

APLICAÇÃO DO CONCEITO *DESIGN FOR DISASSEMBLY* (DFD) NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Letícia França Mattaraia¹

Márcio Minto Fabrício²

RESUMO

Atualmente, grande parte dos arquitetos não consideram o final do ciclo de vida dos edifícios durante o desenvolvimento dos projetos. A maioria dos materiais empregados nas construções não finaliza seus ciclos de vida junto com as edificações, no entanto, acabam sendo demolidos e despejados em aterros sanitários. O projeto para o desmonte (*Design for Disassembly* - DFD) é um conceito adaptado das linhas de produção, que busca desenvolver produtos com maior facilidade para a desmontagem e reciclagem dos materiais e componentes, além de facilitar a manutenção. Esse conceito quando aplicado no projeto de arquitetura pode melhorar o reaproveitamento dos materiais e aumentar seu ciclo de vida, além de diminuir o volume de desperdício e resíduos, desta maneira também colabora para o desenvolvimento sustentável na área ambiental. Os arquitetos e projetistas podem contribuir de maneira significativa para a redução de desperdícios e resíduos gerados pela indústria da construção civil através de decisões tomadas na fase de projeto. No artigo será apresentada revisão bibliográfica sobre este conceito, abordando características de sua adaptação no setor da construção civil, além de discutir suas vantagens econômica e ambientais, contribuindo para a arquitetura sustentável.

Palavras-chave: design, projeto, desmonte, desconstrução, arquitetura sustentável.

¹ Mestranda, Universidade de São Paulo - USP, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - IAU, leticiamattaraia@usp.br

² Prof. Dr., Universidade de São Paulo – USP, Instituto de Arquitetura e Urbanismo – IAU, marcio@usp.br

1. INTRODUÇÃO

Este artigo aborda o conceito de Projeto para Desmontagem (*Design for Disassembly* - DFD), que é uma das variáveis do Projeto para X (*Design for X* - DFX), como uma maneira de aproveitar melhor os materiais, após a vida útil do edifício. Muitos componentes e materiais utilizados na construção civil podem ter o ciclo de vida maior que a do próprio edifício, no entanto acabam sendo interrompidos com o fim da vida útil da construção.

Para Romeiro Filho (2010), o DFD tem o objetivo de projetar produtos em que a desmontagem seja facilitada, contribuindo com a reciclagem. Em produtos onde os desenhos são facilitados, por exemplo, fica mais fácil de reutilizar os componentes e materiais. Nos projetos há várias decisões que poderiam ser tomadas com a intenção de facilitar a desmontagem dos edifícios, pois muitas vezes durante uma reforma ou demolição, muitos materiais que poderiam ser reaproveitados, são apenas despejados, assim gerando grande quantidade de resíduos e desperdício. A reutilização de materiais na construção civil não é um tema recente, no entanto vem tomando grande enfoque devido às discussões sobre arquitetura sustentável. Atualmente, a construção civil é um dos maiores geradores de lixo nos centros urbanos. Os entulhos, resultantes de demolições, reformas e até mesmo novas construções, no Brasil, são muitas vezes depositados em aterros sanitários, sem nenhum tratamento, ou até mesmo despejados em lugares que não são autorizados para este propósito. Isto gera enorme impacto ambiental e danos irreparáveis ao meio ambiente.

Uma das soluções para mitigar este problema é otimizar a reutilização de materiais. Hoje em dia, o conceito de *Design for Disassembly*, proveniente da manufatura, começa a ser discutido e ser introduzido na indústria da construção civil. No entanto, ainda não é muito usual que os projetistas utilizem este conceito durante o desenvolvimento de projeto. Para Manzini e Vezzoli (2008) há várias razões ambientais para adotar este conceito, como estender a vida dos produtos, dos materiais e possibilidades de prevenir que se tornem tóxicos e danosos.

