

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Faculdade de Engenharia  
Mestrado em Ambiente Construído

Tatiana Santos Saraiva

**DIRETRIZES DE PROJETO PARA POSSIBILITAR A DESCONSTRUÇÃO DE  
EDIFICAÇÕES E SEUS COMPONENTES**

Juiz de Fora  
2013

Tatiana Santos Saraiva

**DIRETRIZES DE PROJETO PARA POSSIBILITAR A DESCONSTRUÇÃO DE  
EDIFICAÇÕES E SEUS COMPONENTES.**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Ambiente Construído, área de  
concentração: Gestão do Ambiente  
Construído, da Faculdade de Engenharia  
da Universidade Federal de Juiz de Fora,  
como requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre.

Orientador: D. SC. Marcos Martins Borges

Juiz de Fora

2013

Tatiana Santos Saraiva

**DIRETRIZES DE PROJETO PARA POSSIBILITAR A  
DESCONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES E SEUS COMPONENTES.**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Ambiente Construído, área de  
concentração: Gestão do Ambiente  
Construído, da Faculdade de Engenharia  
da Universidade Federal de Juiz de Fora,  
como requisito parcial para obtenção do  
grau de Mestre.

Aprovada em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Marcos Martins Borges D. Sc. (Orientador)  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Maria Aparecida Steinherz Hippert D. Sc.  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Márcio Minto Fabricio D. Sc. (Membro Externo)  
Universidade Federal de São Carlos

## AGRADECIMENTOS

Dedico essa dissertação ao meu avô, Osmar Saraiva, que me ensinou e sempre me incentivou a estudar desde os meus primeiros anos de vida, sendo um exemplo de sabedoria e um modelo para mim, e a minha avó, Nancy Saraiva, por seu amor incondicional.

Agradeço ao meu orientador, Marcos Martins Borges, que sempre me fez produzir, e ao meu coorientador, Antônio Colchete Filho, que sempre me fez questionar, por me ajudarem no meu crescimento acadêmico e profissional.

A minha mãe, Ana Montes, minha melhor amiga de todos os momentos, com quem eu sempre posso contar, e aos meus irmãos pelo carinho e amor.

Ao meu pai de coração, Roberto Guedes, por minha boa educação e por ser um grande exemplo de dedicação e responsabilidade.

Ao meu pai Sérgio Saraiva pelas boas ideias que contribuíram na elaboração do trabalho.

A minha tia Ana Maria Saraiva, que foi um exemplo através de seus estudos e atitudes.

Ao senhor Jarbas de Souza e toda a sua família, pelo carinho que sempre me deram e a Mariana M. Procópio de Souza e Ana Tereza de Souza pelo incentivo.

Ao amigo Julio Sampaio pela colaboração teórica.

Aos meus grandes amigos do mestrado, com os quais passei quase dois anos, em que dividimos momentos especiais de nossas vidas, Thiago Araújo, Luiz Felipe Dutra, M. Fátima Gervázio, Ana Carla de Carvalho, Rachel Paschoalin, Marcela Cimini, Camila Brasil, Mariana Maia, Anna Elisa Martins, Amanda Pereira e Vivian Moreno.

Aos professores José Alberto Castañol e Maria Aparecida Hippert pela atenção e ajuda.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para esta dissertação de mestrado.

A CAPES, pelo auxílio concedido através da bolsa de mestrado.

## RESUMO

Este trabalho discute a importância das diretrizes de projeto para a desconstrução de edificações com o intuito de, entre outros benefícios, reduzir o impacto ambiental e o custo gerado pelo setor de construção civil, bem como o aumento da vida útil do edifício e seus componentes. Assim, este estudo examina a necessidade da utilização destas diretrizes na fase de concepção do projeto, considerando que esta é a etapa crucial para a tomada de decisões tais como a escolha de materiais, métodos e processos de construção. Para que isso ocorra, alguns princípios devem ser observados, tais como a durabilidade e a redução de tipos dos materiais e componentes, a adaptabilidade da planta a outras funções, a preferência por conexões mecânicas, facilidade de acesso a todos os componentes e a identificação de materiais, entre outros aspectos. O levantamento destes princípios foi feito a partir da análise de literatura específica no assunto. Após a comparação dos resultados levantados, estes princípios foram tabulados e aplicados em análises a projetos arquitetônicos publicados no ano de 2012 em revistas nacionais do setor. Após concluir que, pela análise dos projetos em si, dos manuais existentes na literatura e pelo fato de que os arquitetos brasileiros parecem não estar preocupados com a desconstrução em suas obras, foram propostos princípios de projeto para desconstrução adequados ao contexto da produção arquitetônica brasileira.

Palavras-chave: projeto para desconstrução, reuso, reciclagem e concepção de projeto.

## **ABSTRACT**

*This work discusses the importance of design guidelines for the deconstruction in order to, among other benefits, reduce environmental impact and cost generated by the construction industry, as well as increasing the lifetime of the building and its components. Thus, this study examines the need to use these guidelines in the conceptual stage of the project, considering that is a crucial step for making decisions such as the choice of materials, construction methods and processes. For this to occur, certain requirements must be observed, such as durability and reduced types of materials and components, the adaptability of the plant to other functions, the preference for mechanical connections, easy access to all components and materials identification, among other things. The survey was done of these principles through the analysis of specific literature on the subject. After comparing the results collected, these principles were tabulated and applied in analysis of architectural projects published in national magazines sector, in 2012. After completing that, by analyzing the projects themselves, the existing manual in literature and the fact that the Brazilian architects do not seem to be concerned with deconstruction in his works, were proposed design principles for deconstruction appropriate to the context of architectural production in Brazil.*

*Keywords: design for deconstruction, reuse, recycling and project design.*

## **LISTA DE FIGURAS**

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Modelo da Metodologia.....                                                                                     | 15 |
| Figura 2 : Revit System. ....                                                                                            | 25 |
| Figura 3: Trituração e seleção de componentes de concreto em.....                                                        | 30 |
| Figura 4: Demolição do conjunto habitacional Pruitt-Igoe, em St. Louis.....                                              | 32 |
| Figura 5: Utilização d o Dutch MXB-5 system. Fonte: KIBERT, 2003. ....                                                   | 39 |
| Figura 6: Opções de reciclagem/reuso de um material no fim de seu ciclo de vida.<br>Fonte: KRIWET et. al 1995.....       | 42 |
| Figura 7: Ciclo de vida de Materiais de Construção. Fonte: KRIWET <i>et. al</i> , 1995. ....                             | 47 |
| Figura 8: Estrutura de metal no Estacionamento Marignane, em Marseilles, França.<br>Fonte Hechler, 2012 .....            | 48 |
| Figura 9: Ponte para o pavilhão na Alemanha (esquerda) e o reuso em Duisburg, na<br>Dinamarca. Fonte Hechler, 2012 ..... | 48 |
| Figura 10: Restaurante do pavilhão da República Tcheca na EXPO 58 foi reusado em<br>Praga. Fonte: Hechler, 2012 .....    | 49 |

**LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.**

|               |                                                                           |
|---------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>AEC</b>    | - Arquitetura, Engenharia e Construção.                                   |
| <b>AsBEA</b>  | - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura                    |
| <b>BEAT</b>   | - <i>Building. Environmental Assessment</i>                               |
| <b>BEPAC</b>  | - <i>Building Environmental Performance Assessment Criteria,</i>          |
| <b>BIM</b>    | - <i>Building Information Modeling</i>                                    |
| <b>BRE</b>    | - <i>Building Research Establishment</i>                                  |
| <b>BREEAM</b> | - <i>Building Research Establishment Environmental Assessment</i>         |
| <b>CAD</b>    | - Computer Aided Design                                                   |
| <b>CASBEE</b> | - <i>Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency</i> |
| <b>CIAM</b>   | - Congresso Internacional de Arquitetura Moderna                          |
| <b>ES</b>     | - Engenharia Simultânea                                                   |
| <b>GBC</b>    | - <i>Green Building Challenge</i>                                         |
| <b>GBTool</b> | - <i>Green Building Tool</i>                                              |
| <b>HKBEAN</b> | - <i>Hong Kong Building Environmental Assessment Method)</i>              |
| <b>HQE</b>    | - <i>Haute Qualité Environnementale</i>                                   |
| <b>LEED</b>   | - <i>Leadership in Energy and Environmental Design</i>                    |
| <b>NABERS</b> | - <i>National Australian Built Environment Rating System</i>              |
| <b>PBQP-H</b> | - Programa Brasileiro de Produtividade e Habitat                          |
| <b>PDP</b>    | - Projeto de Desenvolvimento de Produto                                   |
| <b>PROBE</b>  | - <i>Credit Risk Analyst</i>                                              |
| <b>PV</b>     | - Prototipagem Virtual                                                    |
| <b>RCD</b>    | - Resíduos da Construção e Demolição                                      |
| <b>SGA</b>    | - Sistema de Gestão Ambiental                                             |
| <b>TI</b>     | - Tecnologia da Informação                                                |

## SUMÁRIO

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                           | <b>12</b> |
| 1.1 . CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....                                   | 12        |
| 1.2. JUSTIFICATIVAS .....                                            | 13        |
| 1.3. OBJETIVO.....                                                   | 14        |
| 1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....                                    | 14        |
| 1.5. METODOLOGIA DA PESQUISA.....                                    | 15        |
| 1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO .....                                     | 16        |
| <b>2. A NATUREZA DO PROCESSO DO PROJETO.....</b>                     | <b>18</b> |
| 2.1. ALGUNS CONCEITOS E DEFINIÇÕES .....                             | 18        |
| 2.2. A ETAPA DA CONCEPÇÃO DO PROCESSO DO PROJETO.....                | 20        |
| 2.3. FATORES QUE OTIMIZAM A INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETO E PRODUÇÃO ...  | 22        |
| 2.3.1. ENGENHARIA SIMULTÂNEA .....                                   | 22        |
| 2.3.2. BIM.....                                                      | 24        |
| 2.3.3. A PROTOTIPAGEM VIRTUAL EM PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....  | 26        |
| 2.3.4. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO .....                                | 27        |
| <b>3. CONSTRUÇÃO CIVIL E PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO.....</b>         | <b>29</b> |
| 3.1. CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA E SISTEMAS DE ANÁLISE AMBIENTAL ... | 29        |
| 3.1.1. PANORAMA ATUAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....                      | 29        |
| 3.1.2. FATORES QUE CAUSAM A DEMOLIÇÃO DAS CONSTRUÇÕES.....           | 31        |
| 3.1.3. SISTEMAS DE ANÁLISE AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS .....              | 33        |
| 3.2. PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO.....                                 | 37        |
| 3.2.1. IMPACTO DO REUSO E DA RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....    | 38        |

|                                                                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.2. DIFICULDADES PARA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO.....                                                        | 40        |
| 3.2.3. ESCOLHA DO MATERIAL E DO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO NA FASE DA CONCEPÇÃO DO PROJETO COM VISTAS À RECICLAGEM E AO REUSO..... | 43        |
| 3.2.4. ELABORAÇÃO DE UM PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO.....                                                                        | 49        |
| <b>4. PRINCÍPIOS E MANUAIS INTERNACIONAIS DE PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO.....</b>                                               | <b>53</b> |
| 4.1. SEDA - MANUAL DE PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO DA ESCÓCIA (MORGAN& STEVENSON, 2005).....                                     | 53        |
| 4.2. PRINCÍPIOS DE DESCONSTRUÇÃO (GUY, 2000).....                                                                              | 64        |
| 4.3. PRINCÍPIOS DE DESCONSTRUÇÃO (CROWTHER, 2000).....                                                                         | 68        |
| 4.4. PRINCÍPIOS DE DESCONSTRUÇÃO (ABDOL & BALACHANDRAN, 2000) .....                                                            | 70        |
| 4.5. PRINCÍPIOS DE DESCONSTRUÇÃO (WEBSTER ET AL, 2005).....                                                                    | 72        |
| <b>5. PROPOSTAS DE DIRETRIZES DE PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO.....</b>                                                           | <b>74</b> |
| 5.1. ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS E MANUAIS DOS PROJETOS DE DESCONSTRUÇÃO .....                                                      | 74        |
| 5.1.1. PROJETO .....                                                                                                           | 74        |
| 5.1.2. MATERIAIS .....                                                                                                         | 76        |
| 5.1.3. COMPONENTES.....                                                                                                        | 77        |
| 5.1.4. CONEXÕES ENTRE COMPONENTES .....                                                                                        | 78        |
| 5.1.5. SEGURANÇA.....                                                                                                          | 78        |
| 5.2. ANÁLISE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS BRASILEIROS CONFORME REVISTAS DE PROJETO DESIGN E ARQUITETURA E URBANISMO.....        | 79        |
| 5.3. PROPOSTA PARA A ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES DE PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO SEGUNDO A REALIDADE BRASILEIRA.....                | 84        |
| <b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                                                                                           | <b>87</b> |

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> | <b>88</b>  |
| <b>APÊNDICE 1 .....</b>                 | <b>93</b>  |
| <b>APÊNDICE 2 .....</b>                 | <b>105</b> |

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1 . CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O conceito de projeto para desconstrução nasceu dos conceitos de projeto para desmontagem, reuso, remanufatura e reciclagem, entre outros, oriundos do setor de produtos industriais. Esse conceito busca a redução do impacto e o aumento de lucros relacionados com o ciclo de vida de uma construção através da reciclagem e do reuso de materiais e componentes de uma edificação (ROMEIRO FILHO, 2010).

A redução de resíduos, a reciclagem, a reutilização de materiais e a manutenção das construções são alguns dos fatores que interferem nos impactos ambientais e devem ser pensados desde as primeiras fases do processo do projeto. A etapa da concepção no processo de projeto no setor de Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC) é de grande importância, pois é nesta fase que são tomadas a maior parte das decisões relacionadas à construção, interferindo diretamente no custo do produto final, entre outros fatores. Nessa etapa, além de serem analisadas as necessidades do cliente, o entorno, os elementos estruturais, os aspectos culturais, históricos, econômicos, estéticos e sociais, outras preocupações passam a ter maior atenção, como o impacto e o conforto ambiental (NORDBY, 2008).

O trabalho aponta para a necessidade de que sejam feitas escolhas na fase inicial do processo que se relacionam à seleção de materiais, de processos construtivos e outros aspectos. Para que isso ocorra na prática, alguns aspectos devem ser observados tais como a redução dos tipos de materiais utilizados, a maleabilidade do dimensionamento, a durabilidade de materiais e componentes, a flexibilidade do projeto, o uso conexões flexíveis, a adoção de camadas de construções independentes, maior acessibilidade nas informações e nas identificações de materiais, entre outros aspectos (NORDBY, 2008).

## 1.2. JUSTIFICATIVAS

O projeto para desconstrução pretende auxiliar na resposta para alguns problemas, como a crescente preocupação relativa a questões ambientais, as atuais exigências normativas de eficiência e de sustentabilidade e também as exigências do mercado consumidor relacionado a esse assunto.

Esse trabalho procura colaborar com a divulgação da importância da reciclagem e do reuso de edificações e de seus componentes. A preocupação com essa temática deve se iniciar na concepção do projeto, quando existe a possibilidade de serem tomadas atitudes mais eficazes para a desmontagem, a reutilização e a reciclagem de componentes da construção civil, que resultam em um menor impacto ambiental.

Justificativa, do ponto de vista técnico e acadêmico, seria:

- Necessidade de adoção de critérios de sustentabilidade nas edificações
- Identificação da oportunidade de aprofundamento das pesquisas.
- Verificação de que existe um amplo campo para a pesquisa, quando se considera as características da construção civil no Brasil.
- Constatação de que a prática projetual utiliza poucos aspectos dos que foram identificados no conceito de projeto para desconstrução.
- Possibilidade de contribuir com os conceitos de sustentabilidade que começam a ser adotados nos projetos no Brasil nos últimos anos.

Justificativa, do ponto de vista pessoal:

- Interesse pelo assunto por conta da formação profissional
- Pretensão de dar a continuidade para a pesquisa em um programa de doutoramento

### 1.3. OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho é elaborar diretrizes que sirvam de ferramenta de auxílio ao projeto para desconstrução de edificações e seus componentes. Esses princípios devem ser utilizados na fase de concepção do processo do projeto como instrumento de auxílio ao projetista na escolha de materiais, de soluções de projeto e de processos construtivos, tais como a preocupação com o reuso e a reciclagem desses materiais, seu processo de fabricação e montagem, definições de ocupação vinculadas ao dimensionamento das plantas arquitetônicas, entre outros aspectos.

Os objetivos específicos são:

- Comparar alguns princípios de projeto para desconstrução internacionais já existentes.
- Verificar quais os princípios de projeto de desconstrução que estão sendo utilizados na arquitetura brasileira, tendo como base as revistas brasileiras Arquitetura & Urbanismo e Projeto Design do ano de 2012, as quais serão justificadas a seguir.
- Identificar benefícios e impedimentos para a implantação do projeto de desconstrução.

### 1.4. DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Essa pesquisa investigou a literatura sobre o tema e os manuais de projeto para desconstrução disponíveis em meio impresso e eletrônico. Assim, os manuais investigados foram organizados em um quadro comparativo, tendo sido selecionados por serem todos utilizados na fase de concepção de projeto, e somente em projetos de construções de novas edificações. Eles foram elaborados em países diferentes, mas todos abrangem características gerais de construção de seus países de origem. Para a verificação de materiais e processos construtivos utilizados atualmente na arquitetura brasileira, foram analisados os projetos arquitetônicos das revistas Arquitetura & Urbanismo e Projeto Design do ano de 2012 sob a ótica dos princípios de projeto para desconstrução abordada

anteriormente nesse trabalho. Não foram considerados os projetos urbanos, os projetos internacionais e os projetos de reforma.

### 1.5. METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia dessa pesquisa é de natureza aplicada que, de acordo com Rodrigues (2007) tem como objetivo comprovar, investigar, ou rejeitar hipóteses que foram sugeridas por modelos teóricos.



Figura 1: Modelo da Metodologia

Esse trabalho é iniciado com uma revisão bibliográfica sobre os temas centrais dessa pesquisa, ou seja, a importância da concepção do projeto, onde se tomam todas as decisões sobre materiais e processos construtivos, e principalmente, o projeto para desconstrução, seus princípios, benefícios e dificuldades para sua implantação.

Com o objetivo de verificar os princípios de projeto para desconstrução mais utilizados nos manuais de desconstrução internacional, cinco manuais (ou princípios) de desconstrução foram comparados e analisados, buscando verificar quais os princípios em comum entre esses manuais e sua aplicabilidade. Além disso, para possibilitar a melhor observação dos princípios do projeto para desconstrução que estão sendo utilizados na arquitetura brasileira atual, também são analisados revistas de destaque da arquitetura brasileira do ano de 2012.

A elaboração de princípios de projeto para desconstrução conforme a realidade brasileira, assim como as conclusões e proposições que compõe esse



estudo foram desenvolvidas com base na análise dessas revistas de arquitetura brasileira, nos manuais de projeto para desconstrução internacional e também na revisão bibliográfica sobre o tema estudado.

## 1.6. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse estudo está estruturado em seis capítulos:

*Capítulo 1:* Introdução: apresenta de forma sucinta os conceitos abordados no trabalho, incluindo as considerações iniciais, a justificativa, os objetivos, a delimitação da pesquisa, a metodologia utilizada e a estrutura do trabalho.

*Capítulo 2:* A natureza do processo do projeto: esse capítulo apresenta alguns conceitos importantes para o trabalho, aborda também o processo do projeto, a importância da etapa da concepção do projeto e alguns aspectos que otimizam a integração entre projeto e produção, como Engenharia Simultânea (ES), Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling, BIM) e Prototipagem Virtual (PV) e a Tecnologia da Informação (TI).

*Capítulo 3:* Construção Civil e Projeto para Desconstrução: relata o panorama atual da construção civil brasileira, os motivos que causam a demolição das edificações, a relação de alguns sistemas de análise ambiental de edificações, o impacto do reuso e da reciclagem na construção civil, a escolha do material e de processo de construção na fase da concepção do projeto buscando a reciclagem ou o reuso e também as dificuldades para implantação do processo de desconstrução e a importância da elaboração de um projeto para desconstrução.

*Capítulo 4:* Princípios e Manuais Internacionais de Projeto para Desconstrução: são analisados manuais e princípios de projeto existentes em vários países diferentes, como Morgan & Stevenson (2005) na Escócia, Crowther (2000) na Austrália, Guy & Shell (2000), Abdol e Balachandran (2000) e Webster et. al (2005), todos nos Estados Unidos.

*Capítulo 5:* Diretrizes de Projeto para Desconstrução: confecção e análise da tabela comparativa entre os Manuais Internacionais de Projeto para Desconstrução, análise dos projetos das revistas de arquitetura Arquitetura & Urbanismo e Projeto Design do ano de 2012, elaboração de diretrizes de projeto

para desconstrução de acordo com a análise dos manuais e princípios de Projetos para Desconstrução Internacionais e dos projetos das Revistas de Arquitetura brasileira acima mencionados.

*Capítulo 6:* Considerações finais: nesse capítulo se destacam as conclusões desse estudo, sugestões e contribuições para trabalhos futuros.

## 2. A NATUREZA DO PROCESSO DO PROJETO.

Esse capítulo se inicia com uma abordagem sobre conceitos e definições pertinentes á evolução desse trabalho. São feitos esclarecimentos sobre a importância da fase de concepção do projeto, quando são tomadas a maioria das decisões que interferem em todo o processo do projeto, como a escolha de processos e materiais construtivos. Também são citados alguns fatores que viabilizam a integração entre todas as etapas dos processos construtivos desde a concepção do projeto, como Engenharia Simultânea (ES), Modelagem da Informação da Construção (Building Information Modeling, BIM) e Prototipagem Virtual (PV) e a Tecnologia da Informação (TI).

### 2.1. ALGUNS CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Abaixo são apresentados alguns conceitos e definições acerca do processo do projeto no setor do AEC que são usados nesse trabalho:

- **Impacto ambiental**

- *“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente , causadas por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humana, que direta ou indiretamente afetem a segurança, a saúde e o bem estar da população, atividades sócio econômica, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos naturais” (CONAMA, 2002).*

- **Desconstrução**

- Movimento arquitetônico pós-moderno que se inicia nos anos 80, caracterizado pelo processo de desenho não linear fragmentado, que distorce e desloca alguns dos princípios elementares da arquitetura, sendo também chamado de movimento desconstrutivista ou simplesmente desconstrutivismo (JOHNSON & WIGLEY, 1988).

