

HEDERSON HENRIQUE TEIXEIRA  
MARCO ANTÔNIO RODRIGUES TEIXEIRA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ESTUDO DE CASO SOBRE OS ESTÁDIOS DA COPA  
DO MUNDO 2014**

**BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DOCTUM – MINAS GERAIS  
2014**

HEDERSON HENRIQUE TEIXEIRA  
MARCO ANTÔNIO RODRIGUES TEIXEIRA

**SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL:  
ESTUDO DE CASO SOBRE OS ESTÁDIOS DA COPA  
DO MUNDO 2014**

Monografia apresentada á banca examinadora do Curso de Engenharia Civil, do Instituto Tecnológico de Caratinga (ITC), da DOCTUM Caratinga, como requisito parcial de obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. MSc Leonardo Sathler  
Disciplina de TCC.

**DOCTUM – MINAS GERAIS  
2014**

HEDERSON HENRIQUE TEIXEIRA  
MARCO ANTÔNIO RODRIGUES TEIXEIRA

# **SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO SOBRE OS ESTÁDIOS DA COPA DO MUNDO 2014**

Monografia submetida á comissão examinadora designada pelo Curso de Graduação em Engenharia Civil como requisito para obtenção do grau de bacharel.

---

Prof. MSc. Leonardo Sathler (Orientador)  
Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

---

Prof. Djalma Ribeiro  
Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

---

Prof. José Nelson Rocha  
Instituto Doctum de Educação e Tecnologia

Caratinga, 02/12/2014

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus, pois sem ele nós não teríamos forças para essa longa jornada, por ser essencial em nossas vidas, autor do nosso destino, nosso guia.

A nossas famílias, suas presenças significou segurança e certeza de que não estamos sozinhos nessa caminhada.

Agradecemos a nossos professores e aos nossos colegas que sempre nos ajudaram.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, muito obrigado.

## RESUMO

A discussão sobre a sustentabilidade na construção civil vem avançando e envolvendo cada vez mais profissionais de diversas áreas, e estes vêm se reunindo para trabalhar em conjunto na busca de soluções para este desafio. Na construção civil os aumentos nos ganhos, valorização de seus profissionais e expansão do mercado são só algumas das causas e consequências desta realidade. Já as questões ambientais vêm ocupando mais espaço nos problemas dos países, e a quantidade de resíduos deixados por construções, tornou-se um dos centros de discussões da sustentabilidade. Quanto mais sustentável uma obra, mais responsável ela será pelo o que consome, gera, processa e elimina. Sua característica mais marcante deve ser a capacidade de planejar e prever todos os impactos que pode provocar, antes, durante e depois do fim de sua vida útil. Uma forma simples de se desenvolver um empreendimento mais sustentável é pela identificação de seus aspectos ambientais e sociais. Em seguida, identificar ações e tecnologias que reduzam impactos ambientais. Outro ponto é a observação do ciclo de vida do empreendimento, ou seja, escolha do terreno, elaboração do projeto, construção, operação do edifício, futuras manutenções e o final da vida útil da edificação. Logo, o trabalho apresenta uma abordagem sobre o tema Sustentabilidade na construção civil através de conceitos e estudo de casos dos estádios da copa do Brasil de 2014 pois as características de uma construção sustentável interferem diretamente na relação do homem e do meio ambiente com questões que podem ser minimizadas quando se resolve investir em um planejamento adequado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, Desenvolvimento Sustentável, Reciclagem.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Construção sustentável .....	13
Figura 2 – Construção sustentável .....	14
Figura 3 – Opções e soluções para construção sustentável .....	20
Figura 4 – Fluxograma de reciclagem de resíduos da construção civil .....	27
Figura 5 - Coleta Seletiva no Brasil .....	28
Figura 6 – Impactos negativos ao meio ambiente de certificado LEED .....	31
Figura 7 – Selo Casa azul caixa .....	33
Figura 8 – Selo Processo Aqua .....	34
Figura 9 – Selo Procel Edifica .....	35
Figura 10 – Selo CBCS .....	37
Figura 11 – Selo BH Sustentável .....	38
Figura 12 – Maracanã .....	41
Figura 13 – Arena Castelão.....	41
Figura 14 – Arena Fonte Nova .....	43
Figura 15 – Beira-Rio .....	44
Figura 16 – Mineirão .....	45
Figura 17 – Arena da Amazônia .....	46
Figura 18 – Arena Pantanal .....	47
Figura 19 – Estádio Mané Garrincha.....	48