Estes termos que atualmente estão sendo aplicados para a construção civil, são originários das indústrias de linhas de montagens, que buscam aprimorar a produção de maneira sustentável. Os princípios e práticas para a Desconstrução na produção de automóveis e produtos eletrônicos fornecem orientação para a indústria da construção (AMOËDA, 2009).

Hoje em dia a questão do desenvolvimento sustentável é imprescindível para o desenvolvimento da sociedade. Em todas as áreas, isto tem se tornado centro de importantes discussões e decisões. A indústria da Construção Civil também está envolvida com este tema, pois é uma das grandes causadoras de graves impactos ambientais. Várias maneiras estão sendo analisadas para diminuir este problema. Questões como reciclagem, reuso, qualidade dos materiais, a maneira que os materiais são produzidos e transportados e até mesmo seu descarte estão sendo bastante discutidos.

Algumas decisões tomadas na fase de projeto podem contribuir para melhor reaproveitamento de materiais no futuro. Formoso et al. (2002), dá um exemplo disso, pois as principais causas de desperdícios constatadas em seus estudos de casos, em artigo onde são analisadas construções de residências no sistema mais comum no Brasil, que utiliza aço, concreto pré-misturado, cimento, areia, argamassa, cal, blocos e tijolos cerâmicos, são: problemas de gestão nas fases que precedem as construções, como falta de coordenação modular no projeto, de integração dos sistemas e subsistemas, de detalhamento de projetos, de otimização do uso de recursos, de especificações imprecisas dos componentes, de planejamento do layout; além de erros na aquisição, entrega e distribuição dos materiais. Medidas que se fossem melhor estudadas durante o projeto, poderiam obter melhores resultados.

Assim, este artigo trata o conceito de Projeto para Desconstrução (*Design for Disassembly*), um conceito a ser incorporado na fase do desenvolvimento do projeto, como uma ferramenta para aproveitar melhor os componentes e materiais utilizados nas edificações. Muitos desses materiais têm o ciclo de vida maior que dos próprios edifícios, portanto podem ser reaproveitados em outras

construções. Caso isto seja considerado desde o desenvolvimento do projeto, maiores são as chances de reaproveitá-los.

2. DESENVOLVIMENTO E OBJETIVO

O trabalho foi desenvolvido com base em revisão bibliográfica sobre as variáveis do projeto para o produto, de maneira a abordar o *Design for X* (Projeto para X - DFX) e *Design for Disassembly* (Projeto para o Desmonte - DFD) buscando relacionar este conceito, inicialmente utilizados nas linhas de produções, com a construção civil. Além disso, foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre desenvolvimento sustentável, principalmente ambiental, no setor e o papel do projeto neste conceito. O artigo tem como objetivo discutir este conceito aplicado no setor da construção civil, além de analisar os ganhos que podem ser obtidos se forem colocados em práticas desde o início do projeto dos edifícios, uma de suas vantagens é contribuir para a racionalização dos materiais aplicados e evitar desperdícios, além de reduzir a quantidade de entulhos gerada pelo setor.

3. GERAÇÃO DE RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

A construção civil é uma grande causadora de impactos negativos ao meio-ambiente, um dos principais motivos é a grande quantidade de matéria-prima utilizada, como a água, areia, terra, madeira, metais, entre outros. A utilização destes materiais, assim como a produção de elementos que também serão empregados nas construções, geram um grande impacto ambiental.

Para Guy e Rocha (2005) atualmente está claro que as práticas de construções, tanto no canteiro quanto no projeto, não são sustentáveis, pois muitas vezes o ciclo segue uma direção linear e não se integra com a reutilização ou reciclagem.

Esse é um dos setores que mais consomem recursos naturais e degradam o meio ambiente. Além disso, no último século houve grande desenvolvimento, aliado a uma explosão demográfica, que fez com que houvesse um grande aumento da demanda de matérias primas. Somente no ano passado a receita com venda de materiais de construção cresceu 12,14%, no mercado interno (WESTPHALEN, 2011). Segundo o CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) o crescimento do setor foi acima de 11% em 2010, o maior resultado nos últimos 24 anos.

