de alguns pesquisadores. Aumentar a eficiência significa aumentar a sua vida útil técnica e reduzir seu custo de operação. O aumento da vida útil técnica dos materiais com aumento da sua eficiência nem sempre resulta no aumento da sua vida útil econômica, pois o aumento da eficiência é sempre acompanhado de utilização de materiais de melhor qualidade e na introdução de nova tecnologia na fabricação desse equipamento, aumentando o custo de capital inicial, ou seja, o custo com aquisição do equipamento.

A obsolescência é também um problema de vida útil, a mesma não é decorrente de um processo de degradação mas, sim de mudanças nas exigências do utilizador. Considerando como a vida útil de serviço definida socialmente,não é possível estimar as mudanças sociais que irão ocorrer a longo prazo, não se pode controlar a durabilidade perante a obsolescência. Contudo podem ser minimizadas as ações ambientais relativas à obsolescência, fazendo com que os componentes que se podem tornar antiquados com maior facilidade sejam facilmente substituídos.

Atualmente precisamos nos preoculpar mais com a durabilidade dos materiais do que com a resistência, e premente alterar esta situação, pois com pequenos investimentos nas fases de conceção pode-se aumentar o ciclo de vida. A durabilidade dos materiais consiste numa caractristica que abrange diversas dimensoes da sustentabilidade, atingimos socialmente quando o produto duravél gera acesso aos recursos e consumo consciente na comunidade e, posteriormente, sua extensão de vida gera preservação e divulgação da história trabalhando a dimensão cultural. Pode considerar que a dimensão ecológica e abordada pela durabilidade como uma opção para desvincular o consumo do desenvolvimento e abreviar as cargas ambientais, outro dimensão importante que a durabilidade trabalha e a econômica onde a sustentabilidade seria alcançada pela racionalização econômica com aplicação eficiente de recursos natura.

4. CONCLUSÕES

A escolha correta dos materiais é cercada de critérios técnicos e de extrema importância, uma vez que desde sua produção até seu descarte causam vários impactos que envolvem tanto a sociedade quando o meio ambiente. A afirmação que tais materiais são melhores, ou que provocam menos impacto, é prematura e parcial, sendo necessária não só a avaliação às características físicas e químicas do material como também uma análise integrada do processo, da região no qual a será implementada, da mão de obra disponível e tantas outras.

Atualmente podemos encontrar no mercado alguns produtos que se alto intitulam mais sustentavéis do que os convencionais,contudo alguns deles podem não ter vantagens em relação aos produtos convencionais e os rotulos estarem sendo usado apenas com objetivo de potencializar a venda.Portanto é fundamental proceder a avalição da sustentabilidade de modo a indentificar aquelas que realmente iram potencializar o futuro.

Os indicadores utilizados para monitorar o sistema ao longo do tempo devem ser avaliados quanto a sua eficiência.Deve-se definir níveis máximos e mínimos para os indicadores individuais, de acordo com a capacidade de suporte do sistema, bem como atribuir-lhes pesos na formulação de indicadores compostos, de acordo com o seu grau de importância para cada indicador. Isto se deve, comumente, à existência de vários indicadores por atributo, característica ou dimensão de sustentabilidade.

Pode-se concluir que mesmo diante de muitos avanços quanto aos conhecimentos da durabilidade de materiais, assim como, novas formas de identificar a vida útil, muitos estudos ainda devem ser realizados para que ocorra o aperfeiçoamento da analise do ciclo de vida e novas metodologias de aplição.Podemos considerar também que o material atinge o fim da sua vida útil quando deixa de desempenhar adequadamente as funções que lhe foram previamente exigidas, devido a alterações no desempenho requerido em relação à utilização destinada. Uma vez que o desempenho requerido é de difícil quantificação, a definição do fim de vida útil é complexa.

A interação da vida útil no ciclo de vida seria uma ferramenta util se fosse possível definir com bastante precisão parâmetros de incerteza adequados e ajustados a cada material, tendo em consideração o contexto em que se insere e usando bases de dados confiáveis. Como tal, mais estudos devem ser feitos, de modo a obter parâmetros de incerteza associados e ajustados a cada elemento de modo a analisar a viabilidade da sua aplicação para obter uma boa estimativa de vida útil de materiais, sistemas ou componentes.

A aplicação deste princípio, se melhor estudada e bem implementada, poderá contribuir para diminuir o risco de incerteza associado à atribuição do valor de vida útil para qualquer material, definindo uma margem de erro ajustada a cada caso, permitindo, assim, aos agentes intervenientes no processo construtivo e proprietários tomar opções mais conscientes durante as fases de produção, com uma maior segurança nas suas escolhas.

Na ACV, muitos dos dados utilizados não são integralmente representativos da realidade brasileira, pois foram adaptados de base de dados estrangeiras, sem que houvesse uma análise minuciosa de sua origem, qualidade e representatividade. Para a compatibilidade do inventário nacional referente aos materiais, necessita-se de um banco de dados que satisfaça as condições locais. No momento, são utilizados processos provenientes principalmente da Europa, Ásia e América do Norte. Com isso, diferenças na tecnologia e nos próprios materiais podem surgir.