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	9
CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS.....	11
1. <b>CAPITULO I</b> .....	15
1.1. SUSTENTABILIDADE .....	15
1.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL .....	16
2. <b>CAPITULO II</b> .....	19
2.1. CONSTRUÇÃO SUSTENTAVEL .....	19
2.1.1. <b>Ciclo de vida de uma construção sustentável</b> .....	22
2.1.2. <b>Premissas</b> .....	23
2.1.2.1. Viabilidade financeira .....	24
2.1.2.2. Aspectos ambientais .....	24
2.1.2.3. Aspectos sociais .....	24
3. <b>CAPITULO III</b> .....	25
3.1. GESTÃO DE RESIDUOS .....	25
3.1.1. <b>Reciclagem</b> .....	26
3.1.2. <b>Reciclagem no brasil</b> .....	28

3.2. CERTIFICAÇÃO .....	30
3.2.1. LEED .....	30
3.2.2. Outras .....	33
3.2.2.1. Selo Casa azul da caixa .....	33
3.2.2.2. Processo Aqua: Alta qualidade ambiental .....	34
3.2.2.3. PROCEL EDIFICA .....	35
3.2.2.4. Conselho Brasileiro da Construção Sustentável (CBCS) .....	36
3.2.2.5. Selo BH Sustentável .....	38
4. CAPITULO IV.....	40
4.1. ESTUDO DE CASO .....	40
4.1.1. <b>Certificação leed dos estadios da copa do mundo de 2014 no brasil</b> .....	40
4.1.1.1. Maracanã, no Rio de Janeiro .....	41
4.1.1.2. Arena Castelão, em Fortaleza .....	42
4.1.1.3. Arena Fonte Nova, em Salvador .....	43
4.1.1.4. Beira-Rio, em Porto Alegre .....	44
4.1.1.5. Mineirão, em Belo Horizonte .....	45
4.1.1.6. Arena da Amazônia, em Manaus .....	46
4.1.1.7. Arena Pantanal, em Cuiabá .....	47
4.1.1.8. Estádio Mané Garrincha, em Brasília .....	48
<b>CONCLUSÃO</b> .....	49
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	50



## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos a sustentabilidade chegou à indústria da construção civil e está em pleno crescimento e desenvolvimento, cujos aumentos nos ganhos, valorização de seus profissionais e expansão do mercado são só algumas das consequências desta realidade. Entretanto, existe uma preocupação com técnicas apropriadas para se construir cada vez mais sustentável.

Sabe-se que atualmente existem diversos setores produtivos propondo ações que buscam criar alternativas sustentáveis para solucionar problemas urbanos, como por exemplo, a reciclagem de resíduos de demolição. E assim todas as questões que afetam a cidade, sejam de meio ambiente ou edificações, pouco ou não sustentáveis, tenham gradativamente corrigido suas distorções, para se alcançar o equilíbrio ecológico e sustentável.

Os entulhos gerados na construção civil, resulta em uma montanha diária de resíduos formada por argamassa, areia, cerâmicas, concreto, madeiras, metais, papeis, plásticos, pedras, tijolos, tintas, etc. e tem se tornado um sério problema. Assim, definitivamente a minimização de resíduos é uma das principais maneiras de se reduzir o impacto ambiental, envolvendo processos durante todo o ciclo de vida de uma construção, desde a racionalização do processo construtivo, componentes reusados ou reciclados até o fim do seu ciclo de vida.

Logo, surge o problema de pesquisa: Como planejar e executar uma obra com recursos sustentáveis?

Nas construções sustentáveis os grandes desafios são os seus benefícios econômicos e sociais e o impacto ambiental das construções. A construção sustentável preocupa-se com estes desafios ao limitar os impactos ambientais e humanos da construção, garantindo, ao mesmo tempo, a mais alta qualidade, resistência e durabilidade, sem descuidar do custo. Levando em conta o ciclo de vida completo de uma construção, desde a escolha dos materiais até o processo de demolição e reciclagem.

O objetivo desse estudo é mostrar como é possível construir de forma sustentável, o que é o fator determinante para essa prática. Contudo, a construção civil carrega um fardo ambiental que não pode ser desconsiderado. Logo, é mais do que necessário que se busque soluções sustentáveis para o futuro dos negócios na construção civil.