Devido ao grande aumento da produção de materiais e do consumo, as indústrias também produzem resíduos, além dos que serão gerados também nos canteiros de obras e provenientes de demolições. Grande parte deles é despejada no meio ambiente sem nenhum tratamento. A Natureza não tem mais condições de suportar tantos resíduos, o tempo e a escala em que as indústrias consomem os recursos primários e conectam diferentes materiais que posteriormente são despejados, assim torna-se impossível a reintegração destes (AMOÊDA, 2009).

Segundo Veiga (2005) o Capitalismo pode estar sendo comprometido devido ao consumo exagerado que teve como consequência poluição ambiental. As sociedades industriais estão entrando em nova fase de evolução e começam a discutir mais seriamente questões sobre o desenvolvimento sustentável.

A grande quantidade de resíduos gerados pela construção civil gera grande impacto ambiental. Isto pode ser amenizado durante o desenvolvimento do projeto, através de medidas tomadas em sua concepção. Atualmente, não é comum que os engenheiros e arquitetos projetem pensando no final do ciclo de vida dos edifícios. Assim, quando finaliza sua vida útil, na grande maioria das vezes, a única opção é a demolição.

No entanto, com o desenvolvimento da sociedade em relação ao conceito de sustentabilidade são cobradas melhores soluções do setor. Segundo Serrador (2008), em 1998, o CIB (International Council for Research and Innovation in Building and Construction) criou a agenda 21 voltada para

construções sustentáveis, dessa maneira indústria da construção civil foi introduzida de maneira mais objetiva no contexto de desenvolvimento sustentável.

Para Fabrício (2002), um dos grandes desafios atualmente, do projeto, está em considerar os diversos aspectos do ciclo de vida dos produtos, além de avaliar seu desempenho e os vários impactos que podem causar durante a extração de matérias-primas, fabricação, uso e disposição final do produto ao meio ambiente.

A prática da demolição, que é muito comum no Brasil, gera graves problemas ambientais, pois são gerados muitos resíduos que, muitas vezes, são despejados na natureza ou em aterros sanitários, sem nenhum tratamento, o que traz como consequência grande poluição ambiental e desperdício. Desde o início do projeto de arquitetura é importante avaliar maneiras para melhor aproveitamento dos materiais e componentes utilizados, além de prever possibilidade de flexibilização do edifício e desmonte no final de sua vida útil.

Segundo a agenda 21 para construção sustentável em países desenvolvidos (CIB, UNEP-IETC, 2002, p.14), os resíduos da construção e demolição é uma questão muito importante, pois, muitas vezes são depositados ilegalmente em barragens, rios, cursos ou em qualquer lugar disponível. Quando isso não é controlado, os aterros se tornam criadores de mosquitos e parasitas. Além disso, altas taxas de consumo de materiais e consumo inapropriados contribuem com a grande quantidade de lixo gerada. Muitos materiais são desperdiçados por não serem necessários aos edifícios ou são usados em maior quantidade que o necessário.

Importantes iniciativas vêm sendo tomadas, em todo o mundo, com o objetivo de conter, ou, ao menos, reduzir a degradação ambiental. Medidas como reciclagem, reutilização dos materiais e redução do consumo são muito importantes e já estão gerando resultados significativos, a caminho de um desenvolvimento mais sustentável.

Para Klohn e Ferreira (2009), a Sustentabilidade está sendo um assunto bastante discutido na atualidade, muitas pessoas, empresas, instituições e governos estão preocupados em se comprometerem com esse desafio. Ainda para os mesmos autores, o descarte é uma das etapas de grande importância, pois as questões projetuais da desmontagem de um produto permitem que seus componentes e materiais sejam descartados de maneira mais adequada, facilitando e possibilitando novos usos e reciclagem.