- Processo de desmontar os componentes de uma edificação causando menos danos possíveis, tendo como intenção a reutilização de alguns desses componentes após um processo de acondicionamento ou reforma, incluindo também a reciclagem dos materiais. Esse procedimento pode ocorrer em uma

reforma, na adaptação de um prédio para um novo uso ou no fim da vida útil de uma construção (ADDIS, 2010). Essa será a definição utilizada nesse trabalho.

- Essa definição surgiu de conceitos de projeto para desmontagem, para reuso, para manufatura e para reciclagem adaptados à construção civil, tendo como principal objetivo o aumento da eficiência econômica de uma edificação e a redução de impactos ambientais causados pela construção civil através da reutilização (mudança de função) de um prédio, do reuso, da reciclagem e da manufatura de componentes e materiais da construção civil (GUY & SHELL, 2002).

- Processo de desmontar os componentes sem danificá-los, mas com o objetivo do reuso dos componentes. Essa definição foi elaborada pelos membros do BRE (Building Research Establishment) ocorrida em 2000 (HOBBS & HURLEY, 2001). Esse conceito é o utilizado nesse trabalho.

#### **- Desmontagem**

- Processo de desmontar os componentes sem danificá-los, mas sem ter o compromisso de reusá-los novamente. Essa definição foi elaborada pelos membros do BRE ( Building Research Establishment ) ocorrida em 2000 ( HOBBS & HURLEY, 2001).

#### **-Reuso, ou reutilização**

- Recolocação de componentes em uso, com a mesma função ou não, sem que haja reprocessamento que mude suas propriedades originais (ADDIS, 2010).

- Uso de materiais retirados da desmontagem de uma construção que serão utilizados em outra construção com a mesma função original e com o mínimo de transformação (ABDOL & BALACHANDRAN, 2000).

#### **- Reciclagem:**

- Processamento de objetos originados de demolições ou reformas, dando origem a produtos comercializáveis (ADDIS, 2010).

- Uso de um material que foi retirado da desmontagem de uma construção para manufaturar um novo produto. Dentro da reciclagem pode haver *upcycling*, quando se transforma um material, aumentando a sua qualidade, e

*downcycling*, quando se transforma um material, reduzindo a sua qualidade (MORGAN & STEVENSON, 2005).

## 2.2. A ETAPA DA CONCEPÇÃO DO PROCESSO DO PROJETO

O desperdício de materiais na construção civil ocorre em diferentes etapas do empreendimento, podendo ocorrer na concepção do projeto (mau planejamento), na execução da obra ou na utilização da construção pelos usuários (GIMENES e PICCHI, 2008).

Segundo a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA, 1993), o processo construtivo se divide em várias etapas que são:

- Levantamento de Dados - determina a fase preeliminar de definições, de verificações e de análises, como normas de apresentação e legislações pertinentes, informações sobre o terreno, sistemas e padrões construtivos, objetivos do cliente e programa de necessidades.
- Estudo Preliminar - determina a configuração inicial para o partido arquitetônico, considerando o levantamento de dados.
- Anteprojeto - resultado final da solução arquitetônica aprovado pelo cliente.
- Projeto Legal - a configuração técnica jurídica do anteprojeto.
- Projeto Executivo - subdividido em Pré-Executivo (desenvolvimento do anteprojeto de forma a compatibilizar com os outros anteprojetos complementares, como estrutura, hidráulica, etc.), Projeto Básico (quando os projetos Pré Executivos e os complementares se tornam documentos técnicos, permitindo licitar a obra), Projeto de Execução (complementa o Projeto Básico com todas as informações necessárias á obra) e, em alguns casos, os Detalhes da Execução (Detalhamento de alguns elementos do projeto).
- Caderno de Especificações - informações complementares referentes à especificação técnica dos materiais (texturas, cores, modelos, dimensões, etc.).
- Coordenação e Gerenciamento Geral dos Projetos - compatibilização de todos os projetos complementares e serviços adicionais desenvolvidos em várias fases diferentes.

- Assistência à Execução da Obra - fase complementar do projeto que se desenvolve durante a execução da obra.

- Serviços Adicionais, que são executados de acordo com a complexidade da obra e com o acordo feito com o cliente (maquetes, rezonamento, projetos de paisagismo, entre outros).

No programa de necessidades devem ser analisadas todas as situações de uso, como as culturais, as urbanas, as estruturais, além das características do cliente, de avaliações pós-ocupação, de normas e de legislações relativas ao projeto e à revisão da literatura especializada, sendo necessário também analisar as situações ambientais, tecnológicas, econômicas, estéticas e de segurança para se conseguir um bom projeto (MOREIRA e KOWALTOWSKI, 2009).

Ainda segundo os autores acima mencionado, é de extrema importância que se delimite claramente a metodologia de informação e a origem das fontes de informações envolvidas no programa de necessidades, pois atualmente existem várias normas relacionadas aos procedimentos das atividades de construção que descrevem as propriedades do programa arquitetônico. Esse é um documento contratual importante por informar o que o cliente espera do projeto.

Conforme Romeiro Filho (2010), nos últimos anos, a grande preocupação dos usuários e autoridades da construção civil, relativas ao caráter ambiental junto com a crescente concorrência originou a necessidade de incorporar novas características ao produto, como a facilidade de reciclagem, de desmontagem, de uso, entre outros, fazendo com que houvesse um aumento no tempo da etapa de concepção do projeto.

Os objetos, como as representações gráficas, as especificações técnicas e os documentos em geral, são apenas parte da atividade projetual que se caracterizam como um dos diversos meios que viabilizam o processo do projeto (OLIVEIRA, 2000). A atividade projetual se refere tanto ao produto resultante do processo quanto ao próprio processo, o esforço organizacional e o seu gerenciamento, além das relações e das interfaces relacionadas a esse objeto (BORGES, 2004).

O cumprimento das decisões tomadas na etapa da concepção do processo do projeto e a integração entre o projeto de arquitetura e a execução da obra são fundamentais para o sucesso de uma construção.

## 2.3. FATORES QUE OTIMIZAM A INTEGRAÇÃO ENTRE PROJETO E PRODUÇÃO

Além da importância da concepção do projeto na otimização da reciclagem e do reuso de materiais de construção, deve-se adotar conceitos e metodologias que possibilitem utilizar a Engenharia Simultânea, o BIM (*Building Information Modeling*), a Prototipagem Virtual (PV) e a Tecnologia de Informação (TI) durante todo o processo do projeto, pois esses fatores integram todos os profissionais envolvidos na obra simultaneamente, facilitando a resolução de problemas que surjam e priorizando os aspectos mais importantes, de acordo com as características particulares de cada obra (FABRÍCIO & MELHADO, 2001).

### 2.3.1. Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea (ES) aumenta a qualidade do produto obtido, reduz o tempo de desenvolvimento, de fabricação e também de número de falhas do produto. Esse sistema é muito difundido atualmente em grandes empresas do setor aeronáutico e automobilístico, otimizando o desenvolvimento do produto (GAO *et. al.*, 2000 apud ROMEIRO FILHO *et. al.*, 2010).

Yassine *et. al* (1999) apud Peralta (2002), relata que a ES é uma metodologia de projeto que integra diferentes especialidades com recursos externos e internos de uma organização, tendo como finalidade o aumento da qualidade do produto, a redução do tempo de desenvolvimento e do custo. Todos os profissionais envolvidos em um projeto devem compartilhar todas as informações relacionadas ao processo do projeto em todas as suas etapas.

De acordo com Fabrício & Melhado (2001) a Engenharia Simultânea é baseada em três premissas: diferentes atividades do projeto realizadas simultaneamente, integração de todos os agentes envolvidos na elaboração de um determinado projeto desde o começo do processo e concepção do projeto elaborado de acordo com o ciclo de vida do produto.

A ES tem como objetivo integrar, na fase da concepção do projeto, todos os intervenientes que são necessários ao desenvolvimento de um produto com objetivo de gerar decisões respaldadas por todos os profissionais que participam do

projeto, considerando o tempo, o custo, a qualidade e as exigências do produto (MOURA, 1998 apud PERALTA, 2002).

Segundo Kruglianskas (1993) apud PERALTA (2002), alguns aspectos são necessários para a implantação da ES, como: estrutura empresarial menos centralizada, apoio e envolvimento da alta direção da empresa, trabalho em conjunto entre engenheiros de produto e de processo, coordenação, análise de projeto e uma equipe de projeto em tempo integral, tomada de decisão feita em cima do autoconsenso, comunicação entre todos os participantes do processo produtivo e uma boa avaliação dos custos.

Na Engenharia Simultânea, conforme Hartley (1998), todas as atividades são realizadas em paralelo, facilitando a previsão de problemas e a tomada de decisão precoce, promovendo assim a redução do tempo do projeto e a maior integração entre as suas interfaces. Outros benefícios da ES são: redução dos erros e do custo de desenvolvimento do projeto, construções mais baratas e simples, produtos que melhor atendem às necessidades dos clientes, diminuição dos prazos para a colocação do produto no mercado, redução de custos relacionados a garantias e serviços durante toda a vida útil do produto e maior qualidade do produto.

Romeiro Filho *et. al* (2010) argumenta que, para que haja um gerenciamento adequado de todas as informações relacionadas ao projeto, é necessária a utilização de sistemas de projeto auxiliados por computador que garantam uma padronização no projeto possibilitando uma melhor comunicação entre as várias áreas envolvidas. Outra importância da utilização de sistemas de computação seria a possibilidade da simulação tridimensional e da visualização em escala.

Ainda segundo o autor, existem *softwares* específicos para que seja implantada a engenharia simultânea, como os da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), que fornecem interface entre as equipes envolvidas no projeto e a difusão de dados-suporte, fazendo com que as informações necessárias circulem entre as equipes envolvidas. Essas informações podem ser feitas através de textos, de desenhos, de planilhas e de banco de dados, buscando cada vez mais agregar todas as informações de projeto às novas mídias.

### 2.3.2. BIM

Buscando a melhor qualidade dos projetos, tem-se a colaboração da Tecnologia de Informação (TI), assim como o uso da tecnologia BIM (CRUZ, 2004). Segundo Silva e Amorim (2011), o BIM foi traduzido como Modelagem da Informação da Construção, mas ele também pode ser definido de várias formas.

Existem várias definições para o BIM como tecnologia, como modelo, como plataforma ou como um processo. O BIM também pode ser entendido como um processo, como uma ferramenta e como um produto. Ele pode ser abordado em diferentes níveis de abstração, os mais baixos relacionados aos aspectos mais técnicos das suas ferramentas e os mais altos relacionados ao contexto da aplicação da tecnologia (AYRES, 2009).

Na tecnologia BIM, todos os que participam da construção trabalham em um único arquivo e este fica armazenado em um servidor. Do modelo, são retirados automaticamente os relatórios quantitativos, as representações, as documentações e as especificações dos materiais e qualquer tipo de informação pertencente ao edifício virtual, que alimentam outros processos para a geração de documentos. Cada elemento, suas características e relacionamentos são compreendidos como uma unidade (AYRES, 2009; HANNUS, 1991).

Alguns Softwares do BIM, como o Revit da Autodesk, estão sendo utilizados por empresas ligadas a construção civil com o objetivo de melhorar o processo de projeto e o trabalho realizado pelos escritórios. O Revit possui vários softwares específicos, como o Revit Architectur (arquivo base), o Revit Structure e o Revit System, que é visto na figura 2 a seguir, com o propósito de integrar as diferentes equipes situadas em várias localidades (HIPPERT & ARAÚJO, 2009).

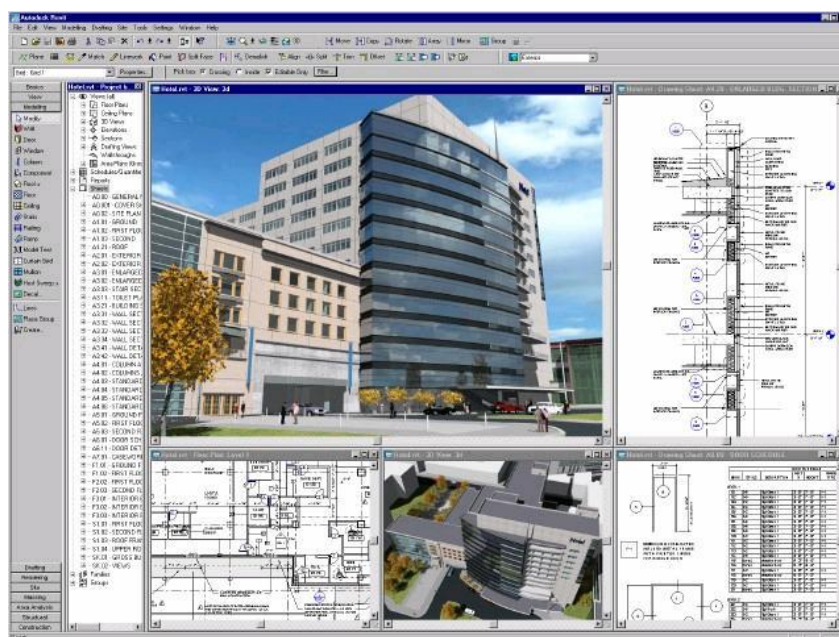


Figura 2 : Revit System.

Fonte: <http://arquitetablog.blogspot.com.br/2011/05/autocad-ou-revit.html>

Acesso em: 30 nov. 2012.

Ainda de acordo com os autores acima mencionados, o Revit facilita a geração de documentação para o projeto, a modelagem da construção e na rapidez da confecção de pranchas para a modelagem. A geração automática de cortes, de fachadas, de perspectivas e de vistas da edificação otimiza o trabalho dos profissionais da área, facilitando a concepção do projeto, o planejamento total da obra e a elaboração do projeto executivo. Outro benefício ainda não muito utilizado por falta de conhecimento dos profissionais é a geração automática de quantitativos e simulações.

No Brasil, segundo Hippert & Araújo (2009), ainda não é uma prática comum o fornecimento de protótipo padrão de objetos usados nas edificações, que poderiam ser inseridos diretamente no software utilizado pelos projetistas, dificultando muito o trabalho e impedindo um resultado mais fiel e completo dos projetos. Apesar de estar em desenvolvimento com pontos que ainda precisam ser aperfeiçoados, o uso desse *software* torna mais fácil trabalhar em um ambiente voltado para projeto, ao mesmo tempo em que gera desenhos em perspectivas com mais rapidez e facilidade, melhorando assim a visualização do projeto.

No Brasil, conforme Faria (2007), já foram realizadas pesquisas sobre o BIM, principalmente em escritórios de arquitetura. No BIM, todas as informações contidas em um projeto são visualizadas, gerenciadas e dispostas de forma integrada. Essa tecnologia é baseada na Engenharia Simultânea, atuando principalmente na gestão do processo de projeto. Ainda segundo o autor, o BIM utiliza um protótipo virtual da construção, onde são agregadas grandes quantidades de informações relacionadas com o modelo único do produto.

### 2.3.3. A prototipagem virtual em projetos na construção civil

A etapa do projeto é uma das mais importantes no desenvolvimento do produto, conforme Tzortzopoulos (1999), pois é onde se definem as principais decisões que influenciam no custo, nos prazos e nos métodos de produção. Nessa etapa do projeto ocorrem falhas com frequência, ocasionando problemas ao processo de produção. Essas falhas normalmente acontecem por causa do emprego da representação do projeto em apenas duas dimensões.

Ainda segundo a autora, as falhas mais frequentes são ocasionadas pela falta de detalhamento e de comunicação das decisões dos projetistas e também por incompatibilidade entre os componentes construtivos. Para se resolver esses problemas, uma das soluções seria utilizar a modelagem do produto em três dimensões através de softwares.

Segundo Koskela (2000), os produtos tem aumentado sua complexidade para se adaptar às necessidades atuais, como a redução de prazo, o aumento de competitividade e a maior exigência de qualidade, fazendo com que haja mudanças na forma de gestão e nas ferramentas utilizadas para o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP).

O PDP abrange várias atividades, começando com a percepção da oportunidade de mercado, seguindo para o desenvolvimento do conceito, o projeto de detalhamento, o refinamento, o teste, chegando até ao desenvolvimento de caráter experimental, e por fim, ao lançamento do produto no mercado. A prototipagem deve existir em todas as fases do PDP para que se tenham informações mais claras durante todo o processo (PAHL e BEITZ, 1996).

De acordo com Muller e Saffaro (2011), o objetivo da Prototipagem Virtual (PV) é integrar a Engenharia Auxiliada por Computador e as técnicas do projeto com a realidade virtual, resultando em um objeto virtual com características bem próximas ao objeto real, oferecendo aos designers uma experiência imersiva e interativa.

Esses protótipos, segundo Ulrich e Eppinger (2000), podem ser utilizados para aprendizado, integração, comunicação ou teste. No aprendizado, os protótipos são elaborados para responder duas questões básicas: se o produto vai funcionar e qual a melhor forma para ele cumprir os requisitos exigidos pelo consumidor.

Ainda conforme os autores, ele também melhora a comunicação com os gerentes, vendedores, sócios, clientes e investidores. Os protótipos também são usados para provar que os componentes e subsistemas se integram de acordo com as expectativas planejadas. Eles são usados como testes no último estágio de desenvolvimento do produto, demonstrando que esse produto alcança o nível esperado de funcionalidade.

Yeomas *et. al* (2006) citam algumas desvantagens da prototipagem virtual, como a dificuldade das empresas para aderir a esse processo por questões culturais e econômicas, a falta de informação quanto às vantagens do PV, de profissionais capacitados para a utilização de softwares em 3D e de softwares adequados à realidade brasileira.

#### 2.3.4. Tecnologia da Informação

Conforme Naveiro (2001), o desenvolvimento da tecnologia fez com que a Tecnologia de Informação (TI) fosse cada vez mais utilizada por profissionais no setor da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Atualmente, novos softwares estão sendo criados para auxiliar ao projetista em várias disciplinas diferentes, como aplicativos para conforto térmico, acústico e lumínico, avaliação de componentes construtivos, análise de sistemas de ar condicionado, aquecimento e ventilação, assim como outros.

Através do uso do CAD, os projetistas conseguem visualizar o produto desde a etapa de concepção até conclusão do projeto, podendo avaliar mais

precisamente diferentes soluções e reduzindo assim, a margem de erros. A utilização da ES e a TI facilitam a atualização e comunicação dos dados desde a concepção até o projeto final, prevenindo algumas dificuldades. Um projeto deve ir para uma obra muito bem elaborado e planejado, e deve estar sempre em permanente desenvolvimento, sendo visto como um serviço que acompanha todo o período de desenvolvimento de uma construção (PERALTA 2002).

Naveiro (2001) relata que a junção entre a utilização da Prototipagem Virtual, a Tecnologia CAD e recursos para a simulação e análise em um mesmo projeto auxilia os projetistas na obtenção de características como gerenciamento, qualidade e integração entre as diversas fases de um projeto, além da rapidez e facilidade das revisões, padronização do trabalho, maior credibilidade nos resultados precisão de medidas, entre outras. O uso das várias ferramentas relacionadas TI para o auxílio do desenvolvimento de projetos traz grandes benefícios ao produto.

Peralta (2002) argumenta que o aumento do uso de ferramentas computacionais no desenvolvimento de projetos, na fabricação e na construção de produtos são alguns dos benefícios trazidos pela Engenharia Simultânea. O projeto de produto e o plano de processo são desenvolvidos em paralelo com o auxílio da Tecnologia da Informação (TI). Ferramentas como o CAD (Computer Aided Design ou Projeto Assistido por Computador) e o Revit trazem maior liberdade para os projetistas adicionarem ou modificarem características do projeto e do plano do processo.

O cumprimento das decisões tomadas na etapa da concepção do processo do projeto e a integração entre o projeto de arquitetura e a execução da obra são fundamentais para o sucesso de uma construção.

### **3. CONSTRUÇÃO CIVIL E PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO.**

A primeira parte desse capítulo aborda a situação atual da construção Civil e os motivos que causam a demolição das edificações, a relação de alguns sistemas de análise ambiental de edificações e suas relações com a reutilização e a reciclagem. Na segunda parte desse capítulo é abordado os benefícios e as dificuldades para a implantação do projeto de desconstrução, a escolha do material e de processo de construção na fase da concepção do projeto buscando a reciclagem ou o reuso e também a importância da elaboração de um projeto para desconstrução.

#### **3.1. CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA E SISTEMAS DE ANÁLISE AMBIENTAL**

A partir da ECO 92, vários países começaram a ter uma preocupação maior com os impactos ambientais da construção civil, estabelecendo sua próprias Agenda e criando diferentes tipos de sistemas de avaliação. Para que se reduza a degradação ao meio ambiente e melhore o conforto ambiental, o projeto para desconstrução deve ser pensado desde a concepção do projeto até a demolição da edificação, considerando também a integração de todos os profissionais envolvidos em todas as etapas da construção (SILVA et. al, 2003).

##### **3.1.1. Panorama atual da construção civil**

Com o aumento da industrialização e o crescimento populacional principalmente nos centros urbanos, a partir da década de oitenta, os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) se transformaram em um grande problema social e econômico, pois a quantidade de resíduos aumentou demasiadamente, provocando a escassez de área de deposição desses resíduos, causando problemas de saneamento público, alto custo para o gerenciamento e contaminação ambiental (PINTO, 1999).

O RCD é constituído de restos de todos os materiais de construção (argamassa, areia, cerâmicas, concretos, madeira, papéis, metais, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc.) que são originários de sobras de construção, de reformas e de demolições. A preocupação com a reciclagem desses resíduos vem se

intensificando nos últimos anos, mas essa técnica tem sido utilizada desde a antiguidade nas cidades do império romano, onde já se reciclava materiais de demolição como agregado em novas construções (LEVY, 1997). Como exemplo RCD temos a figura 3 que mostra trituração de componentes de concreto em agregados reciclados (HOBBS & HURLEY, 2001).



Figura 3: Trituração e seleção de componentes de concreto em agregados reciclados Fonte: HOBBS & HURLEY, 2001.