Com base nos princípios adotados, apresentaremos conceitos de sustentabilidade na construção civil, também serão apresentadas definições onde busca-se o aprimoramento em construção sustentável. O importante é que se poderá demonstrar que a construção civil sustentável é viável ou não, contribuindo para a preservação do meio ambiente.

A metodologia aplicada à pesquisa é composta pelos seguintes itens:

- a) TEÓRICO- seleção e adoção das obras que permitiram a construção de conceitos, tais como Sustentabilidade, Construção sustentável e reciclagem, que apresentam-se importantes porque permitem a execução de uma obra sustentável. Ainda nesse sentido valeremos da internet, já que é de grande oferta de artigos sobre sustentabilidade na engenharia civil, construções sustentáveis e reaproveitamento de resíduos.
- b) SÍNTESE- necessário e resultante das análises que serão aplicadas aos seguintes elementos e/ ou contextos referentes à sustentabilidade na construção civil.
- c) OBSERVAÇÃO – ações que se manifestarão ao longo de toda a pesquisa dos seguintes pressupostos um bom resultado da qualidade do projeto final.

COMPOSIÇÃO DA MONOGRAFIA- a monografia está dividida a sua redação em quatro capítulos. No primeiro, conterá o conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. No segundo abordaremos sobre construção sustentável. No terceiro gestão de resíduos, contudo a reciclagem, reciclagem no Brasil e as certificações. No quarto capítulo será apresentado um estudo de caso, e para isso foi utilizado os estádios da Copa do Brasil de 2014 para esta pesquisa.

## CONSIDERAÇÕES CONCEITUAIS

Nas últimas décadas, as questões ambientais têm ocupado cada vez mais espaço nos problemas dos países, sejam eles desenvolvidos ou não, e a quantidade de resíduos deixados pelas construções, tornou-se um dos centros de discussões da sustentabilidade. Mesmo a sustentabilidade não sendo um assunto novo na construção civil, ainda é tida como desafio.

Reduzir materiais como água, cimento, areia, energia, madeira, etc., e achar alternativas para reutilizá-los, ou reciclá-los, envolve conhecimento, criatividade para dar novas formas e consciência de que a ação protege o planeta, por exemplo. Com materiais alternativos mais acessíveis no mercado, a sustentabilidade está com força na construção civil e depende apenas do conceito de cidadãos e profissionais para existir.

Afirma KATS (2010, p.1):

O nível de consumo de energia e as resultantes emissões de CO<sub>2</sub> associadas às edificações são quase tão altos quanto aqueles do transporte e indústria combinados. Assim, o ambiente construído representa uma poderosa e necessária alavanca para mudarmos fundamentalmente nossos padrões de consumo de recursos e energia e para respondermos à grave realidade das mudanças climáticas.

Segundo CHURCHILL (2010, p.XXII) “Edifícios sustentáveis — projetados para usar menos recursos e contribuir para a saúde dos seus ocupantes — geralmente são vistos como mais caros para serem desenvolvidos do que as edificações convencionais”. Por exemplo, uma pesquisa de opinião feita pelo Conselho Mundial de Negócios para o Desenvolvimento Sustentável (World Business Council for Sustainable Development) em 2007, concluiu que se pensava que os edifícios sustentáveis custavam, em média, 17% a mais do que os convencionais. Entretanto, essa percepção, já muito difundida, de que um empreendimento sustentável custa muito mais do que um convencional, está errada. De fato, os edifícios sustentáveis analisados custaram em média somente 2% a mais do que construções convencionais.

Para ter uma redução de custos de forma sustentável deve iniciar a ação desde a concepção do projeto, na escolha dos materiais a serem usados, na escolha da tecnologia construtiva, do processo construtivo, os quais devem ser mais racionalizados, em alternativas para reuso de água, alternativas de reuso e reciclagem dos resíduos que venham a ser gerados, etc. Para reduzir, por exemplo, a geração de resíduos nas obras, há uma tendência cada vez maior do emprego de estruturas pré-fabricadas, onde a produção de resíduos é mínima.