Atualmente, a grande maioria das empresas, em todo mundo, está consciente de que é necessário buscar alternativas para tratar os insumos produzidos, como objetivo de amenizar o impacto ambiental causados por eles. A preocupação com a recuperação dos materiais é importante para evitar a exaustão dos recursos naturais. Nas atividades industriais, busca-se amenizar o impacto ambiental através da reutilização e reciclagem. No entanto, nas atividades da construção, começa-se lentamente a tomar consciência da necessidade da recuperação dos materiais, portando novas abordagens começam a ser tomadas, uma delas é o conceito de Concepção para a Desconstrução (AMOÊDA, 2009).

Neste setor, o reuso de materiais e componentes vêm sendo bastante discutido, várias pesquisas estão sendo realizadas nesta área. No entanto, são estudos, em grande parte, voltados para a reciclagem de materiais e consumo de energia. Porém novas abordagens vêm sendo discutidas, como a importância do projeto do produto que considera o ciclo de vida completo, inclusive a fase de desmonte e descarte (SERRADOR, 2008).

O projeto do produto é muito importante para o desenvolvimento sustentável. Atualmente, em todos os ramos industriais, está sendo debatida a questão do *Design for Environment* (Projeto para o meio-ambiente), que envolve várias etapas do design com o objetivo de tornar o produto mais sustentável. Este conceito se enquadra no *Design for X* (Projeto para X), mais comum de ser utilizados nas indústrias de montagem, que envolve diversas variáveis de projetos.

4. DESIGN FOR “X”

O conceito de *Design for X* (Projeto para X) é bastante utilizado nas indústrias e gradativamente está sendo aplicado também na indústria da construção civil. Ele traz grandes vantagens na produção e no processo de projeto dos produtos, como menor tempo para produção, melhores condições para manutenção, além de importantes ganhos ambientais.

Segundo Romeiro Filho (2010) as ferramentas de projetos chamadas de DFX, *Design for X* (projeto para X) foram desenvolvidas para atender a evolução do desenvolvimento dos projetos de produtos, que ocorreu, principalmente, após a década de 1970. Segundo o autor a letra X pode ser substituída por outra inicial que se deseja projetar, como manufatura, modularidade, custos, desmontagem, reciclagem, meio ambiente, entre outras.

Atualmente, os produtos devem atender às necessidades cada vez mais específicas, por parte dos consumidores e das novas legislações, assim devem chegar ao mercado de forma rápida e satisfatória. Para isso, diferentes ferramentas são utilizadas no processo de desenvolvimento do projeto, além de aumentar a necessidade de interação entre os projetos (ROMEIRO FILHO, 2010).

Os autores Kuo, Huang, Zhang (2001) listam algumas variáveis deste conceito, que estão indicados no Quadro abaixo:

Projeto para a montagem (<i>Design for Assembly - DFA</i>)	Um dos primeiros estudos sobre o assunto foi realizado pela <i>Boothroyd and Dewhurst</i> . Ele se baseia nas premissas em se obter o menor custo de montagem através de decisões tomadas em fase de projeto. Na montagem há dois fatores determinantes: o número de partes a serem montadas e o fácil manuseio, inserção e a fixação das partes. Outra questão abordada pelos autores, que facilita a montagem, são as peças modulares, assim é possível desenvolver produtos diferentes com as mesmas peças e componentes.
Projeto para a Manufatura (<i>Design for Manufacture - DFM</i>)	Este processo é baseado em corresponder às necessidades das peças e os vários processos possíveis. Esses processos incluem: seleção de materiais, seleção de processos, desenho modular, utilização de componentes padrões, partes desenvolvidas para multiusos, uso de fixadores separados e minimização da direção de montagem.
Projeto para a Desmontagem e Reciclagem (<i>Design for Disassembly and Design for Recyclability – DFD, DFR</i>)	Importantes considerações podem ser feitas durante o processo de desenvolvimento do projeto do produto, para que o material seja mais facilmente desmontado e reciclado. Atualmente consumidores estão em busca dos produtos “verdes”. Além disso, vários governos estão tomando iniciativas para estimular a fabricação e venda destes produtos. Uma das maiores dificuldades para prever a desmontagem é o tempo entre o produto ser criado e o fim do seu ciclo de vida, pois novas tecnologias podem ser desenvolvidas ao longo desse tempo.