De acordo com a Fundação Getúlio Vargas (dados de 2009), a construção civil no Brasil movimenta R\$ 224 bilhões e é responsável por 8,3% do PIB nacional, com possibilidades de chegar a 8,46% do PIB nacional em 2013 (FGV, 2012). Em contrapartida, ela consome aproximadamente 75% dos recursos naturais, além de consumir 44% da energia total utilizada do nosso país, e gera cerca de 40% de todo o resíduo produzido pela atividade dos homens, o que seria cerca de 500 quilos de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) por habitante. Para que haja um equilíbrio entre a redução dos danos causados ao meio ambiente e os ganhos financeiros gerados por essa atividade, é necessário investir em inovação tecnológica aliada à sustentabilidade (PFEIFER, 2011).

O principal objetivo da construção civil sustentável, de acordo com Jean Benevides, vice-presidente da Câmara Temática de Construção Sustentável, seria principalmente reduzir a gestão de consumo de energia, de água, de geração de

resíduos, e outros, buscando também diminuir o uso de recursos naturais e a padronização do processo construtivo, pois o mercado consumidor já começou a cobrar as práticas de sustentabilidade das construtoras (PFEIFER, 2011).

Conforme entrevista feita com a professora e arquiteta Raquel Blumenschein, é necessário aproveitar essa fase de grande crescimento em que o Brasil atravessa para preparar a cadeia da construção civil com o objetivo de explorar as potencialidades do país dentro de um ambiente de sustentabilidade. Devem-se buscar novas soluções para a indústria brasileira da construção com parâmetros sustentáveis de rápida execução, ideias inovadoras e baixo custo (CEZAR, 2011).

### 3.1.2. Fatores que causam a demolição das construções

Existem vários fatores responsáveis pela demolição das edificações como falta de manutenção, guerras, catástrofes naturais, mudanças das necessidades dos usuários, das tecnologias, dos fatores estéticos, de urbanismo das cidades e também quando o material utilizado não cumpre a função desejada. Devem-se utilizar materiais mais apropriados para que se diminua a quantidade de resíduos originados da construção civil.

De acordo com Mateus (2011), durante a Segunda Guerra Mundial, a Europa começou com o processo de reciclagem de resíduo da construção civil, pois teve grande parte de suas edificações destruídas e havia poucos recursos para financiar novas construções, além da preocupação em preservar os recursos naturais.

Outro motivo de demolição de construções seria a necessidade de instalação de novas redes de equipamentos e infraestrutura, assim como programas de renovação urbana criados pelos governos com o objetivo de solucionar, a partir das suas respectivas diretrizes, problemas de qualidade e conforto ambiental nas cidades, dando origem a fragmentação entre tecidos urbanos novos e os já existentes. Essas transformações sócio-tecnológicas e físicas são implantadas por motivos econômicos e políticos com uma tendência ambientalista, assim como preocupações com a sustentabilidade. (MATEUS, 2011).

Segundo Nascimento (2003), a proposta de um novo urbanismo para a cidade de Paris feita pelo Barão Haussmann, que ocorreu entre 1853 a 1870, foi responsável por inúmeras demolições de edificações na cidade de Paris por vários motivos, como mudanças dos fatores estéticos da época, adequação das necessidades dos usuários e das cidades e o favorecimento de modernas tecnologias.

Um exemplo de demolição seria a implosão do Pruitt Igoe (figura 4), St Louis, Missoure, em 15 de julho de 1972. Essa edificação foi demolida por não atender as necessidades dos seus usuários, e de acordo com Jencks (1978), esse acontecimento foi considerado a morte da arquitetura moderna. Esse prédio foi construído em 1951, de acordo com as idéias do Congresso Internacional de Arquitetura Moderna (CIAM), e recebeu um prêmio do Instituto Americano de Arquitetos, quando foi projetado.



Figura 4: Demolição do conjunto habitacional Pruitt-Igoe, em St. Louis

Fonte: <http://www.abaco-arquitetura.com.br/> Acesso em 14 de nov. 2008

Alguns desastres naturais poderiam ser prevenidos ou reduzidos se a população tivesse mais informação do que são esses fenômenos e o tipo de desastres naturais que acontecem frequentemente na região que elas vivem. Por causa da falta de informação, não são tomadas medidas preventivas, como evitar a

ocupação com uso agrícola ou habitações em locais em que elas originariam maiores prejuízos e também se deve construir edificações mais adequadas para resistir a esses fenômenos (SAUSEN, 2009).

A falta de manutenção é um dos maiores motivos de reformas e demolições. As práticas de conservação preventiva e de manutenção permanente da edificação não são muito comuns no Brasil, causando muitas vezes a necessidade de reforma e até mesmo de demolição. Segundo o Manual de Conservação Preventiva para Edificações (1999), fazer a restauração depois que o edifício ficar em estado completo de degradação tem sido uma prática comum. Deve-se fazer uma rotina de inspeção, como procedimentos de limpeza, diagnósticos de problemas, realização de pequenos reparos quando houver necessidade, garantindo a manutenção para preservar seus valores estéticos e históricos.

Conforme Addis (2010), a demolição atualmente é muito utilizada por ser rápida e ter baixo custo. Para que se reduza a escolha pela demolição, deve ser elaborado um bom projeto de desconstrução, buscando facilitar uma triagem eficiente no fim da vida útil de uma edificação, com maior aproveitamento de materiais e de componente, reduzindo assim o custo financeiro e ambiental.

### 3.1.3. Sistemas de análise ambiental de edifícios

Os sistemas de avaliação ambiental possuem metodologias próprias para a apresentação de informações ambientais, buscando reduzir os problemas relacionados ao desempenho dos materiais de construção e fornecendo informações ambientais confiáveis e padronizadas sobre materiais e componentes da construção, avaliando e identificando os efeitos ambientais desses materiais durante todo o seu ciclo de vida (ADDIS, 2010).

Conforme Silva *et. al*, dois tipos de Sistemas de Avaliação Ambiental estão disponíveis para uso. Aqueles desenvolvidos para serem facilmente absorvidos, como BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment*), HKBEAN (*Hong Kong Building Environmental Assessment Method*) e LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), e os sistemas que têm um embasamento mais científico, com uma metodologia mais complexa, como o GBC

(Green Building Challenge). Um dos sistemas mais importantes de avaliação ambiental é o LEED (Leadership in Energy and Environment Design, EUA-1994), que possui uma estrutura muito simples (*checklist*) e é usado como ferramenta de projeto (SILVA *et.al*, 2003).

Podemos citar outros sistemas de avaliação ambiental, como o CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency* Japão), BEPAC (*Building Environmental Performance Assessment Criteria*, Canadá), BEAT (*Building. Environmental Assessment. Tool*, Dinamarca), PROBE (*Credit Risk Analyst*, Reino Unido), NABERS (*National Australian Built Environment Rating System*, Austrália), ECOLógica (Brasil). Nos casos do LEED, HKBEAN, os pesos são idênticos para todos os indicadores avaliados, Já no BREEAM e CASBEE, os pesos das categorias são ponderados. No GBTools (*Green Building Tools*), os pontos da avaliação são de acordo com os dados específicos de cada região (SILVA *et al*, 2003).

Segundo Marques (2007), entre os vários sistemas para avaliação ambiental de edifícios relacionados à sustentabilidade que foram criados a partir da crise energética mundial na década de 70, os que alcançaram maior destaque internacional são: o LEED, que foi desenvolvido pelos Estados Unidos, o HQE (*Haute Qualité Environnementale*), na França, o BREEAM, no Reino Unido e o GBC (Green Building Challenge).

### **LEED**

O LEED, de acordo com Addis (2010), possui em sistema de avaliação e classificação baseado em vários pré-requisitos e créditos. Alguns desses créditos tratam de questões que visam à redução de resíduos e o desperdício de materiais através da reciclagem e do reuso de edificações e seus componentes como: reuso do edifício, gestão de resíduos da construção, reuso de materiais, conteúdo reciclado, materiais regionais e materiais renováveis.

Conforme Silva *et. al* (2003), o método disponível mais acessível e fácil de ser utilizado como ferramenta de projeto é o LEED. Ele contém uma estrutura simples e foi criado baseado em especificação de desempenho, e não em critérios prescritivos, tomando por referência o uso de energia e princípios ambientais

consolidados em recomendações e normas reconhecidas. Segundo Addis (2010), alguns pontos no LEED que são relacionados à reutilização e reciclagem são:

### **1 Reúso da Edificação**

1.1 Manter no mínimo 75% da estrutura da edificação existente e de sua parte externa.

1.2 Manter mais de 25% da estrutura da edificação existente e de sua parte externa.

1.3 Manter toda a estrutura da edificação existente da parte externa e no mínimo 50% das áreas que não fazem parte da moldura externa.

### **2. Gestão dos resíduos de uma construção**

2.1 Desenvolver e executar um plano de gestão e resíduos. Reciclar ou reaproveitar mais de 50%.

2.2 Desenvolver e executar um plano de gestão e resíduos. Reciclar ou reaproveitar mais de 25% - total de 75%.

### **3. Reúso de Recursos**

3.1 Utilizar produtos, materiais e acessórios recondicionados ou reaproveitados, em pelo menos 5% da construção.

3.2 Utilizar, produtos, materiais e acessórios recondicionados ou reaproveitados, em pelo menos 10% da construção.

### **4. Conteúdo Reciclado**

4.1 Usar material reciclado de forma que esse material, após consumo, constitua no mínimo 5% do valor total dos materiais incluídos no projeto ou que a soma de materiais pós consumo com pós-industrial seja, no mínimo, 10%%.

4.2 Igual aos 4.1, mas com 20% ao invés de 10%.

### **GBTools**

De acordo com Addis (2010), o GBTools foi desenvolvido para ser usado a nível internacional, tendo como objetivo a avaliação ambiental e energética de projetos de uma edificação. O GBC busca prover uma base metodológica mais científica possível, buscando refletir sobre algumas prioridades como tradições construtivas e tecnologias e também valores culturais de diferentes países ou regiões. Esse sistema se diferencia por ser de uma nova geração de sistemas de avaliação (SILVA *et. al*, 2003).

Em 2000, conforme Silva *et. al* (2003), o Brasil se integrou ao GBTools com a coordenação da Unicamp (Universidade Estadual de Campinas), que delimitou uma metodologia de avaliação ambiental para o estado de São Paulo, devendo ser gradualmente implantada em outras regiões do país. Não se pode simplesmente copiar um sistema de avaliação de outro país para o Brasil, mas sim adaptá-los às peculiaridades brasileiras.

De acordo com Addis (2010), alguns pontos no GBTool (versão 1.82, 2002) que são relacionados à reutilização e reciclagem são:

#### **R4 Reuso de estruturas existentes ou de materiais no local**

R4. 1 Manutenção de uma estrutura existente no local .

R4. 2 Reuso ou reciclagem do aço de uma estrutura existente em outro local .

R4. 3 Reuso de uma estrutura existente em outro local.

#### **R5 Quantidade e qualidade dos materiais utilizados em outro local**

R5. 1 Uso de materiais recuperados de fontes externas.

R5. 2 Conteúdo reciclado de materiais provenientes de fontes externas.

R5. 3 Uso de produtos de madeira certificados ou equivalentes.

S5. 2 Qualidade de desenvolvimento das áreas de estacionamento.

### **BREEAM**

O BREEAM , segundo Silva *et. al* (2003), foi o primeiro e mais conhecido dos métodos de avaliação ambiental de edifícios, criado por pesquisadores do BRE com parceria das indústrias em 1990, no Reino Unido. Esse sistema fornece uma avaliação feita por auditoria externa, executada por avaliadores treinados pelo BRE, que elaboram métodos de avaliação e objetivos específicos deste método.

Sua função é incentivar práticas ambientais, tanto no projeto como na execução e na manutenção, valorizando construções que tenham menor impacto ambiental, elaborando novos critérios e normas relacionados à proteção do meio ambiente e a conscientização de projetistas, de usuários, de proprietários e de operadores sobre os benefícios de construções com menor impacto ambiental. (SILVA *et al*, 2003).

A avaliação, de acordo com Addis (2010), é feita através da análise de aproximadamente 70 critérios, e a pontuação é classificada entre excelente, muito bom, bom ou aceitável. Deve-se considerar que cada critério vale um ponto. Alguns pontos no BREEAM destinadas a escritórios (2005) que estão relacionados à reutilização e a reciclagem são:

#### **Reúso da fachada de um prédio**

Mat. 1.1 No mínimo 50% do total da fachada é reutilizado e no mínimo 80% da fachada reutilizada é composta por material reutilizado no próprio local.

#### **Reuso da Estrutura**

Mat. 1.2 Reutilizar pelo menos 80% da estrutura original em um projeto. Quando o projeto é parte reformado e parte novo, a estrutura que será reutilizada deve ser de pelo menos 50% do volume final.

#### **Agregados reciclados**

Mat. 1.6 Uso significativo de pedra ou alvenaria britada ou agregados alternativos.

#### **Madeira sustentável**

Mat. 1.7 Utilização de madeira e de produtos originários da madeira em elementos estruturais ou não estruturais oriundos de fontes responsáveis ou quando é utilizada madeira reutilizada ou reciclada.

### **3.2. PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO**

Atualmente existe a consciência por parte da grande maioria das empresas da necessidade de encontrar alternativas para tratar os insumos produzidos, buscando reduzir o impacto ambiental causado por eles. A reutilização e a reciclagem já são usadas no setor industrial como ferramenta para amenizar o impacto ambiental. No entanto, na construção civil, a preocupação com a recuperação dos materiais tem se iniciado lentamente e novas abordagens começam a ser criadas, como o conceito de Concepção para a Desconstrução (AMOÊDA, 2009 *apud* MATTARAIA e FABRÍCIO, 2011).

O ato de preparar um projeto para desconstrução fará com que os arquitetos comecem a pensar em como o edifício vai ser desmontado desde a etapa

da concepção do projeto. Este processo pode levar a estratégias criativas, que vão além das exigências normativas (WEBSTER *et. al*, 2005). Kibert (2003) argumenta que algumas atitudes podem acelerar a implantação desse processo, como projetar a edificação e seus componentes já pensando no reuso reciclagem ou remodelagem e promover incentivos para o reuso de antigas construções.

Esses sistemas para avaliação ambiental têm como objetivo apontar a necessidade de intervenção em uma edificação, buscando suprir o aumento da exigência do mercado por maior desempenho ambiental e fornecer informações aos projetistas sobre o reuso e reciclagem de materiais e componentes das edificações (MARQUES, 2007).

### 3.2.1. Impacto do reuso e da reciclagem na construção civil

Conforme Levy (1997), por volta de 1860 a Alemanha reciclava blocos de concreto de cimento para fazer outros produtos derivados desses materiais, no entanto, as aplicações se tornaram relevantes no fim da Segunda Guerra Mundial, quando a Europa se deparou com grande parte de seus prédios em ruínas e com a falta de material de construção. De acordo com Vazquez (2001) e Levy (2002), desde essa época os países europeus passaram a pesquisar mais sobre este assunto com o objetivo de obter agregados reciclados de alta qualidade, ou seja, mais duráveis e com maior resistência a compressão.

De acordo com Norby (2007), o século passado foi um período de grandes inovações em materiais de construção, existindo atualmente cerca de 100.000 tipos desses materiais, sendo que a maioria deles não se adapta à reciclagem e ao reuso. O autor afirma que a recente preocupação com os impactos ambientais e econômicos causados pelo descarte desses materiais fez com que vários países elaborassem novas legislações e tomassem outras atitudes para que fossem minimizados esses problemas.

Grande parte dos materiais utilizados na construção civil, segundo Kibert (2003), normalmente possuem seu ciclo de vida muito curto, entre 50 a 100 anos, pois não é exigida qualidade dos materiais utilizados. Todavia, essa situação vem mudando lentamente, pois cerca de 10 países estão começando a reaproveitar as

construções existentes ao invés de demolir. Na Holanda, por exemplo, foram desenvolvidos alguns sistemas de concreto que facilitam a desmontagem e o reuso das edificações. A figura 5 mostra a utilização do *Dutch MXB-5 system*: sistema de construção de concreto reforçado usado na Holanda, em que a edificação pode ser desmontada e montada em outra localização, como é exigido pelas normas do governo.



Figura 5: Utilização do Dutch MXB-5 system. Fonte: KIBERT, 2003.

Conforme Kibert (2003) estão sendo feitos muitos esforços para que vários países utilizem diferentes sistemas de desmontagem na construção civil. Algumas indústrias estão processando componentes da construção para reutilizá-los em novas edificações, e isso pode resultar na utilização dessa prática em larga escala.

Hechler *et. al* (2012) cita alguns benefícios associados ao processo de desconstrução, de acordo com diferentes fatores:

- Social: criação de empregos relacionados à desconstrução, especialização de trabalhadores destinados ao emprego na desconstrução, maior divulgação e esclarecimento do termo sustentabilidade, preservação de valores culturais dentro da população aonde são executados projetos de desconstrução, o aumento da divulgação que favorece a desconstrução pode promover as

comunidades que executam esta divulgação, a desconstrução pode promover materiais de baixo custo para populações de baixa renda e também qualidades estéticas de materiais reusados podem ser utilizadas como identificação da arquitetura da região e da época que esses materiais foram utilizados pela primeira vez.

- Econômico: desenvolvimento de comércio de componentes reusados e produtos sustentáveis e também lucros obtidos através da venda de materiais reciclados.

- Meio ambiente: reduz a quantidade de resíduos destinados ao aterro, minimiza a utilização de fontes primárias, proporciona maiores oportunidades de reciclagem de materiais e reduz os impactos locais causados pela demolição das construções.

- Legislação: a desconstrução contribui para o alcance de algumas metas de legislações criadas por autoridades governamentais que buscam a redução de desperdício na construção civil e a eficiência energética.

- Saúde: com a desconstrução, há menos necessidade de equipamentos e ferramentas utilizados para solucionar os problemas causados por resíduos da construção;

Os principais benefícios do reuso, da reciclagem ou da redução dos materiais da obra, segundo Thormark (2001), são a economia de energia e a diminuição do uso de fontes naturais. Também podemos citar a redução de impacto ambiental local e global e a redução de uso de locais para a extração de materiais e de terrenos para descarte de materiais.

### 3.2.2. Dificuldades para implantação do projeto para desconstrução

Segundo Kibert (2003), existem alguns problemas a serem enfrentados para a implantação do processo de desmontagem: não existem muitas ferramentas disponíveis para a desmontagem, o custo de terrenos para descarte de resíduos da construção é baixo, o processo é longo, os benefícios ambientais e econômicos ainda não foram bem estabelecidos e também as antigas construções e seus componentes não foram preparados para esse processo.

Guy (2000) argumenta que o problema do projeto para desconstrução pode ser determinado através da interpretação de respostas das seguintes questões, como:

1. Que partes da edificação suportam outras partes e que parte se auto-suporta?
2. Aonde alguns serviços especializados (gás, eletricidade, telecomunicações, água, etc.) ocorrem e como eles devem ser instalados?
3. Que parte do prédio mais sofre com as agressões climáticas?
4. Qual é a parte da edificação mais sujeita a mudanças estéticas?
5. Qual é a parte da construção mais sujeita a alterações causadas por fatores funcionais, econômicos, tecnológicos ou de expectativa de vida?
6. Qual é a parte da edificação que possui uma complexa rede de componentes com diversas funções e qual a parte que tem somente uma função e materiais relativamente homogêneos.
7. Qual é a parte da edificação que apresenta maior perigo na fase da desmontagem.
8. Qual é a importância da função de cada elemento de uma construção?
9. Quais são os elementos mais caros da construção, quais os que têm maior probabilidade de serem reusados ou reciclados e qual o fator que mais impacta a eficiência do ciclo de vida do prédio?

Deve ser avaliado também, conforme Zordan (1997), o risco que um material reciclado pode causar a saúde dos trabalhadores de uma indústria de reciclagem e aos usuários, pois esses materiais podem conter elementos perigosos, como metais pesados e compostos orgânicos voláteis e que, com a reciclagem, podem perder a garantia de imobilização.

Por isso, é preciso que a escolha da reciclagem seja bastante criteriosa em relação ao consumo de matéria prima e de energia pelo processo de reciclagem. A reciclagem de RCD pode causar prejuízo ao meio ambiente, dependendo da quantidade de materiais e de energia necessários ao processo (ZORDAN, 1997). A figura 6 à seguir apresenta algumas opções de reciclagem ou reuso no fim do seu ciclo de vida.

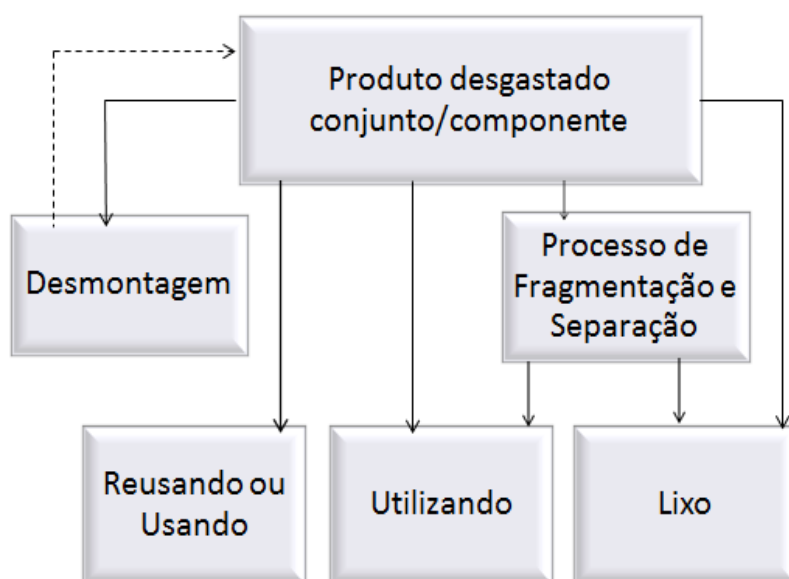


Figura 6: Opções de reciclagem/reuso de um material no fim de seu ciclo de vida. Fonte: KRIWET et. al 1995

Hechler et. al (2012) cita algumas dificuldades para a implantação do processo de desconstrução de acordo com diferentes fatores:

- Educação e Percepção: falta de ferramentas e de informações para realizar a desconstrução, pouca pesquisa e esclarecimento sobre o tema, a valorização de produtos novos é uma atitude frequente aos construtores, projetistas e clientes.