Stela Fucale (2011, P.1), cita:

Os benefícios do reaproveitamento são inúmeros, envolvendo tanto os aspectos ambientais, econômicos e sociais. O reaproveitamento de resíduos reduz os custos da construção civil, seja pelo não descarte do mesmo, seja pela redução de aquisição de matéria prima natural. Sem falar dos ganhos ambientais, pois a destinação adequada dos resíduos (seja a partir do reaproveitamento dentro do canteiro, seja no envio dos resíduos para unidades de beneficiamento, aterros, etc.) reduz a quantidade de resíduos que são lançados no meio ambiente ilegalmente, além de reduzir a exploração de jazidas de agregados naturais (matéria prima natural, exemplo: areia).

No que se refere aos resíduos da construção civil, para o reaproveitamento dos mesmos é necessário que haja uma seleção dos materiais constituintes. Esta seleção deve ser realizada dentro da própria obra, para facilitar o processo.

Por princípio, a viabilidade econômica é de grande importância para a sustentabilidade. No artigo de SETIN (2011, P.1), “A construção sustentável não custa mais caro, desde que integrada na etapa de concepção do edifício, ou seja, desde a fase de projeto”.

Alguns autores dizem que a adoção de soluções sustentáveis na construção não acarreta em um aumento de preço, principalmente quando adotadas durante as fases de concepção do projeto. Em alguns casos, podem até reduzir custos.

Afirma, MOACYR (2012, P.1):

O fato é que existe no mercado um grande número de soluções que não custam mais: de aeradores de torneira a cimento com baixo teor de clínquer. O combate ao desperdício de materiais, uma atitude fundamental para a sustentabilidade, ignorada pelas metodologias estrangeiras, pode de fato reduzir os custos de construção.

Segundo AGOPYAN; JOHN (2012, p.17): “A Construção Civil deve enfrentar este novo desafio contundentemente, estabelecendo uma agenda com metas de curto, médio e longo prazo, propondo medidas e desenvolvendo programas que reduzam significativamente o impacto ambiental dessa atividade, em colaboração com o governo e as entidades ambientalistas para a melhoria da nossa qualidade de vida”.

As figuras 1 e 2 exemplificam construções sustentáveis, onde algumas medidas foram adotadas, como: gestão dos resíduos de materiais de construção, envio da madeira da obra para reciclagem, tintas à base de água, captação e utilização de água da chuva para áreas comuns, medição individual de água, bacias sanitárias econômicas, lixeira para coleta seletiva de lixo, elevadores econômicos, entre outras.



**Figura 1:** Construção Sustentável

**FONTE:** Construções sustentáveis ganham destaque no mercado imobiliário.

<http://www.bentoazevedo.com.br/2013/construcoes-sustentaveis-ganham-destaque-no-mercado-imobiliario/> Acesso: 13/05/2014



**Figura 2:** Construção Sustentável

**FONTE:** Revista Técnica, Edição 198, ano 21 setembro de 2013

A construção civil é um dos ramos de negócios mais importantes para a consolidação da sociedade e também uma das mais incisivas transformações do homem sobre a natureza. Quando as construções obedecerem aos padrões da ecoeficiência, poderemos dizer que o desenvolvimento sustentável caminha para a sua aplicação. No Brasil assim como se destaca um promissor mercado para a construção civil, dispõe agora de todas as possibilidades de se destacar como uma nação sustentável.

# 1. CAPITULO I

## 1.1. SUSTENTABILIDADE

Sustentabilidade virou um tema essencial atualmente, o termo é utilizado para designar o bom uso dos recursos naturais da Terra, como a água, as florestas etc. mas também para chamar diversos produtos e serviços, por exemplo, existem carros com conceito de sustentabilidade, construções, prédios, empreendimentos entre outros. É um conceito para mostrar que o produto fabricado foi feito sem danificar ou prejudicar o meio ambiente.

A palavra sustentável significa sustentar, apoiar, conservar. O conceito de sustentabilidade está normalmente relacionado com uma mentalidade, atitude ou estratégia que é ecologicamente correta, e viável no âmbito econômico, socialmente justa e com uma diversificação cultural.

Segundo AGOPYAN; JOHN (2012, p.14):

O conceito de sustentabilidade é entendido no seu sentido amplo, conciliando aspectos ambientais com os econômicos e os sociais, item que inclui aspectos culturais. O desafio é fazer a economia evoluir, atendendo às expectativas da sociedade e mantendo o ambiente sadio para esta e para as futuras gerações.