Projeto para o Meio Ambiente (<i>Design for Environment</i> - DFE)	DFE inclui várias disciplinas: gestão de riscos ambientais, segurança do produto, saúde e segurança ocupacional, prevenção de poluição, ecologia, conservação de recursos, prevenção de acidentes e gestão de resíduos (KUO; HUANG; ZHANG, 2001 apud MCC,1993).
Projeto para o Ciclo de Vida (<i>Design for life-cycle</i> - DFLC)	DFLC é baseado no conceito do produto, inclui pesquisa de mercado, fases de projeto, processo de manufatura, qualificação, confiabilidade, atendimento ao cliente, manutenção e suporte. A avaliação do ciclo de vida é um conjunto de fatores que inclui: avaliação de materiais, serviços, produtos, processos e tecnologias em toda a vida do produto.
Projeto para a Qualidade (<i>Design for Quality</i> - DFQ)	Os principais princípios projetar um produto para qualidade é ir de encontro às necessidades do cliente, além de dar continuidade no melhoramento do produto, no desempenho e tecnologia.
Design para a Manutenção (<i>Design for Maintainability</i> - DFM)	O objetivo básico deste conceito é garantir que o produto tenha possibilidade de manutenção durante seu ciclo de vida a um custo razoável.
Projeto para Confiabilidade (<i>Design for Reliability</i> – DFR)	Confiabilidade é baseada em quatro fatores: probabilidade, função específica, ambiente denominado período de tempo. Os autores Kuo, Huang e Zhang (2001) citam a definição de Advisory Group of Eletronic Equipment (1957) “a confiabilidade é definida pela performance do produto sem falhas em uma função específica, em determinadas condições, durante um determinado período de tempo.”

Quadro 1 – Design for X

Fonte: adaptado de Kuo, Huang, Zhang (2001)

Por fim, os autores Kuo, Huang, Zhang (2001) concluem que DFA e DFM fazem o produto ser mais fácil de ser produzido e com menor custo. DFD, DFR e DFLC fazem com que o projetista planeje com antecedência o processo de desmonte e descarte do produto. Qualidade, manutenção e confiabilidade podem ser asseguradas através do projeto e controle do processo de concepção ao invés de testes caros, diagnósticos e retrabalho.

5. PROJETO PARA DESMONTAGEM

O presente trabalho aborda o tema de Design para Desmontagem (*Design for Disassembly* - DFD), ou Projeto para o Desmonte, com o objetivo de avaliar maneiras de aprimorar a desmontagem do edifício com soluções previstas no projeto de arquitetura. Para Manzini e Vezzoli (2008) “*Design for Disassembly (DFD) quer dizer conceber e projetar produtos facilitando a sua desmontagem. Significa, portanto, tornar ágeis e econômicos o desmembramento das partes componentes e a separação dos materiais.*”

Romeiro Filho (2010) define a desmontagem “*como método sistemático para a separação de peças, componentes e subconjuntos de um produto*”. Assim facilita a recuperação do produto, através da reciclagem e reprodução.

Thormark (2001-tradução nossa) define o termo da seguinte maneira: “*Design para a desmontagem é um projeto voltado para a construção, que busca a maneira mais fácil possível de desmontar, ou seja, um design que facilita a reutilização futura ou reciclagem dos materiais e componentes utilizados*”.

Razaz (2010–tradução nossa) também segue a mesma linha afirmando que o “*Design para desconstrução refere-se ao projeto de um edifício com a intenção de tornar o fim da sua vida útil mais eficiente*”.