Durante a pesquisa observei que existem diversos websites que realizam alguns tipos de cálculos de ACV gratuitamente , como o OpenLCA e o LCA Calculator. Essa é uma ferramenta interessante para todos que estão interessados em descobrir o quanto impactam o meio ambiente, e identificar maneiras de diminuir esse impacto com algumas mudanças de hábitos, o que chama atenção é que por existirem ferramentas gratuitas mostra que o estudo segue avançando.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pelo apoio financeiro para participação do evento.

5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando. **Desenvolvimento sustentável 2012-2050: visão, rumos e contradições**. Elsevier Brasil, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR ISO. 14040. **Sistemas de Gestão Ambiental/AVC**, 2001.

BRAGANÇA, Luis; MATEUS, Ricardo. Avaliação do ciclo de vida dos edifícios-impacte ambiental de soluções construtivas. **Guimarães: Ed. Autor**, 2011.

BRIBIÁN, I. Z.; CAPILLA, A. V.; USÓN, A. A**. Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential**. **Building and Environment,** v. 46, n. 5, p. 1133-1140, 2011

CIMENTOS, VOTORANTIM. Cements CP II E 40. **CP III-40 RS and CP V-ARI (bulk form) Available at:< http://www. environdec. com/en/Detail/epd895>. Access at**, v. 26, 2016.

De Saxce, M., Pesnel, S., Perwuelz, A., 2012. LCA of bed sheets e some relevant parameters for lifetime assessment. J. Clean. Prod. 37, 221e228.

ELCOCK, D. **Life-cycle thinking for the oil and gas exploration and production industry**. Prepared by the Environmental Science Division, Argonne National Laboratory. ANL/EVS/R-07/5. 2007. Disponível em: http://www.evs.anl.gov/pub/dsp_detail.cfm?PubID=2154. Acesso em: junho de 2011.
FANTIN, Valentina et al. **Life cycle assessment of Italian high quality milk production. A comparison with an EPD study**. **Journal of cleaner production**, v. 28, p. 150-159, 2012.

HINZ, Roberta Tomasi Pires; DALLA VALENTINA, Luiz V.; FRANCO, Ana Claudia. **Monitorando o desempenho ambiental das organizações através da produção mais limpa ou pela avaliação do ciclo de vid**a. **Revista Produção Online**, v. 7, n. 3, 2008.

HOVDE, P.J.; MOSER, K. **Performance Based Methods for Service Life Prediction: State of the Art Report**. 2004. CIB Report: Publication 294.

HUNT, R. G.; FRANKLIN, W. E.; HUNT, R. LCA—How it came about. **The international journal of life cycle assessment,** v. 1, n. 1, p. 4-7, 1996.

IRALDO, Fabio; FACHERIS, Camilla; NUCCI, Benedetta. Is product durability better for environment and for economic efficiency? A comparative assessment applying LCA and LCC to two energy-intensive products. **Journal of Cleaner Production**, v. 140, p. 1353-1364, 2017

JESWANI, H. *et al*. **Options for broadening and deepening the LCA approaches**. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 2, p. 120-127, Jan. 2010.

JACOBI, P. R. Meio Ambiente e Sustentabilidade. In: CEPAM. **O município no século XXI: cenários e perspectivas**. São Paulo: CEPAM (Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal), 1999. p. 175-183.

JOHN, V. M., AGOPYAN, V. **Durabilidade e Sustantabilidade: Desafios para a Construção Civil Brasileira**. Reserach Gate, v. 1, p. 11, 2016 2016.

PEDROSO, Fábio Luís. Concreto: as origens e a evolução do material construtivo mais usado pelo homem. **Concreto e construções**, v. 53, p. 14-19, 2009.

RIBEIRO, Celso Munhoz; GIANNETI, Biagio F.; ALMEIDA, C. M. V. B. **Avaliação do ciclo de vida (ACV): uma ferramenta importante da ecologia industrial**. **Revista de Graduação da Engenharia Química**, v. 11, p. 13-23, 2003.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Editora Garamond, 2000.

SANTOS, Marisa Raquel Pinto. **Metodologias de previsão da vida útil de materiais, sistemas ou componentes da construção. Revisão bibliográfica. 2010.** 149 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto.

SILVA, José Afonso da. Direito ambiental constitucional. 2013.

SOUZA, Hugo Henrique de Simone**. Avaliação do ciclo de vida e influência do tempo de vida útil dos postes de madeira e de concreto do sistema de distribuição de energia elétrica**. 2014.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. **Eco-efficient construction and building materials**. Springer Science & Business Media, 2011. ISBN 0857298925.

WCED, U. Our common future. **World Commission on Environment and Development Oxford University Press**, 1987.