- Projeto para Desconstrução: falta de informações relacionadas ao projeto de desconstrução por parte dos projetistas, não é comum ser considerado o projeto de desconstrução em novas construções pois é muito raro encontrar informações sobre as propriedades necessárias para o reuso dos materiais de construção, falta de informação dos benefícios e das oportunidades oferecidos pelo projeto de desconstrução, a grande maioria dos componentes não foi projetado para ser desconstruídos e a falta de informação sobre os conceitos e utilizações da análise do ciclo de vida (LCA).

Desenvolvimento do mercado: dificuldade para garantir qualidade e quantidade de materiais reusados, alto custo para armazenar e transportar materiais e componentes reciclados e falta de opções para utilização de materiais reusados.

Econômicos: exigência do mercado imobiliário pela rapidez da execução da construção, falta de mão de obra especializada, baixo custo dos terrenos usados para descartes de resíduos da construção civil, baixo custo de novos materiais, implantação do projeto de desconstrução é de alto custo, se o primeiro proprietário de um imóvel não tem a preocupação da desconstrução, dificulta aos próximos proprietários a tomada de medidas relacionadas à desconstrução.

Indústria da construção e demolição: a demolição tem um custo menor do que a desconstrução e há grandes dificuldades de regularizar essa indústria.

Legislação: redução dos RCD nem sempre é prioridade, dificuldade de entendimento relacionado a meio ambiente e responsabilidades exigidos por algumas legislações governamentais.

Questões Técnicas: aumento do uso de tecnologias não reversíveis, como colas químicas e selantes plásticos, alguns novos materiais são subsidiados, criando uma situação injusta com o custo dos materiais reusados, sistemas de construção tornam a reconstrução mais difícil e com um custo maior, falta de documentação em prédios existentes para um plano de desconstrução, projeto para desconstrução em áreas sísmicas são mais complicados e dificuldade em certificar que o material ou o componente reusado seja confiável.

O tipo de resíduo, a utilização do método de reciclagem e a tecnologia empregada podem acarretar riscos ambientais, pois muitas vezes estes resíduos são constituídos por elementos perigosos. A falta de tecnologia adequada para o tratamento RCD, a falta de local para dispô-lo após ser usado e o custo do processo de reciclagem devem também ser estudados para que se faça uma escolha correta do processo de reciclagem a ser executado (ZORDAN, 1997).

### 3.2.3. Escolha do material e do processo de construção na fase da concepção do projeto com vistas à reciclagem e ao reuso

Segundo Addis (2010), é necessário estar atento à redução do impacto ambiental desde a fase da concepção de um projeto para que se possa escolher os materiais e os processos a serem utilizados, tendo em vista a preocupação com o reuso e a reciclagem. Para que isso ocorra com maior facilidade, se deve contar com um manual de projeto de desconstrução para auxiliar aos arquitetos a selecionar os

materiais e os componentes de uma construção, assim como o melhor processo de construção, visando à facilidade da desconstrução.

O projeto para desconstrução busca harmonizar sua execução dentro de uma região, com o objetivo de minimizar o transporte, maximizar a economia local e se adaptar a essas características locais, respeitando a parte histórica e a prática regional da construção civil. Cada região tem características específicas relacionadas à reutilizações, a reciclagens, a energias renováveis e a subprodutos de materiais de construção que podem ser desenvolvidos de acordo com outras indústrias da região (ABDOL & BALACHANDRAN, 2000).

Ainda conforme os autores, todos os materiais utilizados na edificação devem ser sustentáveis, tendo como objetivo manter a flexibilidade do projeto e da sua manutenção para que se possa minimizar o desperdício dos elementos, projetando para a maior diversidade de opções, facilitando assim o reuso dos mesmos. Deve-se buscar reduzir o transporte, permitindo ao edifício ser o mais sustentável possível, com a utilização mínima de novos recursos.

Foi desenvolvido na Universidade de Delft um modelo sequencial denominado Delft Ladder, relativo ao ciclo de vida útil de componentes e materiais, no qual são identificados diferentes estágios de deterioração e de uso desses materiais e componente até o final do seu ciclo de vida. A hierarquia para o gerenciamento de resíduos, segundo Delft Ladder, é:

1. Prevenção - pode-se evitar o desperdício através de um bom planejamento de um sistema de construção que tenha como objetivo a desmontagem, a remontagem e a reciclagem.
2. Reutilização - reformar a edificação e seus componentes, evitando a demolição.
3. Reutilização de componentes - as partes que são removidas de uma determinada construção podem ser melhoradas através da manutenção, recondicionamento ou reformadas e serem reutilizadas em uma nova edificação com a mesma função original.
4. Reutilização de materiais - alguns materiais originados de uma desconstrução podem ser melhorados, reincorporados ou utilizados em novo projeto.
5. Aplicação útil - os componentes ou materiais podem ser utilizados em uma nova situação, podendo ter também especificações de menor desempenho .

6. Imobilização com aplicação útil - um material perigoso pode se tornar inofensivo quando for reutilizado como na fabricação de um novo componente.

7. Imobilização - um material perigoso pode ser transformado em inofensivo antes de ser colocado em um aterro.

8. Incineração com recuperação de energia - é feita a queima de materiais combustíveis gerando energia que será reutilizada.

9. Incineração - queima de material combustível que não fornece energia aproveitável

10. Aterro - destino final de todos os materiais que não possuem alternativa de uso.

Cerca de 50 milhões de toneladas de Resíduo de Construção e Demolição (RCD) estão sendo reutilizados ou reciclados. O restante, 130 milhões de toneladas, são incinerados ou depositados em aterros. A quantidade total de núcleo RCD e reciclagem nos países europeus são refletidas na tabela 1(SYMONDS, 1999).

Tabela 1: Reuso nos países da Europa Fonte: SYMONDS, 1999.

| PAÍS       | RCD – Milhões de tonel. | Reuso ou Reciclagem % |
|------------|-------------------------|-----------------------|
| Alemanha   | 59                      | 17                    |
| UK         | 30                      | 45                    |
| França     | 24                      | 50                    |
| Itália     | 20                      | 9                     |
| Espanha    | 13                      | <5                    |
| Holanda    | 11                      | 90                    |
| Bélgica    | 7                       | 87                    |
| Áustria    | 5                       | 41                    |
| Portugal   | 3                       | <5                    |
| Dinamarca  | 3                       | 81                    |
| Grécia     | 2                       | <5                    |
| Suécia     | 2                       | 21                    |
| Finlândia  | 1                       | 45                    |
| Irlanda    | 1                       | <5                    |
| Luxemburgo | 0                       |                       |
| Total      | 180                     | 28                    |

Marques (2007) argumenta que, para se diminuir os impactos ambientais gerados na etapa de construção, devem ser tomadas algumas atitudes, como a utilização de materiais fornecidos por mais de um fabricante, a consideração da dimensão e peso dos materiais, a utilização de materiais de fácil desmontagem, a padronização dos materiais e a interface bem resolvida entre os materiais, além da preocupação desde a fase do projeto com o descarte final dos materiais e componentes da construção.

A escolha dos materiais tendo como base a preocupação com a sustentabilidade do edifício deve ser feita de forma consciente, levando-se em consideração o desempenho acústico e térmico, o custo, a distância de sua fabricação, a facilidade de operação e a manutenção. (ABDOL& BALACHANDRAN, 2000).

Deve também ser analisada a energia incorporada utilizada na vida útil de um material. A energia incorporada é a energia necessária para a produção ou a manufatura de um produto, o que inclui a energia usada no processo para obter o material, seu transporte e a produção de máquinas e infraestrutura utilizada nessa atividade de produção. É necessário estar atento à energia incorporada gasta durante todo o ciclo de vida de uma construção, que pode variar entre 30% a 50%. A reutilização de materiais pode reduzir bastante a energia gasta para a produção de novos materiais que seriam colocados no lugar dos antigos (CROWTHER, 2000).

Outro fator muito importante, segundo Thormark (2001), é a análise do ciclo de vida dos materiais utilizados, desde a extração do material até o processo final de eliminação do mesmo, verificando-se a energia gasta e as fontes disponíveis dos materiais, os efeitos causados à saúde do homem e os impactos ao meio ambiente. A análise do ciclo de vida dos materiais facilita sua escolha, pois se pode adequar os materiais de acordo com as suas propriedades, como se pode ver na figura 7 a seguir.

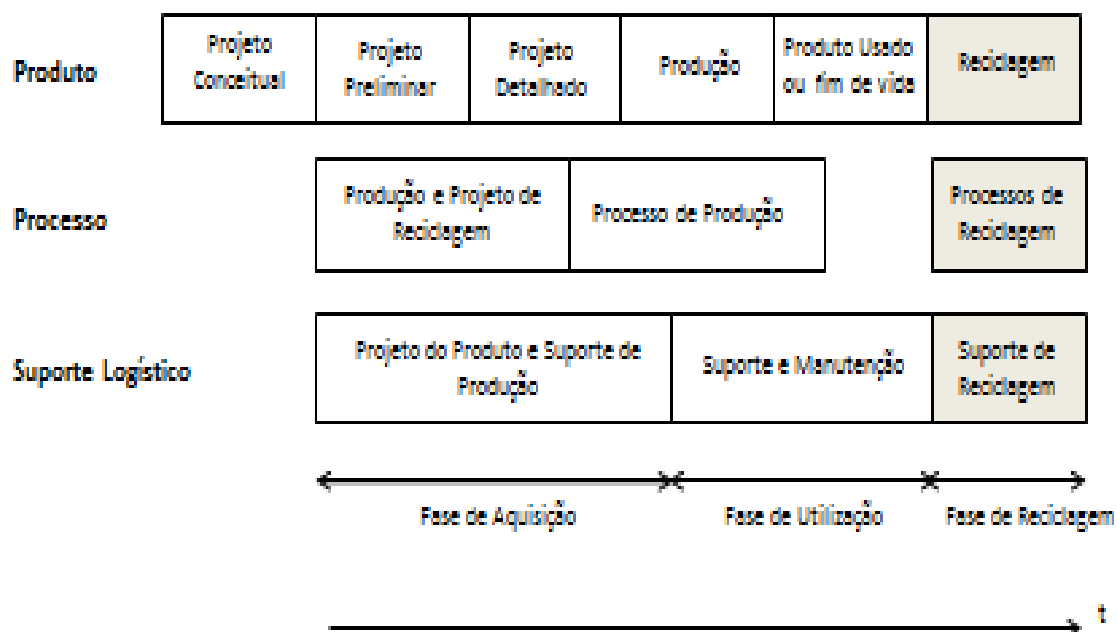


Figura 7: Ciclo de vida de Materiais de Construção. Fonte: KRIWET *et. al* , 1995.

De acordo com Romeiro Filho *et. al* (2010), o ciclo de vida de um produto se caracteriza pelas suas etapas produtivas, desde a extração de matérias primas até a sua deposição final, ou seja, vai do “berço ao túmulo”. A análise do ciclo de vida, conforme o autor, é importante para que se possa avaliar os impactos ambientais causados por esse produto e a definição de novas estratégias que tem como finalidade a redução desses impactos.

O conceito referente ao ciclo de vida de materiais que vai de “berço ao túmulo” tem se atualizado, pois hoje pode-se falar que essa sucessão de etapas que um material passa desde a sua extração como matéria prima vai de “berço ao berço”, ou seja, os materiais tem sido reciclados, manufaturados ou reciclados, e reiniciam o seu ciclo (MCKERTIE *et al.*, 2006 apud ROMEIRO FILHO *et. al*, 2010).

Um exemplo recente de projeto visando a desconstrução, conforme Hechler (2012), é o estacionamento Marignane, em Marseilles, França. O principal objetivo desse projeto foi a preocupação com a desmontagem e o reuso de ao menos uma das partes do estacionamento para ser usada futuramente no aeroporto de Marseilles. Para facilitar o reuso, todas as partes da estrutura foram galvanizada, buscando a maior proteção contra corrosão e aumentando a durabilidade e também

a estrutura de metal foi projetada para ser facilmente desmontável, usando conexões mecânicas, como mostra a figura 8 a seguir.



Figura 8: Estrutura de metal no Estacionamento Marignane, em Marseilles, França. Fonte Hechler, 2012

A ponte para pedestres construída para o pavilhão alemão na Expo 58 que foi reusada em Duisburg, na Dinamarca (HECHLER, 2012), é um bom exemplo de reuso de estruturas, conforme a figura 9 a seguir:



Figura 9: Ponte para o pavilhão na Alemanha (esquerda) e o reuso em Duisburg, na Dinamarca. Fonte Hechler, 2012

O restaurante do pavilhão da República Tcheca também na EXPO 58 (HECHLER, 2012), foi reusado em Praga serve de exemplo para o reuso de construções, como mostra a figura 10. Esta construção foi reformulada em termos de projeto de fachada, instalações de serviço e funcionalidade.



Figura 10: Restaurante do pavilhão da República Tcheca na EXPO 58 foi reusado em Praga. Fonte: Hechler, 2012

O estacionamento Marignane, em Marseilles, a ponte para o Pavilhão na Alemanha e o Restaurante do Pavilhão da República Tcheca na EXPO 58 ilustram bem a importância da escolha do processo e de materiais de construção na concepção do projeto visando à desconstrução.

#### 3.2.4. Elaboração de um projeto para desconstrução

No final do século passado se iniciou uma maior preocupação com a elaboração de manuais de desmontagem para auxiliar arquitetos na concepção do projeto para a escolha de materiais utilizados, buscando facilitar a reciclagem e a reutilização de uma edificação e de seus componentes. Sem a existência de um bom projeto para desconstrução, há uma grande probabilidade de que os componentes que foram destinados à reutilização da construção sejam destruídos desnecessariamente (ABDOL & BALACHANDRAN, 2000).

Ainda conforme os autores, para que um projeto de desconstrução seja bem sucedido, deve-se certificar que os seguintes serviços sejam realizados:

1. Elaborar estratégias para o projeto de desconstrução relativo aos processos e aos materiais construtivos, ou seja, escolher materiais e processos construtivos que favoreçam ao máximo a reutilização.

2. Listagem de todos os componentes.

- Fornecer um inventário de todos os materiais e componentes utilizados no projeto, juntamente com todas as especificações completas e as garantias, incluindo detalhes dos fabricantes.

- Fornecer informações sobre a vida útil dos materiais e dos componentes

- Identificar as melhores opções para a reutilização, a reciclagem e a redução do desperdício da energia para todos os componentes da construção.

3. Fornecer instruções sobre o desmonte de todos os componentes

- Fornecer atualização dos projetos para a identificação de informações que auxiliem a desconstrução da edificação.

- Utilizar informações adicionais, quando necessário, para atualizar o conjunto de desenho, com o objetivo de demonstrar a melhor forma para a remoção dos componentes.

- Informar sobre os equipamentos necessários para desmontar o edifício, os processos sequenciais envolvidos e as implicações para saúde e segurança.

- O projeto de desconstrução deve otimizar a desmontagem ao fim da vida útil da edificação, assegurando as melhores formas de organizar, registrar e armazenar os componentes desmontados.

De acordo com Abdol & Balachandran (2000), as tarefas relativas ao projeto para desconstrução devem ser detalhadas e realizadas com muita precisão em todas as suas fases. Para que isso aconteça, deve ser considerados uma série de fatores, como:

- o líder da equipe deve fornecer um resumo completo sobre o projeto para desconstrução para todos os membros da equipe e promover reuniões coletivas ou consultas individuais em caso de dúvidas ou problemas relacionados ao projeto.

- elaboração de instruções relativas ao cuidado sobre o custo-benefício de implicações do projeto para desconstrução, tanto em termos de custos de construção iniciais como em custos de futuras manutenções.

- projetar de forma que os sistemas de construção tenham uma fácil manutenção ao longo da vida.
- engenheiros estruturais devem assegurar que seus sistemas estruturais sejam fáceis de desmontar e reutilizar.
- outros especialistas devem ser informados e consultados sobre as estratégias do projeto para desconstrução quando necessário.
- estabelecer objetivos de projeto para desconstrução e padrões de referência de materiais para que possam ser otimizados as reutilizações dos componentes.
- avaliar as restrições do local e o orçamento do projeto, com a finalidade de determinar a vida útil da edificação e obter uma avaliação comparativa do projeto para desconstrução.
- é importante que um levantamento preciso seja realizado para identificar as oportunidades existentes do projeto para desconstrução específica para cada projeto.
- garantir que o novo projeto não comprometa a desmontagem do edifício existente
- uma vez que todas as metas do projeto para desconstrução forem alcançadas, os resultados devem ser alimentados em um plano estratégico global para o projeto.
- buscar um equilíbrio entre a estética de uma edificação e o projeto para desconstrução
- consultar os fabricantes se o produto pode ser reutilizado e como o produto pode ter certificado para reutilização
- quando for possível, identificar elementos reutilizáveis de outros edifícios e incorporá-los no novo projeto.
- detalhar o projeto para desconstrução buscando facilitar a verificação dos desenhos, das especificações e dos custos como parte de um processo iterativo de projeto.
- examinar cuidadosamente as especificações padrão para assegurar que o projeto para desconstrução não seja comprometido pela especificação de materiais, acabamentos, articulações de baixa qualidade.

- usar desenho tridimensional para auxiliar a compreensão do processo de projeto para desconstrução.

- detalhar os desenhos relativos aos serviços ao invés de especificar em linhas gerais

- garantir a completa coordenação do projeto para desconstrução

- assegurar que qualquer alteração nos desenhos digitais e na especificação sejam cuidadosamente integrados para que um conjunto atualizado de desenhos digitais esteja disponível para fins de manutenção e desconstrução

- fornecer um sistema operacional completo, tanto digital como manual, de manutenção do edifício, com diário de bordo para manutenção de registros futuros e para ajudar a recuperação rápida de informações.

- garantir que o sistema operacional da edificação contenha uma seção completa sobre o projeto para desconstrução, assim como o plano de desconstrução e desenhos atualizados.

- fornecer um orçamento reserva para as mudanças que possam ocorrer durante uma manutenção futura. A documentação e os desenhos relativos a essas mudanças devem ser devidamente arquivados.

- prever contínuas modificações do projeto para desconstrução durante a vida útil do edifício, contando também com a modernização do edifício.

- informar aos usuários e a equipe de manutenção sobre os aspectos do projeto para desconstrução com a intensão de prevenir escolhas que desabilitem a função do projeto para desconstrução e para a manutenção.

Todos os fatores acima citados colaboram com a elaboração de um projeto de desconstrução funcional, aumentando a possibilidade de reuso e reciclagem dos materiais e componentes de uma edificação.

#### **4. PRINCÍPIOS E MANUAIS INTERNACIONAIS DE PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO.**

De acordo com Norby *et. al* (2007 A), para se criar um bom manual de projeto de desconstrução, é necessário elaborar um sistema de fácil entendimento para que arquitetos e outros usuários possam usa-los sem dificuldade. Esse manual pode funcionar também para a verificação da utilização desses princípios, auxiliando tanto na etapa da concepção de um novo projeto quanto na fase de reutilização desses materiais em um novo projeto.

Esse capítulo apresenta cinco manuais (ou princípios) de projeto para desconstrução existentes em vários países diferentes, como Morgan & Stevenson (2005) na Escócia, Crowther (2000) na Austrália, Guy & Shell (2000), Abdol & Balachandran (2000) e Webster *et. al* (2005), nos Estados Unidos. Todos esses princípios e manuais foram traduzidos e editados pelo autor, ou seja, os manuais foram transcritos exatamente como eles são, sem interpretações, mas com algumas adaptações para fornecer um maior entendimento.

##### **4.1. SEDA - MANUAL DE PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO DA ESCÓCIA (MORGAN& STEVENSON, 2005).**

O Manual SEDA busca enfatizar os benefícios da desconstrução através da redução de custos, de resíduos, de emissão de CO2 e de gastos com transporte, além de auxiliar a economia local, minimizando a poluição e mantendo valores culturais de antigos materiais, diminuindo assim a manufatura de novos materiais. Esse manual busca promover soluções para problemas previstos através do tratamento de resíduos, evitando soluções remediadoras que somente tratam os sintomas, e também procura executar o projeto e o detalhamento para a desconstrução de forma que se transforme em uma atividade cotidiana dentro da indústria da construção.

Ele é principalmente destinado aos arquitetos, engenheiros, profissionais e técnicos envolvidos, agencias governamentais, gerentes de manutenção e clientes dessas construções. A prioridade desse manual é fazer uma construção sem geração de resíduos, preocupando-se com o reuso da edificação e seus

componentes e a reciclagem dos mesmos. O custo para desconstrução deve sempre ser calculado com a base em toda a vida útil de uma construção.

O guia é dividido em seis seções: as primeiras três seções fornecem uma visão geral da eficiência dos recursos, enquanto as seções quatro e cinco descrevem a abordagem e os princípios de desconstrução envolvidos. A última seção prevê uma série de detalhes importantes em termos de desconstrução. Estas três últimas seções serão de interesse principalmente para a equipe de projeto, que deve adaptá-las sempre ao contexto da obra a ser executada.

O primeiro capítulo contém algumas definições, público alvo a ser atingido, instruções de como se usar esse guia e vantagens do projeto para desconstrução. No segundo capítulo é abordado vantagens e desvantagens do reuso e da reciclagem dos materiais na construção civil, assim como seu custo econômico e ambiental e o ponto de vista de cada um de seus beneficiários. Na Escócia existe poucos regulamentos que promovam o projeto para desconstrução e até o momento, não há nenhum código para materiais recuperados, embora haja agora um código para os agregados reciclados de construção.

O terceiro capítulo deste manual aborda a eficiência dos recursos do edifício, citando a importância do conhecimento local, os materiais naturais e reciclados, a energia, a gestão de resíduos, e o regionalismo. O projetista deve saber de onde são provenientes os materiais de construção que serão utilizados e quais os impactos ambientais locais e globais resultantes das decisões tomadas no projeto, como também deve ter conhecimento sobre o local em que ficará a construção, seu meio ambiente, clima e recursos.

O capítulo quatro aborda a importância do projeto para a desconstrução, priorizando a necessidade da elaboração do projeto desde a sua concepção por todos os membros da equipe, garantindo que ele seja executado em toda a sua totalidade e que seja sempre atualizado depois de qualquer modificação. Nesse capítulo é também citada a importância da equipe do projeto para que se consiga uma boa solução, o detalhamento de todas as tarefas com bastante precisão, a elaboração de um bom plano de desmontagem e sua distribuição a todos os interessados.