Para Couto, Couto e Teixeira (2006), a desconstrução ou demolição seletiva de um edifício é definida pelo desmantelamento cuidados, com o objetivo de recuperar os materiais e componentes, para prover sua reutilização e reciclagem. Segundo os autores a desconstrução valoriza a reutilização de elementos e materiais que seriam tratados como resíduos, sem valor e depositados em depósitos que muitas vezes não são voltados para esses fins. Além disso possibilita a reutilização de materiais, reciclagem, inovação de tecnologia, sustentabilidade, além do nascimento de um novo mercado: o de materiais usados e com benefícios econômicos e ambientais.

Segundo Guy e Rocha (2005) é importante considerar todo o ciclo de vida do edifício, inclusive a reutilização e reciclagem, desde a fase de projeto, afinal as definições sobre os materiais e componentes pode contribuir para a recuperação ambiental e econômicas responsável após a vida útil do edifício.

O projeto para o desmonte já é utilizado em outras indústrias, como as automotivas. Para Go et al. (2011) o conceito do desmonte é importante para a recuperação dos componentes e materiais, os projetista também devem considerar a desmontagem de diversas partes e não apenas do produto por inteiro. Para o autor a manufatura de automóveis e seus componentes, por exemplo, deve considerar as possibilidades de reciclagem e desmonte nos novos projetos, dessa maneira contribui para a quantidade de reuso e remanufatura de maneira a contribuir para a produção sustentável automotiva.

Para Klohn e Ferreira (2009) O design para desmontagem (DFD – *Design for Disassembly*) é muito importantes para diminuir os danos ambientais causados pela fabricação de produtos, pois possibilita a sua manutenção, reutilização e reparação, de maneira a prolongar sua vida útil. Além disso, os materiais que podem ser facilmente separados são mais fáceis de serem reutilizados, sem novos processamentos, ou reciclados, ou isolados para melhor disposição final junto à natureza.

A desconstrução é um assunto novo, que tem atraído um interesse crescente. Pesquisas em Design para a Desmontagem estão tomando lugares em muitas universidade e empresas em toda a Europa e America do Norte (THORMARK, 2001).

O projeto que considera esta importante etapa do ciclo de vida do produto contribui para que o desmonte seja mais bem aproveitado. O projetista não pode impor seus princípios aos seus clientes, no entanto pode contribuir para o aumento do número de alternativas, soluções de problemas técnicos, estimularem a imaginação e orientar. Assim, é possível que o projetista proponha oportunidades para se tornar mais sustentável as práticas para o estilo de vida mais sustentável (MANZINI; VEZZOLI, 2008, pg.71). Para Fabrício (2002) o projeto resulta de diversas interações sociais, pois recebe influências dos clientes, usuários, além de diversos projetistas.

Levando em consideração que o projeto é o ponto de partida de um edificio, se espera que grande parte das soluções minimizadoras dos prejuízos ambientais seja de iniciativa dos arquitetos, que são responsáveis por estas etapas (DEGANI; CARDOSO, 2002).

Além disso, para Klohn e Ferreira (2009) o designer tem a capacidade e o dever de desenvolver projetos economicamente viáveis, considerando o ciclo de vida dos produtos e prever critérios ecológicos do início ao fim de sua vida útil. As possíveis formas de reciclagem no futuro são determinadas, principalmente, na fase de concepção do produto (THORMARK, 2001).

Outras vantagens apresentada por Guy e Rocha (2005) é que o edifício projetado para o desmonte também é mais fácil de montar, assim pode diminuir o tempo e a quantidade de mão de obra. Além disso, os autores afirmam que o DfD defende a independência de partes e sistemas o que também facilita a manutenção.

Para Serrador (2008) há várias pesquisas sobre arquitetura sustentável, no entanto, elas focam mais nos estudos de materiais, desenvolvimento de novas tecnologias e controle de resíduos. Assim, faltam analisar maneiras de buscar novas soluções, ainda na fase projeto, para mudanças no processo produtivo das construções. Porém novas abordagens vêm sendo discutidas, como a importância do projeto do produto que considera o ciclo de vida completo, inclusive a fase de desmonte e descarte.