Para se atingir a sustentabilidade da construção é imprescindível a incorporação da inovação pela construção civil, com mudanças em todas as atividades. Logo, construir sustentável é um conjunto de práticas adotadas com intuito de obter uma edificação que não agrida o meio ambiente com melhor conforto para os usuários colocando métodos e práticas em conformidade para que haja ausência ou redução de métodos construtivos que causam impacto ao meio ambiente.

Afirmam AGOPYAN; JOHN (2012, p.9):

O setor da construção é essencial para atender necessidades e anseios da sociedade, ao proporcionar abrigo, conforto e qualidade de vida para indivíduos, famílias e comunidades, estimular o crescimento e produzir riquezas para comunidades, empresas e governos. Ao mesmo tempo, o setor também é responsável por uma parcela significativa do consumo de recursos naturais, incluindo energia e água, além de ser um dos maiores responsáveis pela geração de resíduos sólidos e pela emissão de gases de efeito estufa.

Engenheiros civis buscam em construção sustentável usar tecnologias que preservem o meio ambiente e poupam os recursos naturais. Logo, o lado econômico, social e o impacto ambiental das construções serão os grandes desafios. Porém, levando em conta o ciclo de vida completo de uma construção, desde a escolha dos materiais até o processo de demolição e reciclagem, estes desafios garantem, a alta qualidade, resistência e durabilidade, sem descuidar do custo.

## 1.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL

Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento capaz de suprir às necessidades presentes sem comprometer a capacidade e a possibilidade das futuras gerações atenderem às suas próprias necessidades, não esgotando os recursos para o futuro.

O ser humano vem destruindo o meio ambiente, com o crescimento das cidades, as indústrias e os veículos estão causando transtornos para o ar, o solo e as águas. O desenvolvimento é necessário, porém, o ser humano precisa respeitar o meio ambiente. É necessário a integração entre o desenvolvimento econômico, a preservação do meio ambiente, a justiça social, a qualidade de vida e o uso racional dos recursos da natureza.



A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – RIO 92, realizada no Rio de Janeiro em 1992, foi o grande marco do desenvolvimento sustentável mundial. A Agenda 21, foi o principal plano aprovado nessa conferência, onde visa a transformação do desenvolvimento sustentável, fortalecendo a democracia e a cidadania, através da ética, justiça, participação, democracia e satisfação de necessidades. Consolidando alianças entre os diversos grupos sociais e priorizando a participação social.

O tema do desenvolvimento sustentável desde RIO-92, sobre Mudança do Clima e a Convenção sobre Diversidade Biológica está ocupando um lugar destaque na política externa brasileira. Com isso surgiu a proposta do país de sediar a RIO+20, onde todos os países das Nações Unidas se reunirão no Rio de Janeiro, para discutir os rumos do desenvolvimento sustentável para os próximos 20 anos.

O site do governo federal, RIO + 20, cita:

Foi especial o significado de realização da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável no Rio de Janeiro. Como sede da Cúpula da Terra, que consolidou o conceito de desenvolvimento sustentável em 1992, o Rio de Janeiro foi o local ideal para realização da Rio+20, que apontou os caminhos futuros do desenvolvimento.

No Brasil, a questão do desenvolvimento sustentável tem tomado conhecimento de todas as classes. Mesmo com essa consciência ambiental no país, muitas empresas ainda buscam somente o lucro, deixando de lado as questões ambientais e sociais.

Logo, o desenvolvimento econômico em países mais pobres, o caminho a seguir não pode ser o mesmo adotado pelos países industrializados.

Cita a ONG WWF: “Caso as sociedades do Hemisfério Sul copiassem os padrões das sociedades do Norte, a quantidade de combustíveis fósseis consumida atualmente aumentaria 10 vezes e a de recursos minerais, 200 vezes”.

Segundo dados divulgados pela ONU, caso todos os habitantes da Terra passassem a consumir como os americanos, precisaríamos de mais 2,5 planetas como o nosso. Os recursos naturais usados são maiores do que a natureza

consegue repor, e em curto prazo, como já está acontecendo, não teremos água nem energia suficiente para atender às nossas necessidades.

Diante do crescimento populacional e a necessidade de fazer novas moradias e outras construções civis, tem gerado inúmeros desequilíbrios ambientais como o aquecimento global, o efeito estufa, o degelo das calotas polares, poluição, extinção de espécies da fauna e flora entre tantos outros.