O projeto deve ser elaborado de acordo com hierarquia natural da minimização dos resíduos, constando de sete itens:

1. Adaptativa- reutilização da edificação existente como um todo.
2. Projeto para a adaptabilidade e longevidade de novos edifícios.
3. Reutilização de componentes de construção / montagens.
4. Reutilização de componentes de construção.
5. Reciclagem de materiais.
6. Recuperação de energia a partir da recuperação de componentes de construção.
7. Aterro sanitário

Existem benefícios econômicos reais e comprovados para se projetar para desconstrução. No entanto, até que sejam adotadas mudanças de atitudes com relação a edifícios e se passe a visualizá-los como um repositório de recursos altamente valiosos ao invés de apenas um contêiner para as funções de sempre, não haverá incentivo para assegurar que o conhecimento sobre o edifício e as mudanças que ele sofre continue a ser coerente durante toda sua vida útil e facilite o uso inteligente dos recursos.

O capítulo cinco cita os princípios básicos do projeto para desconstrução, que são: adaptabilidade, independência entre camadas, fácil acesso aos componentes da construção, encaixe de conexões, durabilidade dos componentes, estruturas resistentes, isolamento e estanqueidade, independência das camadas do edifício, planejamento de instalações (elétrica, hidráulica, e outras), características dos principais materiais de construção e conhecimento imobiliário da região.

#### 1. Adaptabilidade

##### Princípios-chave

- 1.1. Projetar edifícios para serem adaptáveis à diferentes padrões de ocupação na planta.
- 1.2. Assegurar que os edifícios sejam concebidos em camadas, de acordo com a vida útil prevista dos materiais utilizados.
- 1.3. Garantir que todos os componentes possam ser facilmente acessados e removidos para conserto ou substituição.
- 1.4. Permitir que todos os componentes possam ser removidos com facilidade e segurança ou substituídos de forma simples.

1.5. Utilizar apenas componentes duráveis que possam ser reutilizados. Tentar usar componentes monoméricos e evitar o uso de adesivos, resinas e revestimentos que comprometem o potencial para reutilização e reciclagem.

1.6. Prestar atenção especial ao intemperismo local, escolhendo superfícies que permitam essas áreas a serem mantidas ou substituídas separadamente.

1.7. Planejar os serviços e as rotas de serviço para que eles possam ser facilmente identificados, acessados e atualizados ou mantidos conforme a necessidade, sem interrupção de superfícies e outras partes do edifício.

## 2. Independência entre camadas de um edifício.

Cada parte de um edifício executa funções diferentes e têm expectativa de vida diferente. Grande parte dos resíduos resultantes da construção vem de reformas, de atualizações, de desgaste dos componentes ou de intempéries. Estes processos geram resíduos consideráveis e desnecessários porque os componentes não foram realmente gastos ou porque os edifícios são projetados de modo que não apenas o componente em si, mas vários elementos adjacentes devam ser removidos.

Cada camada executa uma função diferente e possui diferentes expectativas de tempo de duração. As camadas que possuem ciclos rápidos de substituição devem se situar mais perto da superfície para facilitar o acesso e a capacidade de serem removidas.

## 3. Facilidade de acesso aos componentes:

A falta de acesso adequado é um dos maiores problemas da desconstrução bem sucedida. O acesso aos componentes para a reparação e remoção pode ser dividido em três maneiras:

3.1. Acesso sequencial: o acesso não será adequado se um componente mais durável está em frente do outro, que exige maior atenção ou necessidade de remoção.

3.2. Acesso físico: isso significa ser capaz de chegar a um componente e removê-lo com segurança. Geralmente, quanto maior o elemento de construção, mais espaço é necessário para a desconstrução e remoção.

3.3. Acesso a meios de fixação: se a fixação de um componente está por trás dele e não está acessível, será necessário muito mais trabalho para removê-lo. Alguns componentes necessitam de uma ferramenta especial para serem desmontados, a qual precisa estar perto e possuir informações adequadas para a remoção da peça.

#### 4. Conexões

Em um projeto, as conexões são, sem dúvida, um dos fatores mais importante para se obter sucesso no projeto para a desconstrução. O tipo de conexão usada entre os elementos de construção vai auxiliar a determinar se a edificação pode ou não ser desconstruída com sucesso

Os tipos de conexões usados se dividem em três categorias:

4.1.conectores diretos - são geralmente interligados ou sobrepostos aos componentes, podendo dificultar a desconstrução devido ao processo de montagem.

4.2.conectores indiretos - são geralmente mais fáceis de desconstruir, porque eles são permutáveis e independentes dos componentes.

4.3.conectores integrados - são conectores colados ou soldados, sendo praticamente impossíveis de desconstruir, a menos que o enchimento seja muito macio, como a argamassa de cal.

Conectores devem ser concebidos para permitir que os componentes sejam independentes e permutáveis. Do mesmo modo, a geometria das bordas dos componentes dirá se os componentes podem ou não ser desmontados. Os melhores meios de fixação são duráveis e ajudam a preservar a integridade estrutural e a separar os elementos durante o processo de desconstrução.

Dois critérios fundamentais para a concepção de conexões que podem ser facilmente desmontadas, mantendo a integridade de todos os elementos são os seguintes:

1. Evitar interpenetração de conectores com componentes
2. Adotar técnicas de disjunção seca

#### 5. Componentes duráveis

Para que se consiga um bom resultado no projeto de desconstrução e para que os resíduos resultantes de construção sejam reduzidos, é importante que

os componentes que possam ser recuperados sem danos sejam duráveis o suficiente para serem reparados ou reutilizados com o mínimo de trabalho e custo.

O projeto de detalhamento da construção que utiliza componentes novos, reusados ou reciclados permite que eles possam ser facilmente reparados ao invés de uma substituição total. Os componentes devem ser projetados para maximizar o número de vezes de reutilização e isto requer uma análise cuidadosa da compatibilidade entre o conector e o componente. Quanto maior a durabilidade dos componentes e seus conectores, mais ele pode ser reutilizado. Técnicas de conexões de encaixe que evitem pressão excessiva sobre qualquer componente fazem com que o material e o seu conector sejam mais bem sucedidos, principalmente se o encaixe for simples.

Sempre que um componente ou acabamento não seja resistente e possua pouca probabilidade de serem reutilizados, é importante que ele possa ser facilmente reciclado. Isto é mais fácil se o componente é de um único material ou se ele possa ser rapidamente separado em materiais individuais.

## 6. Estrutura de um Edifício.

A estrutura de um edifício é concebida para suportar suas atividades cotidianas mais a sua sobrecarga, bem como resistir a forças adversas, tais como o vento, chuva, neve, etc. Uma das características mais importantes de um edifício é permitir o maior número de cenários possíveis para ocupação. Existem algumas maneiras para fazer com que isso seja alcançado, como:

- possuir planta baixa e pé direito tais, que permitam a maior gama possível de usos previstos.
- usar elementos de conexão mecânica, pois essa é a forma de fixação menos prejudicial, minimizando a interpenetração de conectores em componentes.

- reduzir o número de paredes e colunas internas para não comprometer o potencial do edifício a ser usado para diferentes funções no futuro.

- utilizar seções estruturais de grande escala, pois elas oferecem a vantagem de maximizar as possibilidades de reutilização.

- optar por pequenos elementos estruturais padronizados para facilitar a fácil desmontagem.

## 7. Isolamento e estanqueidade.

É importante assegurar que os níveis de isolamento possam ser graduados e sem danos ou perturbações para as formas estruturais do edifício e que a camada que cobre o edifício possa ser restaurada ou substituída sem interrupção do isolamento térmico. A utilização de tinta inibe a reciclagem de alumínio, aço e madeira, sendo preferível a utilização de ceras ou manter a estrutura em estado natural.

Os materiais naturais para isolamento oferecem maior potencial de redução de resíduos, uma vez que são biodegradáveis e representam uma opção de desperdício zero ao longo tempo. A manutenção adequada dos materiais usados no isolamento é vital para se evitar a degradação.

## 8. Revestimento externo da edificação.

O revestimento externo de um edifício tem um grande número de funções a desempenhar, a maioria das quais envolvem a proteção contra os componentes da edificação, embora a estética desempenhe um papel importante.

Estrategicamente, é importante avaliar os danos que podem ser causados por fatores externos nas edificações, como o clima, a temperatura, e outros. Os cantos da superfície de uma construção são particularmente vulneráveis. O revestimento da edificação, em caso de intemperismo, deve ser removido sem danos e interrupções da camada de isolamento e de estrutura sempre que possível.

É comum especificar elementos para o revestimento da construção que combine isolamento com revestimento para aumentar a velocidade de construção, mas isso geralmente não funciona para a desconstrução, pois dessa forma os elementos não podem ser reciclados ou reutilizados facilmente.

Os elementos de revestimento devem ser pequenos para facilitar a substituição manual e a desconstrução. O desgaste pelo uso ocorrido em elementos grandes pode criar o desperdício excessivo, pois todo o elemento deve ser substituído. Desgaste e vazamentos podem ser antecipados com um bom projeto, permitindo a redução de gastos.

## 9. Instalações

As instalações devem ser cuidadosamente planejados para otimizar as oportunidades de desconstrução, uma vez que eles serão inevitavelmente substituídos várias vezes durante toda vida útil de um prédio. Instalações típicas serviços incluem:

- aquecimento, canos de abastecimento, condutores e instalações.
- abastecimento de água quente e fria e instalações de esgoto..
- iluminação de circuitos elétricos e acessórios.
- circuitos elétricos, cabeamento e acessórios.
- refrigeração de ar-condicionado e ventilação mecânica.
- detecção de incêndio e sistemas de prevenção.
- sistemas de segurança e controle
- sistemas de transporte, como elevadores, escadas rolantes.
- sistemas sanitários

Existe uma grande probabilidade de que a durabilidade das instalações acima mencionadas seja maior do que alguns acabamentos internos, portanto, eles devem ser independentes e acessíveis, de forma que não comprometa o revestimento externo e a integridade estrutural do edifício.

O encaminhamento estratégico dessas instalações deve permitir o acesso fácil e alternativo e também ter um mínimo de interpenetração entre as outras camadas. A estratégia mais comum seria fornecer um espaço para serviço em determinadas áreas, com acesso simples a pontos críticos. Desta forma, os serviços ficariam escondidos e a decoração e a limpeza ficariam mais fáceis de serem executados.

O planejamento das instalações deve ser estruturado em conjunto com todos os outros aspectos do projeto. Para a obtenção de um serviço eficiente, é importante fazer planos de execução na fase do projeto e sempre manter os desenhos atualizados. Todas as especificações referentes a essas instalações devem ser projetadas para ser totalmente reversíveis, buscando, assim facilitar o conserto ou a troca de algumas peças, se necessário.

A utilização de estratégias ambientais empregadas como soluções da arquitetura sustentável, tais como massa térmica para o resfriamento e ganho solar que gera aquecimento, assim como paredes adequadas à ventilação, podem reduzir

significativamente a quantidade de instalações necessárias em um edifício e, por sua vez, podem facilitar a desconstrução.

#### 10. Principais materiais de construção:

Os principais materiais de construção que possuem grande possibilidade para a reutilização são: aço, concreto, alvenaria e madeira. A madeira não é tão reutilizado como o aço e a alvenaria e o vidro e o plástico tendem a ter seu potencial de reutilização limitado, mas são mais adequados para a reciclagem.

##### Aço:

Apesar de haver reciclagem intensiva de aço, a reutilização ainda é relativamente incomum, com a maioria dos materiais constituídos de aço sendo desmontados e reciclados, tornando-se inutilizáveis em sua forma original. Não há desenho ou padrões de teste estruturais relativos à reutilização de aço atualmente, e também não há nenhum controle ou restrições para a sua utilização. Se um componente de aço não estiver com suas propriedades físicas alteradas e não mostrar nenhum sinal visível de deformação plástica, ele está apto para reutilização.

##### Cerâmica:

Há uma forte tradição de reuso de pedra, telhas, azulejos e tijolos na construção, movidos pela indústria tradicional, mas surpreendentemente, não existem normas oficiais relativas à reutilização na Escócia. A desmontagem deve ser realizada à mão para maximizar o potencial de reuso das peças. A utilização de cimento Portland na aplicação da alvenaria ao invés da argamassa de cal ocasiona uma grande limitação na reutilização de alvenaria, porque o cimento é muitas vezes mais forte do que o tijolo ou pedra em si, e deve ser evitado sempre que possível.

##### Concreto:

Embora o concreto constitua uma grande proporção de resíduos da construção civil, ele é mais reciclado do que reutilizado. Em teoria, pisos, vigas e colunas pré-moldadas poderiam ser recuperadas, mas estas são muitas vezes concretadas simultaneamente ou envolvem complexas tensões que criam um risco durante a desconstrução. Outro problema relaciona-se com a deterioração natural de concreto devido à carbonatação, bem como a deterioração da armação de aço. O bloco de concreto para pavimentação é um componente que pode ser reutilizado facilmente. Não há projetos ou padrões de testes estruturais para a reutilização de

concreto e a redução de custos em relação aos produtos novos é mínima no momento.

Madeira:

Itens de alto valor, a marcenaria tem desfrutado de uma longa tradição de reutilização em indústria da construção, principalmente no mercado escocês, enquanto a reutilização estrutural da madeira ainda é rara. Alguns elementos em madeiras contêm fixações e para a sua recuperação é necessário um trabalho intensivo para que não se destrua o componente. Uma maneira de contornar isso seria especificar áreas com estruturas de madeira que permitam uma parte significativa livre de madeira a ser reutilizada. A reutilização da madeira não estrutural pode ser simplesmente avaliada de acordo com a durabilidade de tipos e aparência.

#### 11. Risco e questões de segurança

A reutilização de elementos de construção não é inovadora, pois vem acontecendo há séculos, baseada somente na experiência do construtor e do projetista ao invés de seguir padrões estabelecidos. A elaboração de normas claras combinadas com uma inspeção experiente pode ajudar a esclarecer a origem de materiais e componentes, bem como atender o exigido em normas locais. A inspeção visual adicional, testes de determinados materiais ou componentes conhecidos por ter tendência à decomposição podem ser adicionados a esta para promover a minimização do risco. Onde não há normas disponíveis para um material ou componente, é importante contratar os serviços de um especialista. Existe uma necessidade urgente de mais formação nesta área.

Em termos de prática local, o projeto de desconstrução visa minimizar o risco envolvido na desconstrução de edifícios. Empreiteiros de demolição preferem desconstruir edifícios mecanicamente, utilizando equipamentos automatizados que operam com controle remoto, minimizando o risco para o dispositivo. O pré-planejamento é essencial e envolve o projetista, que deve considerar que seu projeto possa ser facilmente desmontado e deve ser assegurado de que isso está escrito no contrato antes da construção.

Documentar todas as atividades durante a vida útil de uma construção, como substituições, manutenções e alterações, é uma ferramenta inestimável para

fins de desconstrução. As informações sobre a demolição ou desconstrução de produtos devem ser sempre atualizadas e transmitidas a todos os profissionais participantes da construção, facilitando o acompanhamento do produto e o conjunto de todo o seu ciclo de vida, minimizando riscos para a saúde e demonstrando a exata natureza de qualquer mudança apresentada a qualquer momento dado.

Para que se faça um projeto de construção de forma mais limpa, deve-se adotar fixação mecânica e acabamentos sobre o uso de articulações químicas, o que irá ajudar a reduzir qualquer tipo de contaminação dos produtos e materiais, que é um dos principais riscos percebidos em recuperação.

## 12. Projeto de desconstrução para edifícios antigos.

Ao projetar para edifícios já existentes, a primeira atitude deve ser a realização de uma auditoria detalhada e a avaliação do atual potencial do edifício para a desconstrução. Os edifícios mais antigos são muitas vezes mais "reutilizáveis" do que pensamos, com uma quantidade significativa de componentes duráveis e de alta qualidade, podendo ser identificados em uma auditoria de recuperação para a reutilização, a recuperação ou a reciclagem. É importante considerar a quantidade de energia incorporada interligada a cada opção de eliminação e decidir que opção preserva a maior quantidade de recursos e de energia. O valor histórico de qualquer componente também deve ser considerado quando se avalia as opções existentes.

O projeto reversível pode ajudar a preservar a inerente flexibilidade e adaptabilidade que existe em muitos edifícios construídos antes da segunda guerra mundial. Edifícios do século dezenove muitas vezes utilizam argamassa de cal para alvenaria, facilitando a remoção de alguns elementos. Edifícios construídos no final do século vinte tendem a usar argamassas mais fortes e fixação de várias técnicas diferentes, tornando a desconstrução mais difícil.

Facilitar a desconstrução nas intervenções de novos projetos em edifícios mais antigos é um dos benefícios do projeto reversível. Quando forem projetadas alterações nos edifícios antigos, o projetista deve se esforçar para preservar qualquer construção existente, garantindo que os acréscimos executados na construção sejam camadas de fácil remoção. A fixação direta em alvenaria deve ser

evitada e o ponto de articulação da argamassa usada deve preservar os componentes existentes. (OXLEY, 2002).

Há certos riscos adicionais envolvidos quando existe alteração ao construir. Embora seja possível projetar de acordo com as normas locais, nem sempre é fácil de verificar a proveniência ou a integridade de estruturas existentes, montagens e componentes. O projeto "reversível" pode amenizar estes problemas, garantindo que qualquer nova intervenção opere independentemente do edifício existente, sempre que possível.

### 13. Detalhamento do Projeto.

É importante enfatizar a abrangência e finalidade de detalhamentos e especificações. Eles são incluídos apenas para mostrar o tipo de alterações que podem ser feitas, de modo a permitir edifícios a serem reparados, alterados e desmontados sem dano indevido a elementos adjacentes ou aos próprios elementos, para dar o máximo de reutilização quanto possível e para aumentar a facilidade e eficiência de custo de reutilização e de reciclagem na construção civil em geral.

## 4.2. PRINCÍPIOS DE DESCONSTRUÇÃO (GUY, 2000)

Guy (2000) identificou dez princípios, que são complementares ao projeto para desconstrução e a construtibilidade.

1. Projetar para pré-montagem, pré-fabricação e construção modular.
2. Simplificar e padronizar os detalhes da conexão.
3. Simplificar e separar sistemas de construção.
4. Considerar a segurança do trabalhador durante a desconstrução e a construção
5. Reduzir tipos de componentes e de materiais de construção
6. Selecionar acessórios, fixadores, adesivos e selantes que permitam a rápida desmontagem e que facilitem a remoção de materiais reutilizáveis.
7. Projetar visando facilitar a desconstrução.
8. Reduzir a complexidade da construção.
9. Projetar visando materiais reutilizáveis
10. Projetar visando flexibilidade e adaptabilidade

1. Projeto para pré-montagem, pré-fabricação e construção modular. Unidades pré-fabricadas, como paredes pré-moldadas de concreto e painéis de piso são benéficas durante a desconstrução, contanto que as unidades possam ser desmontadas da estrutura em grandes seções e transportadas, reduzindo assim o cronograma de desconstrução. Unidades facilmente empilháveis (sistemas de revestimento, cortina de vidro, vigas de aço, etc) podem reduzir os custos de transporte (FLETCHER *et al.*, 2000). Os principais benefícios de custo e construtibilidade a partir desta técnica incluem a redução de tempo e de custo da construção, assim como o aumento da qualidade da construção. Princípios para desconstrução podem incluir sistemas de parede, complexos conjuntos mecânicos, elétricos e hidráulicos, painéis pré-moldados, sistemas de pisos e sistemas estruturais.
2. Simplificar e padronizar o desenho de conectores. Ligações estruturais simples e padronizadas podem melhorar o processo de montagem e desconstrução. Conexões modulares são simples, como a fixação de um parafuso, resultando em um processo de construção simplificada e contribuindo para uma programação mais curta de construção. Atenção aos detalhes de conexão é fundamental para a reutilização futura de elementos estruturais. Conexões complexas e peculiares aumentam o tempo de instalação e complicam o processo de desconstrução. Um menor número de tipos e tamanhos de conectores irá reduzir a necessidade de várias ferramentas durante a desconstrução (GUY, 2000). Ligações simples e padronizadas que facilitam a recuperação e a desmontagem completa de materiais reutilizáveis são necessárias para fechar o ciclo de reutilização de materiais.
3. Simplificar e separar sistemas de construção. Separar os sistemas de distribuição (dutos, fios, cabos de comunicação, etc) em paredes não estruturais auxilia a demolição selectiva destes componentes. A consolidação de pontos de serviço de encanamento reduz os pontos de entrelaçamento e reduz o comprimento de trechos de tubulação (GUY, 2000). Projetos mais simplificados podem reduzir os componentes de

grandes dimensões, evitar transições desnecessárias e/ou criar diferentes zonas específicas para cada sistema de distribuição, facilitando a separação durante a desconstrução. A simplificação de sistemas de construção tem um custo inicial maior, mas trazem grandes benefícios para a construtibilidade.

4. Considerar a segurança do trabalhador durante a desconstrução e a construção. Deve-se projetar para reduzir ou eliminar os riscos de segurança e à utilização de materiais potencialmente perigosos. Eliminar ou alterar os elementos de projeto que requerem construção ou desconstrução potencialmente perigosa. Estratégias específicas podem incluir pontos seguros para a conexão de máquinas, acessórios externos em torno de fachada para anexar andaimes (GUY 2000), redução da quantidade de trabalho aéreo, e projetar sempre visando à redução de peso o fácil manuseio (CII 1996).
5. Reduzir tipos de componentes e de materiais de construção. Projetar para utilizar uma quantidade mínima de materiais de construção e de equipamentos necessários. Estratégias específicas incluem: os engenheiros devem averiguar o projeto para garantir que os equipamentos e os componentes sejam otimizados; as paredes divisórias interiores devem ser reduzidas e fornecer adaptabilidade no futuro, usar elementos estruturais como materiais acabados e reduzir o número e o tamanho dos componentes de construção.
6. Selecionar acessórios, fixadores, adesivos e selantes que permitam a rápida desmontagem e facilitem a remoção de materiais reutilizáveis. A reutilização de materiais e componentes de construção dependente das ligações com outros componentes. Materiais fixados por selantes e adesivos químicos requerem uma atenção especial durante a desconstrução, aumentando o tempo e o custo necessários para a desmontagem dos materiais. Fixadores mecânicos e adesivos de fácil desmontagem permitem recuperação de materiais de forma rápida e limpa, melhor reutilização, redução de toxicidade e em alguns casos, redução dos custos de construção iniciais.