Um exemplo disto, citado por Formoso et al. (2002) que aborda o tema de desperdícios de materiais na construção civil, onde são analisados suas principais causas em construções residências, que utiliza o sistema construtivo mais utilizado no Brasil, que inclui aço, concreto pré-misturado, cimento, areia, argamassa, cal, blocos e tijolos cerâmico, as principais causas de desperdícios de aço são a falta de detalhamento e padronização do sistema estrutural que poderiam ser previstos na fase de projeto.

Para Yuba (2005) algumas considerações devem ser tomadas em fase de projeto para que contribuam com a desmontagem do edifício como adotar sistemas abertos, facilitar as ligações das peças e as montagens dos componentes, além de adotar dimensões padronizadas.

Com o desenvolvimento deste conceito, novas tecnologias e maneiras de construir serão desenvolvidas, com o objetivo de facilitar a desconstrução do edifício após sua vida útil, de maneira a aproveitar melhor seus materiais e componentes, com a intenção de reduzir a quantidade de entulho gerada e conseqüentemente, o impacto ambiental.

6. CONCLUSÃO

Para a elaboração de um bom projeto de arquitetura sempre foi necessário considerar uma boa iluminação, ventilação, materiais recomendadas para cada região, um bom conforto ambiental, funcionalidade e estética. No entanto, nos dias de hoje, outras características para a construção do edifício também se tornaram muito importantes, como considerar a maneira que os materiais são fabricados, de onde vêm, o impacto que causam ao meio ambiente, a mão-de-obra utilizada, como vai ser adquirida a energia e a água para a produção, o que vai ser necessário para manutenção do edifício, entre outras. Para isso são criadas novas tecnologias, materiais e novas maneiras de construir, portanto essas medidas são muito importantes para acompanhar o desenvolvimento da indústria da construção civil.

A questão do desmonte e do reuso de materiais e componentes utilizados nos edifícios, começa a ser discutida em vários países, mas ainda faltam pesquisas mais consistentes e específicas sobre o assunto. Este tema deve ser tratado logo no início da concepção do edifício, isto é, na fase projetual, pois, dessa maneira, é possível aproveitar melhor os materiais e componente, considerando seus ciclos de vida e maneiras que tornarão possíveis o desmonte e a reutilização. Além de contribuir para o desenvolvimento da indústria, essas medidas trazem grande ganhos econômicos, sociais e ambientais.

O conceito DFD traz diversas vantagens, como melhor aproveitamento dos materiais, aumento de seus ciclos de vida, diminuição de desperdício e resíduos, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável na área ambiental. Os arquitetos e projetistas podem contribuir de maneira significativa a redução de desperdícios e resíduos gerados pela indústria da construção civil.

Para que seja possível construir de maneira mais sustentável e consciente, todo o processo de construção, além do ciclo de vida do edifício, sua manutenção, seus materiais e componentes, devem ser considerados desde a fase inicial do projeto de arquitetura. Atualmente, há grande

importância em realizar pesquisas focadas na fase final do ciclo de vida dos edifícios e maneiras de aproveitar melhor os materiais e componentes utilizados, após a vida útil dos edifícios.

O Projeto para Desmontagem é um assunto novo e de grande relevância, que está sendo abordado em países preocupados com o desenvolvimento sustentável. O projeto para a desconstrução é um conceito adaptado das linhas de produção que busca desenvolver um produto com maior facilidade para a desmontagem. Ainda na concepção do projeto, é possível buscar maneiras de otimizar a desmontagem do produto.

Assim, este tema deve ser tratado logo no início da concepção do edifício, isto é, na fase projetual, pois, dessa maneira, é possível aproveitar melhor os materiais e componente, considerando seus ciclos de vida e maneiras que tornarão possíveis o desmonte e a reutilização. Além de contribuir para o desenvolvimento sustentável da indústria, essas medidas trazem grande ganhos econômicos, sociais e ambientais.