7. Projetar visando facilitar a desconstrução. O acesso ao local e o processo de remoção dos resíduos são direcionadores de custos durante a desconstrução. Pequenas alterações de projetos, tais como a instalação do poço de elevador pode melhorar a eficiência de remoção de resíduos. Considerar a logística da desconstrução desde a concepção do projeto pode levar a soluções interessantes e criativas para a redução de custo e maior eficiência dos projetos.
8. Reduzir a complexidade da construção. Edifícios com elementos estruturais complexos tais como vigas protendidas, são mais difíceis de desconstruir (Fletcher, 2000). Já é conhecido que a redução da complexidade vai reduzir os custos iniciais e os custos da construtibilidade, simplificando o processo de desconstrução, mas isso raramente acontece. Os requisitos de desempenho do sistema de construção devem permitir o máximo de flexibilidade para a concepção e a construção, com o objetivo de reduzir a complexidade e de simplificar o projeto para atender às exigências do proprietário (Pulaski *et. al*, 2003).
9. Projetar visando materiais reutilizáveis. Deve ser selecionar materiais que resistam bem ao tempo e que possam servir para a adaptação de um uso futuro. Os materiais compostos, interligados por meio de solda ou cola, tornam o processo de desconstrução mais difícil (FLETCHER, 2000). Outros materiais, como acabamentos em madeira, pisos de madeira e componentes em aço, tijolos, blocos e telhas podem ser diretamente reutilizados, recondicionados ou reciclados facilmente, aumentando a vida útil dos materiais e reduzindo o impacto ao meio ambiente. Por exemplo, aço reciclado gasta 75% menos energia para produzir do que o aço virgem. Ao adaptar o desenho para permitir que as peças de aço sejam reutilizadas ou recicladas, a energia gasta na produção da peça original é guardada para um material que pode ser reciclado muitas vezes. Produtos reutilizados podem possuir um custo menor do que novos materiais, mas se deve ter cuidado ao especificar se o produto é usado ou recuperado, garantindo que eles estejam disponíveis no mercado de construção local. A inclusão de materiais reutilizáveis na

construção também promove o uso do projeto para a desconstrução, apoiando os benefícios do projeto para outros princípios de construção.

10. Projetar visando flexibilidade e adaptabilidade Deve-se projetar para acomodar futuras renovações e prolongar a vida útil dos edifícios, evitando a desconstrução. O uso de escritórios de espaço aberto com sistemas de painéis modulares para parede aumenta a flexibilidade e adaptabilidade dos espaços de escritório e permitem a facilidade de reconfiguração. Enquanto alguns fatores que originam plantas baixas mais flexíveis podem aumentar os custos em um primeiro momento, outros, tais como *layouts* mais abertos e redução de divisórias internas podem ajudar a melhorar a construtibilidade e reduzir custos.

#### 4.3. PRINCÍPIOS DE DESCONSTRUÇÃO (CROWTHER, 2000)

##### Princípios de desmontagem

1. Minimizar o número de diferentes tipos de componentes, o que simplifica o processo de triagem no local e torna o potencial para reprocessar mais atraente, devido às maiores quantidades do mesmo componente ou itens semelhantes (ADAMS 1989, CHEN 1994 e HON 1988 apud CROWTHER, 2000).
2. Utilizar um sistema de construção aberta, onde as partes de um edifício são mais livremente intercambiáveis e menos específicos a uma aplicação, o que irá permitir alterações no *layout* do edifício através da mudança de componente sem alteração significativa (CIRIA 1983 e HON 1988 apud CROWTHER, 2000).
3. Uso de projeto modular, como componentes de uso e subconjuntos pré-montados que são compatíveis com outros sistemas, tanto dimensional quanto funcionalmente. (ADAMS 1989, CHEN 1994, CIRIA 1983, HON 1988 e ILLINGWORTH 1993 apud CROWTHER, 2000).
4. Utilizar tecnologias de montagem que são compatíveis com a prática de construção. Tecnologias mais complexas vão originar desmontagens mais difíceis de executar e podem exigir trabalho especializado e

equipamentos que tornam a opção de reutilização mais difícil. (ADAMS 1989, CIRIA 1983, MILLER, 1990 apud CROWTHER, 2000).

5. Proporcionar acesso a todas as partes do edifício e a todos os componentes. A facilidade de acesso irá permitir um melhor aproveitamento na desmontagem e a maior recuperação dos componentes de uma construção sem que haja necessidade do uso de equipamentos especializados (ADAMS 1989, HON 1988 apud CROWTHER, 2000).
6. Os componentes de uma edificação devem ser dimensionados para se adequar às formas de manuseio específicas, permitindo várias opções de tratamento em todas as fases de montagem, desmontagem, transporte, reprocessamento e remontagem (ADAMS, 1989 apud CROWTHER, 2000).
7. Fornecer um meio de manipular os componentes durante a desmontagem. O manuseio durante a desmontagem pode exigir pontos de ligação para equipamento de elevação ou dispositivos temporários que o suportem (ADAMS 1989, ILLINGWORTH 1993 apud CROWTHER, 2000).
8. Fornecer tolerâncias realistas para permitir o movimento durante desmontagem. O processo de desmontagem pode exigir maior tolerância do que o processo de fabricação ou de montagem inicial (ADAMS, 1989, CIRIA, 1983, HON, 1988, ILLINGWORTH, 1993, MILLER 1990 apud CROWTHER, 2000).
9. Projetar juntas e conectores para suportar o uso repetido, minimizando os danos e deformação dos componentes e materiais durante a montagem repetida e os procedimentos de desmontagem (CIRIA, 1983 apud CROWTHER, 2000).
10. Permitir a desmontagem paralela ao invés de desmontagem sequencial, de modo que os componentes possam ser removidos sem interferir em outros componentes. Quando isso não for possível, se devem colocar as partes mais reutilizáveis do edifício em locais com maior acessibilidade, permitindo a recuperação máxima dos componentes e materiais que são

mais susceptíveis de serem reutilizados (CIRIA 1983, MILLER 1990 apud CROWTHER, 2000).

11. Usar um sistema de produção em massa para reduzir o trabalho local e permitir maior controle sobre a qualidade e a conformidade do componente (CIRIA, 1983, HON, 1988 apud CROWTHER, 2000).
12. Fornecer peças de reposição no local e espaço para armazenamento dessas peças, especialmente para as que forem fora do padrão, tanto para substituir componentes quebrados ou danificados quanto para facilitar pequenas alterações do projeto de construção (CIRIA, 1983 apud CROWTHER, 2000).
13. Manter todas as informações sobre o processo de fabricação, de construção e de montagem. Essas medidas deverão ser tomadas para garantir a preservação da informação, a informação sobre o processo de desmontagem do material, a expectativa de vida útil dos componentes e os requisitos de manutenção (ADAMS 1989, CIRIA 1983 apud CROWTHER, 2000).

#### 4.4. PRINCÍPIOS DE DESCONSTRUÇÃO (ABDOL & BALACHANDRAN, 2000)

Todo projeto de construção é único, mas pode haver estratégias universais que sempre se aplicam. Estas orientações são apresentadas como um ponto de partida para se pensar sobre o projeto para a desconstrução.

1. Minimizar o número de diferentes tipos de materiais. Quanto maior a homogeneidade existente entre a estrutura dos materiais, mais simples será para separar os materiais no local e reduzirá também o transporte desses materiais para as novas edificações em que esse será reutilizado.
2. Projetar para a utilização de materiais produzidos na região, facilitando, assim, a reutilização. O projetista deve se esforçar para uma utilização otimizada do espaço interior através de um projeto que busque que os recursos a serem utilizados na construção e na operação do edifício sejam o mais reduzido possível.

3. Fazer um projeto que evite o contato com o solo e suas impurezas para não danificar a estrutura.
4. Materiais perigosos ou tóxicos devem ser evitados. Isto irá reduzir o potencial de contaminação de materiais que irão para a reciclagem e também os riscos à saúde humana durante a desmontagem.
5. Os componentes mais complexos devem ser feitos do mesmo material, fazendo com que uma grande quantidade de material não sofra interferência de outros materiais que não possam ser separados.
6. Os pregos e parafusos têm utilizações adequadas de acordo com o tipo de ligação e de tamanho dos componentes. Devem ser fornecidas a identificação dos tipos de materiais de forma contínua.
7. É essencial que todas as informações sobre a fabricação da construção e do processo de montagem sejam atualizadas. Medidas devem ser tomadas a fim de garantir a preservação das informações, tais como as constantes atualizações dos desenhos, informações sobre o processo de desmontagem, material e expectativa de vida útil dos componentes e requisitos de manutenção.
8. Criação de um plano de desconstrução paralelo ao plano de construção e a rotulagem de componentes com os seus materiais constituintes. Deve-se indicar o tipo de material, fornecendo instruções que irão auxiliar na desconstrução para a disposição de materiais. Um plano de desconstrução inicial permite o planejamento dos processos de programação, de gestão e de segurança do processo de desconstrução.
9. Fornecer tolerâncias realistas para permitir o movimento durante a desmontagem. A manipulação durante a desmontagem pode exigir tolerâncias maiores do que o processo de fabricação ou da montagem inicial.
10. Utilizar uma hierarquia de desmontagem relacionada com o tempo de vida esperado dos componentes. Componentes com vida mais curta devem ser facilmente acessíveis e fáceis de serem desmontados, enquanto que os componentes com maior expectativa de vida podem ser menos acessíveis.

#### 4.5. PRINCÍPIOS DE DESCONSTRUÇÃO (WEBSTER et al, 2005)

Princípios que são complementares ao projeto de desconstrução:

1. Transparência. Os sistemas construtivos devem ser visíveis e fáceis de identificar.
2. Regularidade. Sistemas construtivos e materiais devem ser semelhantes em todo o edifício e dispostos em padrões regulares.
3. Simplicidade. Os sistemas construtivos e as interconexões devem ser simples de entender, com um número limitado de diferentes tipos de materiais e tamanhos de componentes.
4. Número limitado de componentes. É mais fácil de desmontar estruturas que são compostas de um número menor de componentes e de maior dimensão. Componentes maiores tendem a resistir mais a danos durante o processo de desconstrução e podem ser removidos mais rapidamente.
5. Materiais de fácil desmontagem. Os fixadores mecânicos são mais aconselháveis do que os adesivos. Os materiais compostos não são indicados, a menos que o conjunto composto seja fácil de ser reutilizado como o conjunto.
6. Projetar plantas simples e regulares, com tamanhos semelhantes. Deve haver semelhantes tipos de componentes e conexões em todo o prédio.
7. Sistemas de camada construtivas independentes. Quando os sistemas mecânicos e os componentes de uma fachada são misturados com a estrutura, torna-se difícil de ser substituído durante e no fim da vida útil da construção.
8. Formas e conexões padronizadas; reduzir o número de diferentes tamanhos dos componentes.
9. Dar preferencia a encaixes mecânicos, como parafusos removíveis e evitar adesivos. Os melhores tipos de conexões são de fricção, pois é mais fácil determinar a estabilidade durante a desmontagem com a conexão feita com conectores mecânicos do que com conexões químicas.

10. Projetar dando prioridade a componentes maiores, embora estes sejam mais difíceis de manusear sem equipamentos de grande porte.
11. Evitar o uso de vários tipos diferentes de sistemas estruturais.
12. Usar materiais recuperados, sempre que for possível.
13. Evitar sistemas compostos, a menos que este possa ser reutilizado.
14. Escolher materiais com potencial de reutilização baseada na prática. Mais opções de reutilização podem estar disponíveis no futuro, mas a gama de opções futuras provavelmente vai incluir os materiais que são reutilizáveis hoje.
15. Considerar o manuseio e segurança. Pensar sempre em como a estrutura será desmontada.
16. Fornecer pontos de segurança que auxiliem a desmontagem sempre que possível. Fornecer áreas onde os trabalhadores que executem a desconstrução possam trabalhar com segurança.
17. Os materiais e componentes utilizados devem ser fáceis de ser identificados através de etiquetas. As etiquetas devem incluir informações para simplificar a reutilização. Por exemplo, a o rótulo pode incluir a data, a classe, a resistência do material, e qualquer manipulação especial.
18. Manter os desenhos originais e sempre atualizar os desenhos após qualquer modificação. (*asbuilt*)
19. Projetar usando materiais duráveis e não tóxicos.

## 5. PROPOSTAS DE DIRETRIZES DE PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO

Nesse capítulo serão analisados os princípios e manuais dos projetos de desconstrução citados no capítulo anterior e também os projetos arquitetônicos brasileiros das revistas Projeto Design e Arquitetura e Urbanismo referentes ao ano de 2012, sob a ótica desses princípios de projeto .

### 5.1. ANÁLISE DOS PRINCÍPIOS E MANUAIS DOS PROJETOS DE DESCONSTRUÇÃO

Foi feito o mapeamento dos manuais e princípios de projeto para desconstrução, com a finalidade de identificar suas interfaces e possibilitar o estabelecimento de diretrizes para a elaboração de princípios de projeto para a desconstrução. Esses manuais ou princípios foram divididos em cinco pontos principais, como projeto, materiais, componentes, conexões entre componentes e segurança.

#### 5.1.1. Projeto

- Simplificação dos sistemas de construção:

De acordo com Guy (2000), a simplificação do projeto normalmente reduz o uso de grandes componentes e cria áreas específicas para sistemas de distribuição (fios, dutos, cabos, etc). Apesar de ter um custo inicial mais alto, a simplificação do sistema de construção trás benefícios durante a utilização e a desconstrução do edifício. A tecnologia de construção mais complexa, conforme Crowther (2000), torna a desmontagem mais difícil, exigindo a presença de mão de obra e equipamentos especializados. Os sistemas de construção devem ser simples e com o menor número de componentes e materiais possíveis para facilitar o processo de desconstrução (WEBSTER *et al*, 2005).

- Flexibilidade e Adaptabilidade

Segundo Morgan&Stevenson(2005), deve-se projetar buscando a adaptabilidade das edificações a diferentes ocupações e, para que isso aconteça, o projeto deve ter o mínimo de paredes e colunas e optar por estruturas de grande escala. Para Guy (2000), é necessário que se prolongue ao máximo a vida útil dos edifícios, mesmo que isso represente em um primeiro momento, um aumento do custo da construção. A utilização de um sistema construtivo aberto, de acordo com Crowther (2000) facilita as alterações do *layout* de um edifício, causando menos custo, se fosse comparada ao sistema construtivo tradicional.

- Padronização

Unidades pré fabricadas que possam ser desmontadas em grandes seções e transportadas com facilidade reduzem o tempo e o custo da construção, além de aumentar a sua qualidade (GUY, 2000). Conforme Crowther (2000), o uso de projeto modular é compatível funcionalmente e dimensionalmente com outros sistemas que otimizam a desconstrução. Webster (2005) também cita a importância da padronização dos componentes no processo de desconstrução.

- Respeitar a Hierarquia de ciclo de vida dos componentes

Segundo Morgan&Stevenson (2005) e Abdol&Balachandran (2000), cada camada de uma construção possui uma função e um ciclo de vida diferente, e as camadas que possuem ciclos menores de vida devem ficar mais acessíveis para facilitar o conserto ou a remoção. Os sistemas de camadas construtivas devem ser independentes para facilitar a substituição de componentes durante e no fim da vida útil da construção (WEBSTER *et. al*, 2005).

- Documentar e atualizar os projetos.

Documentar substituições, alterações e manutenções ocorridas durante a vida útil de uma edificação, assim como atualizar e informar a todos os profissionais que participam de uma construção sobre as propriedades dos materiais, auxiliam na desconstrução (MORGAN&STEVENSON, 2005). Para Abdol&Balachandran, é essencial a atualização de informações sobre os processos de construção, assim como a identificação de materiais e componentes.

É necessário manter todas as informações sobre o processo de fabricação, construção e montagem acessíveis e atualizadas durante a execução de uma edificação para que se possa garantir informações úteis para os processos de manutenção, de desmontagem e a expectativa de vida útil dos componentes (ADANS,1989, CIRIA, 1983 apud CROWTHER, 2000).

De acordo com Webster et al, deve-se etiquetar materiais e componentes utilizados, de forma que fiquem de fácil acesso e contenha suas propriedades. (resistencia, classe, data de fabricação, ets.), e também manter os desenhos originais e desenhos atualizados(as built).

- Facilidade de acesso aos componentes

Segundo Morgan&Stevenson (2005), a acessibilidade é muito importante para o sucesso de uma desconstrução. A facilidade de acesso, conforme Crowther (2000), aumenta o aproveitamento da desmontagem e a recuperação de componentes, sem precisar utilizar equipamentos especializados. Os componentes com menor ciclo de vida devem ficar mais acessíveis para conserto, retirada ou desmontagem (ABDOL&BALACHANDRAN,2000).

- Estratégias Ambientais

Segundo Morgan&Stevenson (2005), o uso de estratégias ambientais como a energia solar e o uso de paredes adequadas a ventilação podem reduzir a quantidade de instalações e, com isso, facilitar a desconstrução.

- Projeto para facilitar a desconstrução

O projeto de desconstrução deve ser elaborado junto com o projeto arquitetônico (ABDOL&BALACHANDRAN, 2000.)

### 5.1.2. Materiais

- Projetar visando materiais reutilizáveis.

Os materiais selecionados para serem utilizados durante a construção devem ser duráveis para poderem ser reutilizado em uma futura edificação, ou

produtos reutilizados, que provavelmente possuem um custo menor (GUY,2000). Conforme Webster *et. al*, deve-se priorizar a utilização de materiais recuperados e e escolher materiais com boa capacidade e reutilização. A madeira, o aço, a alvenaria e o concreto, segundo Morgan&Stevenson (2005), são os materiais que possuem maior possibilidade de reutilização, já o vidro e o plástico são mais adequados para a reciclagem.

#### -Redução de tipos de materiais

Conforme Guy (2000), deve-se projetar buscando minimizar os tipos de materiais de construção. O aumento da homogeneidade existente entre os materiais viabiliza a separação entre eles também reduz o transporte desses materiais para a obra em que ele ser reutilizado. (ABDOL&BALACHANDRAN, 2000). Os materiais, segundo Webster *et. al* (2005), devem ser colocados em padrões regulares e também ser semelhantes em todo o edifício.

#### 5.1.3. Componentes

##### - Redução de tipos e de tamanho dos componentes

Segundo Guy (2000), deve-se reduzir os tipos e o tamanho dos componentes, facilitando o processo de trigem, de reciclagem e de reuso (CROWTHER, 2000). Um menor número de componentes facilita a desmontagem de estruturas e componentes maiores, são mais rápidos de serem removidos e resistem mais ao processo de demolição (WEBSTER *et. al*, 2005).

##### -Durabilidade

Os componentes devem ser duráveis para que se consiga um bom resultado na desconstrução, com o mínimo de trabalho e custo (MORGAN& STEVENSON, 2005).

##### -Fácil Manuseio

Sempre se deve projetar buscando a redução do peso dos componentes e seu fácil manuseio (CII, 1996 apud GUY, 2000). Segundo Crowther (2000), deve ser fornecido meios para os componentes serem manuseados durante a desmontagem. A importância do manuseio de materiais também é citada por Webster *et. al* (2005).

#### 5.1.4. Conexões entre componentes

##### - Tipos de Conexões

De acordo com Morgan&Stevenson(2005), um dos fatores mais importantes para um bom projeto de desconstrução são os tipos de conexões concebidas, sendo essas utilizadas com o objetivo de permitir que os componentes sejam independentes e permutáveis. O desenho dos conectores deve ser padronizado (GUY, 2000, e WEBSTER *et. al*, 2005).

Conforme Guy (2000), os conectores devem permitir uma rápida desmontagem e uma fácil remoção dos componentes reutilizáveis, sendo considerado as melhores opções os fixadores mecânicos e os adesivos. Se deve projetar juntas e conectores que suportem o uso repetido, reduzindo assim, os danos de deformação dos componentes no processo de desmontagem(CIRIA,1983 apud CROWTHER, 2000).

#### 5.1.5. Segurança

Alguns projetistas não usam materiais e componentes reutilizados ou reciclados por não terem informações suficientes relacionadas às suas propriedades e aos riscos que esses elementos podem oferecer, pois existem poucas normas e pesquisas relacionadas a esse assunto (MORGAN& STEVENSON, 2005).

Ao se projetar, segundo Guy (2000) Webster *et. al* (2005), Abdol& Balachandran (2000), deve-se eliminar ou reduzir a utilização de materiais tóxicos e perigosos e também os riscos de segurança ao usuário e ao trabalhador. Deve-se fornecer, sempre que possível áreas próprias para os trabalhadores

executarem o processo de desconstrução com segurança (WEBSTER *et. al*, 2005).

A tabela 2 a seguir tem como objetivo esclarecer e identificar os princípios dos manuais de projeto para desconstrução, auxiliando na elaboração das diretrizes para a confecção de princípios de projeto para a desconstrução conforme a realidade da construção civil brasileira.

Tabela 2: Tabela comparativa entre manuais e princípios de projeto para desconstrução

| AUTORES                                                | ABDOL&<br>BALACHANDRAN | CROWTHER | GUY | MORGAN&<br>STEVENSON | WEBSTER<br><i>et al</i> |
|--------------------------------------------------------|------------------------|----------|-----|----------------------|-------------------------|
| <b>PROJETO</b>                                         |                        |          |     |                      |                         |
| Flexibilidade / adaptabilidade                         | X                      | X        | X   |                      |                         |
| Padronização                                           |                        | X        | X   |                      | X                       |
| Simplificar a construção                               |                        | X        | X   |                      | X                       |
| Respeitar a hierarquia dos componentes (ciclo de vida) | X                      |          |     | X                    | X                       |
| Facilitar acesso componentes                           | X                      | X        |     | X                    |                         |
| Documentar e atualizar projeto                         | X                      | X        |     | X                    |                         |
| Estratégias Ambientais                                 |                        |          |     | X                    |                         |
| <b>MATERIAIS</b>                                       |                        |          |     |                      |                         |
| Materiais fáceis de reutilizar                         |                        |          | X   | X                    | X                       |
| Redução de tipos de materiais                          | X                      |          | X   |                      | X                       |
| <b>COMPONENTES</b>                                     |                        |          |     |                      |                         |
| Redução dos tipos                                      |                        | X        | X   |                      | X                       |
| Durabilidade                                           |                        |          |     | X                    |                         |
| Fácil manuseio                                         |                        | X        | X   |                      | X                       |
| <b>CONEXÕES ENTRE COMPONENTES</b>                      |                        |          |     |                      |                         |
| União mecânica                                         |                        | X        | X   | X                    | X                       |
| Padronização                                           |                        |          | X   |                      | X                       |
| <b>SEGURANÇA</b>                                       |                        |          |     |                      |                         |
| Material                                               | X                      |          |     | X                    | X                       |
| Trabalhador e usuário                                  |                        |          | X   | X                    | X                       |

## 5.2. ANÁLISE DOS PROJETOS ARQUITETÔNICOS BRASILEIROS CONFORME REVISTAS DE PROJETO DESIGN e ARQUITETURA E URBANISMO

São analisados projetos arquitetônicos brasileiros publicados no ano de 2012 das revistas Projeto Design e Arquitetura e Urbanismo, sob a ótica dos



A tabela anterior (Tabela 3) informa o número de projetos arquitetônicos de cada volume da revista Projeto&design do ano de 2012, que utilizou os princípios de projeto para desconstrução, definidos conforme a tabela comparativa entre manuais e princípios de projeto para desconstrução (Tabela 2).

Neste trabalho foram encontrados 36 projetos arquitetônicos que cumprem os requisitos já mencionados nas revistas Projeto & Design no ano de 2012. De acordo com o resultado da pesquisa feito com essas revistas, nota-se que os arquitetos brasileiros têm se preocupado mais com a flexibilidade do *layout* da planta baixa (13 projetos ou 36% dos projetos pesquisados), com a padronização dos componentes (7 projetos ou 19% dos projetos pesquisados), e com as estratégias ambientais, como a eficiência lumínica (17 dos projetos ou 47% dos projetos pesquisados) e a eficiência energética (25 projetos ou 69% dos projetos pesquisados). Dos dezesseis princípios de projeto para desconstrução descritos na tabela 2, apenas quatro deles foram mencionados na tabela 3 como preocupação dos arquitetos brasileiros de acordo com a revista Projeto e Design no ano de 2012.

A Tabela a seguir (Tabela 4) informa o número de projetos arquitetônicos de cada volume da Revista Arquitetura e Urbanismo do ano de 2012, que utilizou os princípios de projeto para desconstrução, definidos conforme a tabela comparativa entre manuais e princípios de projeto para desconstrução (Tabela 2).

Tabela 4: Tabela relativa aos projetos arquitetônicos de cada volume da Revista Arquitetura e Urbanismo do ano de 2012, que utilizou os princípios de projeto para desconstrução.

| Meses referentes as Revistas<br>Arquitetura&Design de 2012 | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Total |
|------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| <b>PROJETO</b>                                             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
| Flexibilidade/Adaptabilidade                               | 2   |     | 1   |     | 2   | 2   |     |     | 1   |     |     |     | 8     |
| Padronização                                               | 1   |     | 1   |     |     | 3   |     |     |     |     |     |     | 5     |
| Simplificar a construção                                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| Respeitar a hierarquia dos componentes (ciclo de vida      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| Facilitar acesso componentes                               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| Documentar e atualizar projeto                             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| <b>ESTRATÉGIAS AMBIENTAIS</b>                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
| Geral                                                      |     |     |     |     |     | 1   | 1   |     |     |     |     |     | 2     |
| Eficiência Acústica                                        |     |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     | 1     |
| Eficiência Térmica                                         |     |     |     |     | 1   | 1   |     |     | 1   |     |     |     | 3     |
| Eficiência Lumínica                                        | 2   |     | 1   |     | 1   | 1   |     |     |     |     |     |     | 5     |
| Eficiência Energética                                      |     |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     | 1     |
| Economia de Água                                           | 1   |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     | 2     |
| <b>MATERIAIS</b>                                           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
| Redução de tipos de materiais                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| Redução de tipos de materiais                              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| <b>COMPONENTES</b>                                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
| Fácil manuseio                                             |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 1     |
| Padronização                                               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| Durabilidade                                               |     |     |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     |     | 1     |
| <b>CONEXÃO ENTRE COMPONENTES</b>                           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
| União mecânica                                             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| Padronização                                               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| <b>SEGURANÇA</b>                                           |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |       |
| Material                                                   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | 0     |
| Trabalhador e usuário                                      |     |     | 1   |     |     | 1   |     |     |     |     |     |     | 2     |

Obs: Nos meses de fevereiro, abril, agosto outubro e novembro não foram encontrados projetos arquitetônicos que sejam incluídos nas definições anteriormente realizadas.

Neste trabalho foram encontrados 18 projetos arquitetônicos que cumprem os requisitos já mencionados nas revistas Arquitetura e Urbanismo do ano de 2012. De acordo com o resultado da pesquisa feito com essas revistas, nota-se que os arquitetos brasileiros têm se preocupado mais com a flexibilidade do layout da planta baixa (8 projetos ou 44% dos projetos pesquisados), com a padronização dos componentes (5 projetos ou 28% dos projetos pesquisados) com a durabilidade (1 projetos ou 6% dos projetos pesquisados) e com o fácil manuseio (1 projetos ou 6% dos projetos pesquisados) dos componentes, e com a segurança do trabalhador e do usuário (2 projetos ou 11 % dos projetos pesquisados).

Há também grande preocupação com as estratégias ambientais(14 projetos ou 78% dos projetos pesquisados), como a eficiência lumínica (5 dos projetos ou 28% dos projetos pesquisados), eficiência térmica (3 projetos ou 17% dos projetos pesquisados), eficiência acústica (1 projetos ou 6% dos projetos pesquisados), eficiência energética (1 projetos ou 6% dos projetos pesquisados) e economia de água (2 projetos ou 11 % dos projetos pesquisados).

Dos dezesseis princípios de projeto para desconstrução descritos na tabela 2, apenas seis deles foram mencionados na tabela 3 como preocupação dos arquitetos brasileiros no ano de 2012.

Os princípios de projeto de desconstrução mais utilizados pela construção civil brasileira, de acordo com a análise das revistas Projeto Design e Arquitetura e Urbanismo do último ano, são: preocupação com a eficiência energética e lumínica (luz, aquecimento e energia), flexibilidade nos layouts das plantas e padronização e modularidade na parte interna da edificação (divisórias).

### 5.3. PROPOSTA PARA A ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES DE PROJETO PARA DESCONSTRUÇÃO SEGUNDO A REALIDADE BRASILEIRA

Como já foi citado anteriormente nesse trabalho, existem dois tipos de Sistemas de Avaliação Ambiental disponíveis no mercado: aqueles desenvolvidos para serem de fácil absorção e os sistemas com maior embasamento científico e uma metodologia bastante complexa (SILVA *et. al*, 2003). O LEED é um dos sistemas mais importantes, contando com uma estrutura simples (*checklist*) e é também usado como ferramenta de projeto.

De acordo com as pesquisas executadas nesse trabalho sobre os princípios de projetos de desconstrução, baseado nos projetos das revistas de arquiteturas do ano de 2012, percebe-se que parece haver pouca informação dos arquitetos relacionada ao tema abordado.

Por se tratar de um assunto relativamente novo no Brasil, os princípios propostos nesse trabalho serão elaborados também de forma simples e de fácil absorção, com o objetivo de checar se os princípios do projeto para desconstrução estão sendo utilizados no projeto. Inicialmente, esse sistema pretende contribuir como fonte de informação para todos os envolvidos da área de AEC.

Em uma segunda fase, que irá depender da aceitação e da absorção dos vários segmentos da construção civil relacionadas a esse assunto, esse conjunto de diretrizes deverá ser incorporado a um sistema de Avaliação Ambiental vigente, quando serão avaliadas as edificações, para que se possam emitir Certificados de acordo com a avaliação (excelente, muito bom, bom ou aceitável).

Na tabela 5 a seguir são propostas seis macro-diretrizes e diretrizes específicas a partir das análises realizadas nos manuais disponíveis na literatura e das observações feitas nos projetos publicados em literatura do setor. Em alguns casos essas diretrizes são exemplificadas. Deve-se ressaltar que se trata de uma proposta de diretrizes para a elaboração de um manual mais detalhado no futuro.

Tabela 5: Proposta para a elaboração de diretrizes de projeto para desconstrução conforme realidade brasileira

| ID | Diretriz Geral                                                             | Diretrizes Específicas                                                       | Exemplos                                                                                                                                                          |
|----|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 01 | <b>SIMPLIFICAÇÃO</b>                                                       |                                                                              |                                                                                                                                                                   |
|    | Simplificação de sistemas construtivos.                                    | Redução de tipos de materiais utilizados.                                    |                                                                                                                                                                   |
|    |                                                                            | Redução de tipos de componentes.                                             |                                                                                                                                                                   |
|    |                                                                            | Componentes com mais de uma função.                                          |                                                                                                                                                                   |
|    |                                                                            | Redução de Peso de componentes.                                              |                                                                                                                                                                   |
|    |                                                                            | Desenho ergonômico de componentes.                                           |                                                                                                                                                                   |
| 02 | <b>FLEXIBILIDADE</b>                                                       |                                                                              |                                                                                                                                                                   |
|    | Adaptação a diferentes situações.                                          | Redução do uso de elementos de vedação tradicionais (paredes em alvenaria).  |                                                                                                                                                                   |
|    |                                                                            | Utilização de elementos de vedação pré-moldados ou pré-fabricados.           | Divisórias termo-acústicas.<br><br>Parede <i>Drywall</i> .<br><br>Painéis com preenchimento em poliuretano (PU)                                                   |
|    |                                                                            | Utilização de sistemas estruturais que permitem o lançamento de grandes vãos | Lajes nervuradas.<br><br>Lajes pré-moldadas.<br><br>Trelças espaciais                                                                                             |
| 03 | <b>PADRONIZAÇÃO</b>                                                        |                                                                              |                                                                                                                                                                   |
|    | Modularidade e utilização de elementos e componentes pré-fabricados.       | Utilização de componentes pré-fabricados.                                    | Elementos estruturais em concreto pré-moldado.                                                                                                                    |
|    |                                                                            | Utilização de sistemas pré-montados.                                         | Painel com sistema hidráulico embutido.<br><br>Sistema elétrico aparente ou acoplado em painéis de vedação pré-fabricados.                                        |
|    |                                                                            | Utilização de conexões padronizadas.                                         | Conectores de elementos estruturais e de vedação em chapa de metal aparafusada                                                                                    |
| 04 | <b>FACILIDADE DE ACESSO AOS SISTEMAS DA EDIFICAÇÃO</b>                     |                                                                              |                                                                                                                                                                   |
|    | Independência entre sistemas e camadas construtivas.                       | Projeto de sistemas e camadas independentes.                                 |                                                                                                                                                                   |
|    |                                                                            | Facilidade de acesso às camadas.                                             | Instalações aparentes sempre que possível.<br><br>Componentes com menores ciclos de vida em camadas mais acessíveis.                                              |
|    |                                                                            | Utilização de conexões mecânicas.                                            | Encaixes.<br><br>Uniões mecânicas aparafusadas<br><br>Pavimentos com bloco intertravado.                                                                          |
| 05 | <b>FATORES DE SUSTENTABILIDADE</b>                                         |                                                                              |                                                                                                                                                                   |
|    | Utilização de estratégias ambientais no projeto e no processo construtivo. | Utilização de tecnologias limpas para o conforto térmico.                    | Projeto solar passivo.<br><br>Dispositivos de proteção solar (brises e venezianas).<br><br>Sistemas de iluminação natural.<br><br>Sistemas de ventilação natural. |
|    |                                                                            |                                                                              |                                                                                                                                                                   |
|    |                                                                            | Reaproveitamento de águas pluviais.                                          | Utilização de águas pluviais em processos de lavagem e esgoto sanitário.                                                                                          |

|    |                                                                                    |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                    | Utilização de estratégias e soluções tecnológicas para a redução de resíduos no processo construtivo.                                                 | Modularização de alvenaria.<br>Projeto de canteiro de obras.<br>Gestão de resíduos no canteiro.                                                                                                                                            |
|    |                                                                                    | Atendimento a legislação no que se refere aos aspectos de redução de consumo de energia e de impactos ambientais.                                     | Adoção de instruções normativas oficiais (MPOG).<br>Adoção de recomendações de sistemas de certificação ambiental.                                                                                                                         |
| 06 | <b>ORGANIZAÇÃO / GESTÃO</b>                                                        |                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                            |
|    | Adoção de estratégias organizacionais que viabilizem o projeto para desconstrução. | Elaboração de projetos com aplicação do conceito de Engenharia Simultânea.                                                                            | Integração entre as áreas de conhecimento na fase de concepção, documentação e ao longo do processo construtivo.<br><br>Documentação detalhada de projeto e processos construtivos.                                                        |
|    |                                                                                    | Utilização intensa de tecnologias que possibilitem o fluxo de informações ao longo do ciclo de vida do projeto, da construção e do uso da edificação. | Uso de recursos de Tecnologia da Informação (TI).<br><br>Comunicação síncrona e assíncrona em equipes de projeto.<br><br>Uso de recursos de prototipagem virtual.<br><br>Uso de ferramentas digitais para a gestão do processo de projeto. |
|    |                                                                                    | Adoção de conceitos de manutenção desde a etapa de concepção do projeto.                                                                              | Identificação de materiais e componentes.<br><br>Utilização de recursos para a rastreabilidade de materiais e componentes.                                                                                                                 |

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento dessa pesquisa, percebeu-se que o tema projeto para desconstrução ainda é muito recente, o que dá origem á algumas dúvidas relacionadas abrangência dos termos *projeto para desconstrução* e *projeto sustentável*. Todo projeto para desconstrução visa à sustentabilidade, mas nem todos os critérios relativos à sustentabilidade fazem parte do projeto de desconstrução.

Com a análise da tabela comparativa entre os manuais de projeto de desconstrução e também a análise dos projetos de arquitetura das revistas brasileiras executados nesse estudo, conclui-se que a arquitetura brasileira tem muito pouca preocupação com os princípios de desconstrução. Esse trabalho procura contribuir para a conscientização da população e de profissionais do setor AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) sobre a necessidade de se construir de maneira mais eficiente, enfatizando a importância da fase da concepção do projeto na escolha de materiais que possam ser reutilizados ou reusados.

Esse estudo não tem a intenção de definir padrões, mas sim mostrar as vantagens e as desvantagens do projeto para desconstrução, auxiliando aos arquitetos a direcionar seus projetos desde a concepção, para a escolha de materiais e processos de construção que beneficiem a desconstrução, gerando assim a redução do impacto ambiental gerado pelas edificações.

Espera-se que esse trabalho contribua com os profissionais do setor AEC através de informações sobre os tipos de modificações que podem ser feitos durante o projeto e o ciclo de vida de uma edificação, para que os edifícios possam ser reparados, alterados e desmontados sem maiores danos à edificação ou aos elementos próximos, melhorando a eficiência e reduzindo o custo da edificação durante todo o seu ciclo de vida através da reciclagem e da reutilização na construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDOL, R. C.; BALACHANDRAN, S. **Anticipating and responding to deconstruction through building design**, In: Design for deconstruction and material reuse, CIB Publication 272, paper n. 14, Karlsruhe, Germany, 2000.
- ADDIS, A. **Reuso de materiais e elementos de construção**; tradução Christina Del Posso, São Paulo: Oficina de Textos, 2010
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (Sabe), **Manual de Contratação dos Serviços de Arquitetura e Urbanismo**, Editora PINI, 1993.
- AYRES F.; SCHEER, S. **Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico**. In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais, 2007.
- BLOG DA ARQUITETA. **Autocad ou Revit?** Disponível em: <<http://arquitetablog.blogspot.com.br/2011/05/autocad-ou-revit.html>> Acesso em: 30 nov. 2012 3p.
- BORGES, M. M. **Proposta de um ambiente colaborativo de apoio aos processos de ensino/aprendizagem do projeto**. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- CEZAR, G. **Incentiva a toda cadeia produtiva**, valor Setorial Construção Civil, setembro, p. 24 a 28, 2011.
- CHOI, S. H.; CHAN, A. M. M. A. **Virtual Prototyping System for Rapid Product Development. Computer-Aided Design**, v. 36, n. 5, p. 401-412, 2004.
- CINTRA, M. A. H. **Uma proposta de estrutura para organização do conhecimento em empresas de edificações**. 190f. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção- COPPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- COLOMBO, C. R.; BAZZO, W. A. **Desperdício na civil e a questão habitacional: Um enfoque**. CTS. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis - SC, 2006.
- CRUZ, R. C.; QUALHARINI, E. **A qualidade da informação dos desenhos do projeto de estrutura de concreto armado**. Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto, 4, Rio de Janeiro, Brasil, 2004.
- CROSS, N. **Developments in design methodology**, John Wiley & Sons, Chichester, 1984.
- CROSS, N. **Engineering design methods: strategies for product design**, John Wiley & Sons, Chichester, 2000.
- CROWTHER, P. **Design for disassembly, Environmental Design Guide**, Royal Australian Institute of Architects, Australia, 1999.
- CROWTHER, P. **Building Deconstruction in Australia. Overview of deconstruction in select countries**, n. 252, University of Florida, Florida – USA, 2000.
- CROWTHER, P. **Design for Buildability and the Deconstruction**, In: Design for deconstruction and material reuse, CIB Publication 272, paper n. 1, Karlsruhe, Germany, 2000.
- DURMISEVIC, E. **Design aspects of decomposable building structures**, Delft University of Technology, Faculty of Architecture, Department of Building Technology, Netherlands, 200-.

- FABRICIO, M. M. MELHADO, S.B. **Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios.** In: WORKSHOP NACIONAL: gestão do processo de projeto na construção de edifícios, São Carlos. Anais, 2001.
- FARIA R. **Construção Integrada.** Techne. São Paulo, n. 127, p. 44-49, outubro 2007.
- GIMENES, D.; PICCHI, F. **Gestão da Qualidade em projetos e execução de reformas em edifícios comerciais.** XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente construído, ENTAC. Fortaleza – Ceará, 2008.
- GRILO, L. M.; PEÑA, M. D.; SANTOS, L. A.; FILIPPI, G.; MELHADO, S. B. **Implementação da gestão da qualidade em empresas de projeto.** Ambiente Construído. v. 3, n. 1, p. 55-67. Porto Alegre - RS, 2003.
- GUY, B.; SHELL, S. **Design for deconstruction and material reuse.** In: Design for deconstruction and material reuse, CIB Publication 272, paper n. 15 Karlsruhe, Germany, 2000.
- HARTLEY, J. R. **Engenharia Simultânea - um método para reduzir prazos, melhorar qualidade e reduzir custos.** Tradução de Francisco José Soares Horbe. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998
- HECHLER, O.; LARSEN, O. P.; NIELSEN, S. **Design for Deconstruction**, 2012. Disponível em: [http://www.re-ad.dk/files/31555965/DfD\\_16082010.doc](http://www.re-ad.dk/files/31555965/DfD_16082010.doc). Acesso em: 15 jan 2013
- HIPPERT, M. A. S. ; ARAUJO, T. T. **BIM na pequena empresa de projeto: um estudo de caso.** In: VII Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura, Maringá, 2009.
- HIPPERT, M. A. S.; ARAUJO, T. T. **BIM e a qualidade do projeto: um estudo de caso em uma pequena empresa de projeto.** In: VIII Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura, Canela, 2010.
- HOBBS, H.; HURLEY, J. **Deconstruction and the reuse of construction Materials.** In: **Design for deconstruction and material reuse**, CIB Publication 266, paper n. 14, Wellington, New Zealand, 2001.
- JENCKS, C. **The language of post-modern architecture**, Academy Editions, p. 9, London, 1978
- JOHNSON, P.; WIGLEY, M. **Deconstructivist Architecture.** Museum of Modern Art, Nova Torque, 1988.
- KOSKELA, L. **An Exploration towards a Production Theory and its Application to Construction.** 2000. 298 f. These (Doctor of Philosophy) – VTT Technical Research Centre of Finland, Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.
- KIBERT, C. J. **Deconstruction: the start of a sustainable materials strategy for the built environment**, Director, Powell Center for Construction and Environment, University of Florida, Gainesville, Florida ,USA, 2003.
- KRIWET, A.; ZUSSMAN, E.; SELIGER, G. **Systematic integration of design-for-recycling into product design**, Department of Assembly Technology, Institute for Machine Tools and Production Technology, Technical University Berlin, Pascalstrasse 8-9, Berlin, Germany, 1995.
- LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho da construção civil, para a utilização com agregados para argamassas e concretos.** São Paulo, 1997. 147p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- LEVY, S. M. **Pesquisas e normalizações existentes no país e exterior.** Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br>. Acesso em: 28 ago 2012 3p.