AGRADECIMENTO

À CNPq pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

AMOÊDA, R. P. C. **Concepção para a desconstrução**: abordagem emergética à avaliação da efetividade da desconstrução. Portugal, 2009. Tese de Doutorado – Universidade do Minho.

BHAMRA, T.; HON, B. (Edit.). **Design and manufacture for sustainable development 2004**. Trowbridge, Wiltshire, Reino Unido: The Cromwell Press, 2004. 263p.

CATANIA, C.A.; LA MANTIA, F.P. Reduction and reuse of waste – design and new-generation plastics. In: In: BHAMRA, T.; HON, B. (Edit.). **Design and manufacture for sustainable development**. Trowbridge, Wiltshire, Reino Unido: The Cromwell Press, 2004. 263p.

CIB, UNEP-IETC. **Agenda 21 for Sustainable Constructions in Developing Countries**. Pretoria, África do Sul: CSIR Building and Construction Technology. [Documento para Discussão], 2002.

CBIC. **Construção civil: análises e perspectivas**, dez. 2010. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/files/textos/063.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2011.

COUTO, A. B.; COUTO, J. P.; TEIXEIRA, J. C. Desconstrução – Uma Ferramenta para Sustentabilidade na Construção. In: NUTAU .2006, São Paulo.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios: a importância da etapa de projeto arquitetônico. In: NUTAU. 2002, São Paulo.

FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FORMOSO, C. T. et al. Material waste in building industry: main causes and prevention. **Journal of Construction Engineering and Management**, vol. 128, no. 4, p. 316-325, ago. 2002.

GO, T. F. et al. Disassemblability of end-of-life vehicle: a critical review of evaluation methods. **Journal of Cleaner Production**, v.19, p. 1536-1546, set. 2011.

GUY, B.; ROCHA, C. A building lifecycle model based on design for deconstruction approach. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA ECONOMIA E CONSTRUÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Civil, São Paulo, 2000.

KLOHN, S. C.; FERREIRA, N. F. Sustentabilidade e design para desmontagem – estudo de caso. IN: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM DESIGN, 5. 2009, Bauru.

KLOHN, S. C. **Ecodesign**: desenvolvimento de pictogramas para o auxílio da desmontagem de produtos. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia & Faculdade de Arquitetura, Porto Alegre, 2009.

KUO, T.; HUANG, S.H.; ZHANG, H. Design for manufacture and design for ‘X’: concepts, applications, and perspectives. **Computer & Industrial Engineering**, n. 41, p. 241-260, mai. 2001.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentável**. 1.ed 2 reimpr.: São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. 367p.

MATOS, G.; WAGNER, L. Consumption of Materials in the United States 1900-1995. **US Geological Survey**. [1999] 9p.

RAZAZ, Z. Design for dismantling strategies. **Journal of Building Appraisal**, n.6, p.49–6, mar.2010. Disponível em: <<http://www.palgrave-journals.com/jba/journal/v6/n1/full/jba20109a.html>>. Acesso em: 09 set. 2011.

ROMEIRO FILHO, E. (Coord.). **Projeto do Produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 408p.

SERRADOR, A. E. **Sustentabilidade em arquitetura**: referências para projeto. 2008.267f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

THORMARK, C. **Recycling Potential and Design for Disassembly in Building**. Lund, Suécia: KFS AB. 104p.

VEIGA, J.E.; **Desenvolvimento sustentável**: o desafio do século XXI. Garamond: Rio de Janeiro, 2010 (pg.187-209).

WESTPHALEN, A. L. Faturamento de materiais cresce 12%. **Valor Econômico**, São Paulo, jan.2011. Disponível em: <http://www.abramat.org.br/cont/cont_detalhe.asp?cod=2304>. acesso em 03 ago. 2011.

YUBA, A. N. **Análise da pluridimensionalidade da sustentabilidade da cadeia produtiva de componentes construtivos de madeira de plantios florestais**. 2005. 213f. Dissertação (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.