- MARQUES, F. M. **A importância dos materiais de construção para a sustentabilidade ambiental do edifício** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) PROARQ/FAU/UFRJ, 2007.
- MANUAL DE CONSERVAÇÃO PREVENTIVA PARA EDIFICAÇÕES**, Trabalho realizado pelo Ministério da Cultura, IPHAN, UCG/ Programa Monumenta, 1999.
- MATTARAIA, L. F.; FABRÍCIO, M. M. **Aplicação do conceito design for disassembly (dfd) na construção civil**. In: Encontro Tecnológico da Engenharia Civil e Arquitetura, VIII, 2011
- MATEUS, J. M. Muitos Cortes, poucas costuras, **Built heritage in urban renovation operations**, CES – Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2011.
- MOREIRA, D. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Discussão sobre a importância do programa de necessidades no processo de projeto em arquitetura**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p.31-45. abr./jun. 2009.
- MORGAN, C.; STEVENSON, F. Design for deconstruction, **SEDA Design Guides for Scotland**: N°. 1, 2005
- MULLER, A. L.; SAFFARO, F. A. A prototipagem virtual para o detalhamento de projetos na construção civil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 105-121, jan./mar. 2011.
- MULLER, W. **Order and Meaning in Design**, Lemma Publishers, Utrecht, 2001.
- NASCIMENTO, F. Paria pós-guerra, **Revista Letras**, Curitiba, n. 59, p. 61-76, Editora UFPR jan./jun. 2003.
- NAVEIRO, R. M. ; OLIVEIRA, V. F.; CASTRO, E. B. P.; MEDEIROS, L. M. S. ; BORGES, M. M. ; SOUZA FILHO, R. S. **O Projeto da Engenharia , Arquitetura e Desenho Industrial, Conceitos, Reflexões, Aplicações e Formação Profissional**. Juiz de Fora, Editora UFJF, 2001.
- NORDBY, A. S.; BERGE, B.; HESTNES, A. G. **Salvageability of building materials**. Department of Architectural Design, History and Technology, Norwegian University of SP. **Anais.CD- Science and Technology (NTNU)**, Trondheim, Norway, 2008.
- NORDBY, A. S.; HAKONSEN, F.; BERGE, B.; HESTNES, A. G. Salvageability: Implications for architecture. **Nordic Journal of Architectural Research**. v. 20, n. 3, p.14. Trondheim – Norway, 2008.
- NOVAES, C. C. **Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios**. In: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 1., 2001, São Carlos,SP, Depto de Arquitetura e Urbanismo – EESC, USP, 2001. Anais... CD-ROM
- OLIVEIRA, D. P.; LEITE, F. L.; SCHMITT, C. M.; BONIN, L. C. Considerações sobre a introdução de requisitos ambientais para o projeto de edificações no contexto brasileiro. In: **Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. 4°. Rio de Janeiro, 2004.
- OLIVEIRA, V. F. **Uma proposta para a melhoria do processo de ensino/aprendizagem nos cursos de engenharia civil**, Dissertação de Doutorado, COPPE/UFRJ, 2000.
- PAHL G.; BEITZ, W. **Engineering Design: a systematic approach**. London: Springer-Verlag, 1996.
- PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações baseado na engenharia simultânea, em empresas incorporadoras de pequeno porte**.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

- PFEIFER, M. O. **Passos para cumprir uma agenda verde** Valor Setorial Construção Civil Setembro, 2011 p. 8-14.
- PINHO, A. C. FREITAS, U. C.; TRAMONTANO, M. A Modelagem Digital Aplicada ao Processo de Projeto de Edifícios de Apartamentos. In: **Workshop brasileiro de gestão do processo de projeto na construção de edifícios**, Belo Horizonte. Anais, 2003.
- ROMEIRO FILHO, E. ; FERREIRA, C. V.; MIGUEL. P. A., C. ; GOUVINHAS, R., P. ; NAVEIRO, R., M. **Projeto do produto**, Elsevier Editora Ltda, Rio de Janeiro, 2010, 408 p.
- SANCHES, I. D. ; FABRICIO, M. M. **Projeto para Manutenção**. In: VII Workshop Brasileiro Gestão de Processo de Projetos na Construção de Edifícios, São Paulo, 2008.
- SAUSEN, T. M.; COSSETIN, C.; SOUSA JR, M. A.; HANSEN, M. A. F.; LACRUZ, M. S. P.; SAITO, S. M.; EMARCELINO, E. **Projeto Cadernos Didáticos: Desastres Naturais e Geotecnologias**, Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, INPE, p. 2483-2490, 25-30 abril 2009.
- SILVA, J. C. B.; AMORIM, S. R. L. **A contribuição dos sistemas de classificação para a tecnologia BIM - Uma abordagem teórica**. In: V Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, Salvador, 2011, Anais. CD-ROM.
- SILVA, V.G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. Tese de Doutorado, São Paulo. EPUSP. 2003. 210p.
- SIMARD, E. **Les matériaux des construction résidentielles dans une perspective durable: analyse comparative**. Centre Universitaire de Formation en Environnement, Université de Sherbrooke, Québec - Canada, 2009.
- SINDUSCON-SP. **Meio Ambiente – Construção Sustentável – Avaliação de Sustentabilidade nas Edificações** - Disponível em: <<http://www.sindusconsp.com.br>> Acesso em: 22 out. 2012.
- SRINIVASAN, H.; FIGUEROA, R.; GADH, R. **Selective disassembly for virtual prototyping as applied to de-manufacturing: Robotics and Computer Integrated Manufacturing**. Department of Mechanical Engineering, University of Wisconsin-Madison, Wisconsin - USA, 1999.
- SYMOND, S. **Construction and demolition waste management practices and their economic impact**, 1999. Disponível em: <<http://europe.eu.int/comm/environment>>. Acesso em: 14 jun., 2012.
- THORMARK, C. **Recycling potential and design for disassembly in buildings**. Lund Institute of Technology, Lund University, Lund, Sweden, 2001.
- TZORTZOPOULUS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo para um processo de projeto de edificações em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno porte**. Dissertação, mestrado em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre, 1999.
- ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. 2nd ed. London: McGraw-Hill, 2000.
- ULLMAN, D. **The mechanical design process**, McGraw-Hill, New York, 1992.

- VAZQUEZ, E. Introdução. In: CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S.; Cassa, J. C. S. (org.). **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção**. Salvador: EDUFBA, Caixa Econômica Federal, 2001.
- WEBSTER, M. D. ; GUMPERTZ, S. ; HEGER, COSTELLO, D. T. ; DISMANTLING, C. **Designing structural systems for deconstruction: How to extend a new building's useful life and prevent it from going to waste when the end finally comes** Greenbuild, Conference, Atlanta, GA November, 2005
- YEOMANS, S. G.; BOUCHLAGHEM N. M.; EL-HAMALAWI, A. An Evaluation of Current Collaborative Prototyping Practices within the AEC Industry. **Automation in Construction**, v. 15, p. 139-149, 2006.
- ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado, na produção do concreto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). FEC, Departamento de Hidráulica e Saneamento, UNICAMP, Campinas. 140p, 1997.

## APÊNDICE 1

Análise de projetos das Revistas Projeto Design do ano de 2012 com o objetivo de identificar os fatores referentes ao Projeto para Desconstrução.

### **Revista Projeto Design Janeiro de 2012 vol. 383**

1º Projeto: Residência Unifamiliar, São Paulo.

Escritório: Sidonio Porto Arquitetos Associados.

Princípios: Eficiência Lumínica.

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 851 m<sup>2</sup>

Área construída: 713 m<sup>2</sup>

### **Revista Projeto Design Fevereiro de 2012 vol. 384**

1º Projeto: Sede do Grupo Bandeirante, São Paulo.

Escritório: Gustavo Penna Arquitetos e Associados

Princípios: Flexibilidade e Padronização

Data do início do projeto: 2010

Data da conclusão da obra: 2014( previsão para a primeira etapa )

Área do terreno: 26.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 50.000 m<sup>2</sup>

2º Projeto: Instituto Tecnológico, Belém.

Escritório: Paulo Mendes da Rocha e Piratininga Arquitetos.

Princípios: Eficiência Energética, Reaproveitamento de Água, Fácil Manuseio.

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2014 (previsão)

Área do terreno: 140.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 40.000 m<sup>2</sup>

3º Projeto: Sede de Organização Internacional da ONU, Brasília.

Escritório: Gomes Machado e Paulo Bruna Arquitetos Associados.

Princípios: Eficiência Energética e Lumínica.

Data do início do projeto: 2004

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 22.500m<sup>2</sup>

Área construída: 2.500 m<sup>2</sup>

### **Revista Projeto Design Março de 2012 vol. 385**

1º Projeto: Residência Paraopeba, MG.

Escritório: Sítio Arquitetura

Princípios: Eficiência Energética e Lumínica

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2010

Área do terreno: 33.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 2.500 m<sup>2</sup>

2º Projeto: Edifícios Educacionais da Universidade de Brasília (UnB), DF

Escritório: Centro de Planejamento Oscar Niemeyer (Ceplan).

Princípios: Flexibilidade, Padronização e Eficiência Energética.

Data do início do projeto: 2007

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 4795.000 m<sup>2</sup>

3º Projeto: Centro Administrativo Raízen (CAR), Piracicaba, SP.

Escritório: Piratininga Arquitetos

Princípios: Flexibilidade, Padronização e Eficiência Energética (LEED).

Data do início do projeto: 2010

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 14.427.52 m<sup>2</sup>

Área construída: 10.672.92 m<sup>2</sup>

4º Projeto: Edifício para Cultura e Esporte do SESC em Campinas, SP.

Escritório: Bosquê Arquitetos e Consultoria.

Princípios: Flexibilidade.

Data do início do projeto: 2007

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 6.902 m<sup>2</sup>

Área construída: 4.350.00 m<sup>2</sup>

5º Projeto: Complexo Cultural Luz, São Paulo.

Escritório: Jacques Herzog e Pierre de Meuron.

Princípios: Eficiência Energética

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: a obra ainda não foi concluída

Área do terreno: 18.256 m<sup>2</sup>

Área construída: 70.000 m<sup>2</sup>

**Revista Projeto Design Abril de 2012 vol. 386**

1º Projeto: Residência Unifamiliar em Brasília.

Escritório: Sérgio Roberto Parada Arquitetos Associados.

Princípios: Padronização e Eficiência Energética e Lumínica

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 1.300 m<sup>2</sup>

Área construída: 808 m<sup>2</sup>

2º Projeto: Hotel Spa NauRoyal, São Sebastião, SP.

Escritório: GCP Arquitetos.

Princípios: Eficiência Energética

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 1.500m<sup>2</sup>

Área construída: 950 m<sup>2</sup>

3º Projeto: Livraria Café do Palácio da Boa Vista, Campos do Jordão, SP.

Escritório: Caio Faggin.

Princípios: Eficiência Energética e Lumínica

Data do início do projeto: 2010

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 242 m<sup>2</sup>

Área construída: 95 m<sup>2</sup> + 91 (deque) m<sup>2</sup>

4° Projeto: Edifício Residencial Fidalga 800, São Paulo.

Escritório: Reinach Mendonça Arquitetos Associados.

Princípios: Flexibilidade.

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 1.100 m<sup>2</sup>

Área construída: 4.700 m<sup>2</sup>

5° Projeto: Edifício Industrial/Administrativo, Jarinu, SP.

Escritório: Ópera Quatro Arquitetura.

Princípios: Flexibilidade, Padronização e Eficiência Energética.

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2010

Área do terreno: 38.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 1.2000 m<sup>2</sup>

6° Projeto: Luminoteca da Torre de Transição da TV Bandeirantes, SP.

Escritório: Peter Gasper.

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Energética.

Data do início do projeto: 2010

Data da conclusão da obra: 2011

**Revista Projeto Design Maio de 2012 vol. 387**

1º Projeto: Residência em Alto dos Pinheiros, São Paulo.

Escritório: Kruchin Arquitetura.

Princípios: Nenhuma preocupação com os princípios de desconstrução, de acordo com o texto encontrado na revista.

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2009

Área do terreno: 2.100m<sup>2</sup>

Área construída: 800m<sup>2</sup>

2º Projeto: Hotel Cotia, Centro de Formação de Atletas, São Paulo.

Escritório: Ruy Otake

Princípios: Eficiência Energética e Lumínica.

Data do início do projeto: 2007

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 221.563 m<sup>2</sup>

Área construída: 4.226.55m<sup>2</sup>

3º Projeto: Sede da Secretaria do Esporte do Ceará, Fortaleza.

Escritório: Vigliecca & Associados

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Energética.

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra 2011:

Área do terreno: 215.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 155.000 m<sup>2</sup>

**Revista Projeto Design Junho de 2012 vol. 388**

1° Projeto: Residência Unifamiliar Piracicaba, SP.

Escritório: Isay Weinfeld.

Princípios: Eficiência Energética e Lumínica.

Data do início do projeto: 2006

Data da conclusão da obra: 2010

Área do terreno: 1.980 m<sup>2</sup>

Área construída: 1.000 m<sup>2</sup>

2° Projeto: Clube Alphaville Piracicaba, SP.

Escritório: FGMF Arquitetos.

Princípios: Eficiência Energética e Lumínica.

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 15.820 m<sup>2</sup>

Área construída: 930 m<sup>2</sup>

3° Projeto: Edifício Poupatempo, Lapa, SP.

Escritório: Pedro Taddei Associados

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Energética

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 4.203,68m<sup>2</sup>

Área construída: 3.959 m<sup>2</sup>

4° Projeto: Ateliê /Galeria de Arte.

Escritório: GCP Arquitetos

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Energética e Lumínica.

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2010

Área do terreno: 263 m<sup>2</sup>

Área construída: 168 m<sup>2</sup>

5° Projeto: Loja Triton, SP.

Escritório: Basiches Arquitetos Associados.

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Energética.

Data do início do projeto: 2010

Data da conclusão da obra: 2010

Área do terreno: 228 m<sup>2</sup>

Área construída: 254 m<sup>2</sup>

6° Projeto: Restaurante Alma María, SP.

Escritório: Studio Arthur Casas.

Princípios: Eficiência Energética e Lumínica

Data do início do projeto: 2010

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 220 m<sup>2</sup>

Área construída: 395 m<sup>2</sup>

**Revista Projeto Design Julho de 2012 vol. 389**

1º Projeto: Casa Cobogó, S Paulo.

Escritório: Studio mK27 Arquitetos Associados

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Energética e Lumínica.

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 1.365 m<sup>2</sup>

Área construída: 1.000 m<sup>2</sup>

2º Projeto: Edifício Infinity Tower, São Paulo.

Escritório: Kohn Pedersen Fox e Aflalo& Gasperini Arquitetos

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Energética.

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 9.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 73.700 m<sup>2</sup>

3º Projeto: Edifício Morumbi Business Center, São Paulo.

Escritório: Aflalo & Gasperini Arquitetos.

Princípios: Eficiência Energética

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 2.600 m<sup>2</sup>

Área construída: 17.500 m<sup>2</sup>

**Revista Projeto Design Agosto de 2012 vol. 390**

1° Projeto: Residência Brasília.

Escritório: Danilo Matoso Macedo

Princípios: Padronização e Eficiência Lumínica

Data do início do projeto: 2007

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 800 m<sup>2</sup>

Área construída: 355 m<sup>2</sup>

2° Projeto: Centro Empresarial Parque Brasília, Brasília.

Escritório: Reis Arquitetura.

Princípios: Flexibilidade, Eficiência Energética e Lumínica.

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 12.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 41.958 m<sup>2</sup>

**Revista Projeto Design Setembro de 2012 vol. 391**

Não foi possível ter acesso a essa revista.

**Revista Projeto Design Outubro de 2012 vol. 392**

1° Projeto: Residência Mangaratiba, RJ.

Escritório: Miguel Pinto Guimarães.

Princípios: Eficiência Lumínica.

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2010

Área do terreno: 6.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 770 m<sup>2</sup>

2° Projeto: Ed. Centro de Laboratórios de Bionanomanufaturas, S. Paulo.

Escritório: Piratininga Arquitetos Associados e VD Arquitetura.

Princípios: Padronização e Flexibilidade.

Data do início do projeto 2009:

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 13.461m<sup>2</sup>

Área construída: 8.479 m<sup>2</sup>

### **Revista Projeto Design Novembro de 2012 vol. 393**

1° Projeto: Residência no Morumbi, São Paulo.

Escritório: Shieh Arquitetos Associados.

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Lumínica.

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 545 m<sup>2</sup>

Área construída: 500 m<sup>2</sup>

2° Projeto: Tribunal Regional do Trabalho, Goiânia, GO.

Escritório: Corsi Hirano Arquitetos + R. Nishimura.

Princípios: Eficiência Energética e Lumínico e Flexibilidade.

Data do início do projeto: 2007

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 13.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 59.000 m<sup>2</sup>

3° Projeto: Edifício Porto Brasília, RJ.

Escritório: Pontual Arquitetura.

Princípios: Flexibilidade, Eficiência Energética (LEED).

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 1.599,68 m<sup>2</sup>

Área construída: 26.219,61m<sup>2</sup>

4° Projeto: Clube do Alphaville, Brasília.

Escritório: Domo Arquitetos.

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Lumínica.

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 27.585 m<sup>2</sup>

Área construída: 1.214 m<sup>2</sup>

**Revista Projeto Design Dezembro de 2012 vol. 394**

Não foi possível ter acesso a essa revista.

## APÊNDICE 2

Análise de projetos das Revistas Arquitetura e Urbanismo do ano de 2012 com o objetivo de identificar os fatores referentes ao Projeto para Desconstrução.

### **Revista Arquitetura e Urbanismo janeiro de 2012 vol. 214**

1º Projeto: Centro da Comunidade Shalon, São Paulo.

Escritório: Brasil Arquitetura.

Princípios: Flexibilidade, Reaproveitamento da Água e Eficiência Lumínica.

Data do início do projeto: 2007

Data da conclusão da obra: 2011

Área construída: 4.630 m<sup>2</sup>

2º Projeto: SESC Santo Amaro, SP.

Escritório: Elito Arquiteto

Princípios: Flexibilidade, Padronização e Eficiência Lumínica.

Data do início do projeto: 2002

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 5.588m<sup>2</sup>

Área construída: 14.610m<sup>2</sup>

### **Revista Arquitetura e Urbanismo fevereiro de 2012 vol. 215**

Neste volume não são encontrados nenhum projeto arquitetônico que sejam incluídos nas definições anteriormente realizadas.

### **Revista Arquitetura e Urbanismo março de 2012 vol. 216**

1º Projeto: Serramar Parque Shopping, Caraguatatuba, SP

Escritório: Aflalo & Gasperini Arquitetos.

Princípios: Eficiência Lumínica

Data do início do projeto: 2009

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 119.785,60 m<sup>2</sup>

Área construída: 30.303,25 m<sup>2</sup>

2º Projeto: Pavilhão da UFU, em MG.

Escritório: Elisa Ribeiro, Guilherme Graciano, Kauê Paiva e Mairla Melo.

Princípios: Flexibilidade, Padronização, Fácil Manuseio e União Mecânica.

Data do início do projeto: 2010

Data da conclusão da obra: 2014

Área do terreno: 16.000m<sup>2</sup>

### **Revista Arquitetura e Urbanismo abril de 2012 vol. 217**

Neste volume não são encontrados nenhum projeto arquitetônico que sejam incluídos nas definições anteriormente realizadas.

### **Revista Arquitetura e Urbanismo maio de 2012 vol. 218**

1º Projeto: Edifício Estúdios Capelinha, 244, em Belo Horizonte, (BA).

Escritório: Carlos Alberto Maciel

Princípios: Flexibilidade e Durabilidade

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2011

Área construída: 1.117 m<sup>2</sup>

2º Projeto: Ed. Amélia Teles 315, Porto Alegre (RS).

Escritório: Incorporadora Smart! Lifestyle + Design

Princípios: Flexibilidade.

Data do início do projeto: 2011

Data da conclusão da obra: 2012

Área construída: 1.190 m<sup>2</sup>

3º Projeto: Tecnocentro, Salvador, BA.

Escritório: Sotero Arquitetura e Urbanismo

Princípios: Eficiência Lumínica, Eficiência Térmica e Economia de Água.

Data do início do projeto:

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 581.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 24.500 m<sup>2</sup>

### **Revista Arquitetura e Urbanismo junho de 2012 vol. 219**

1º Projeto: Hotel Boa Vista, São Paulo.

Escritório: Isay Weinfeld.

Princípios: Padronização e Eficiência Energética

Data do início do projeto: 2007

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 8.600 m<sup>2</sup>

Área construída: 750 hectares

2º Projeto: Capela de todos os Santos, MG.

Escritório : Gustavo Penna.

Princípios: Nenhuma preocupação com os princípios de desconstrução.

de acordo com o texto encontrado na revista.

3° Projeto BH TEC, Edifício Institucional Belo Horizonte, MG.

Escritório: Arquitetos Associados.

Princípios: Flexibilidade, Padronização, Conexões Mecânicas e estratégias ambientais.

Data do início do projeto: 2006

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 185.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 7.500 m<sup>2</sup>

4° Projeto: Fabrika Filmes.

Escritório: CoDA Arquitetos, BrasíliaDF.

Princípios: Flexibilidade, Padronização e Eficiência Lumínica e Térmica.

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 1.700 m<sup>2</sup>

Área construída: 1.600 m<sup>2</sup>

### **Revista Arquitetura e Urbanismo julho de 2012 vol. 220**

1° Projeto: Leblon Offices, Rio de Janeiro.

Escritório : Richard Meier & Partners e RAF Arquitetura.

Princípios: Eficiência Lumínica e Acústica.

Data do início do projeto: 2011

Data da conclusão da obra: 2014

Área construída: 7.030 m<sup>2</sup>

2º Projeto: Edifício Platinun, São Paulo.

Escritório: Aflalo e Gasperini

Princípios: Flexibilidade.

Data do início do projeto: 2001

Data da conclusão da obra: 2010

Área do terreno: 2.300 m<sup>2</sup>

Área construída: 9.200 m<sup>2</sup>

3º Projeto: Pátio Malzoni, São Paulo.

Escritório: Botti Rubin

Princípios: Flexibilidade e Eficiência Energética

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2011

Área do terreno: 16.996,68 m<sup>2</sup>

Área construída: 167.693,36 m<sup>2</sup>

4º Projeto: Infinity Tower, São Paulo.

Escritório : KPF e Aflalo e Gasperini

Princípios: Eficiência Energética, Estratégias Ambientais.

Data do início do projeto: 2008

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 9.070 m<sup>2</sup>

Área construída: 73.700 m<sup>2</sup>

**Revista Arquitetura e Urbanismo agosto de 2012 vol. 221**

1º Projeto: Casa Dom Viçoso, MG.

Escritório: Marcelo Ferraz

Princípios: Nenhuma preocupação com os princípios de desconstrução, de acordo com o texto encontrado na revista.

### **Revista Arquitetura e Urbanismo setembro de 2012 vol. 222**

1º Projeto: Faculdade de Direito da USP, Ribeirão Preto, SP.

Escritório: Paulo Bruna Arquiteto.

Princípios: Eficiência Térmica

Data do início do projeto: 2007

Data da conclusão da obra: 2011

2º Projeto: João Moura 1144, SP.

Arquiteto: Nitsche Arquitetos Associados.

Princípios: Flexibilidade

Data do início do projeto: 2010

Data da conclusão da obra: 2012

Área do terreno: 24.000 m<sup>2</sup>

Área construída: 392 m<sup>2</sup>

### **Revista Arquitetura e Urbanismo outubro de 2012 vol. 223.**

Neste volume não são encontrados nenhum projeto arquitetônico que sejam incluídos nas definições anteriormente realizadas.

### **Revista Arquitetura e Urbanismo novembro de 2012 vol. 224**

Neste volume não são encontrados nenhum projeto arquitetônico que sejam incluídos nas definições anteriormente realizadas.

**Revista Arquitetura e Urbanismo dezembro de 2012 vol. 225**

Não foi possível ter acesso a essa revista.