Com estes problemas começou a se pensar formas de produzir o desenvolvimento sem que o ambiente seja degradado. Sendo necessário reconhecer que os recursos naturais são finitos e devem ser usados com critério e planejamento. É um modo de pensar não só a satisfação das necessidades das gerações atuais, como também das futuras gerações.

Algumas medidas devem ser tomadas, como a conscientização com ações no sentido de reverter padrões insustentáveis de consumo e minimizar as desigualdades sociais. Também são medidas importantes optar pelo consumo de bens produzidos com tecnologia e materiais que não agredam o meio ambiente, utilização racional dos bens de consumo, e ainda, após o consumo, fim adequado aos resíduos.

## 2. CAPITULO II

### 2.1. CONSTRUÇÃO SUSTENTAVEL

O crescimento populacional deve ser seguido também do desenvolvimento que promove intervenções sobre o meio ambiente, sem esgotar os recursos naturais, preservando-os para as gerações futuras. É um conjunto de práticas adotadas antes, durante e após os trabalhos de construção com o intuito de obter uma edificação que não agrida o meio ambiente.

Busca conciliar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental, levando em consideração os aspectos sociais (FLORIM; QUELHAS, 2004, p.124).

Utiliza-se eco materiais e soluções tecnológicas inteligentes nessas construções, onde ocorre a redução de resíduos gerados pela construção, utilizando de forma inteligente e econômica água e energia, proporciona aos usuários conforto e melhor aproveitamento das áreas. Para se obter um padrão sustentável em uma construção o investimento inicialmente pode ser alto, mas com os benefícios com os ganhos com eficiência energética, uso racional da água e durabilidade da edificação esse custo reduz.

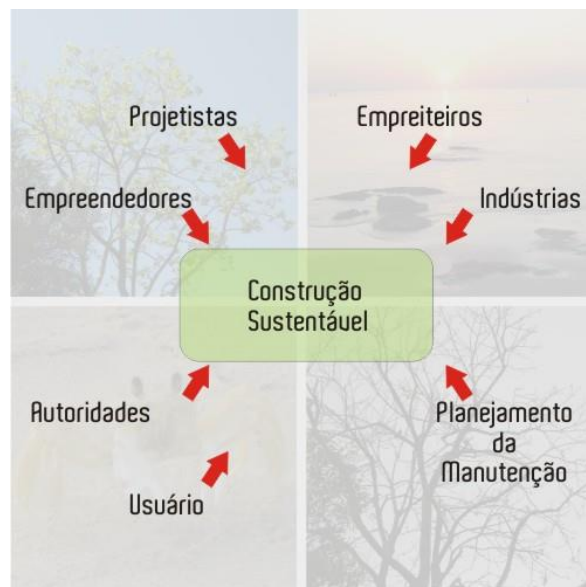
A obra sustentável tem que ter em seu projeto: os passivos dos recursos naturais (iluminação natural), prover sistemas e tecnologias que permitam redução no consumo de água (reuso, aproveitamento da água de chuva), racionalizar o uso de energia com a utilização de tecnologias eficazes como o aquecimento solar e a geração de energia por painéis. Deve também planejar áreas para coleta seletiva de lixo (reciclagem) e criar ambientes saudáveis, utilizando tecnologias para regular acústica e temperatura. Uma construção sustentável utiliza materiais e tecnologias que não agredem o meio ambiente, seja durante o processo de obtenção, fabricação, aplicação e durante a sua vida útil.

O projeto sustentável começa com a escolha de materiais menos agressivos, duráveis e que exijam o mínimo de impacto possível para sua obtenção. Podendo utilizar materiais reciclados. Também é necessário conhecer os fornecedores para garantir que tenham procedência ambientalmente segura.

Ainda deve ser analisado o ciclo de vida do empreendimento e dos materiais usados, o estudo do impacto ambiental da construção, um planejamento da gestão dos resíduos que serão gerados e melhor forma de utilização do material, além do que a planta deve ser planejada de modo que aproveite o máximo possível dos recursos naturais disponíveis (como ventilação e luminosidade natural) e promova a redução do consumo de energia e água através do reuso e implantação de formas alternativas de energia como a energia solar, a energia eólica e etc.

Durante a construção deve ser adotado cuidados para evitar o desperdício de materiais e se reaproveitar o máximo possível. Isso gera ganhos econômicos e ambientais. Ainda nessa fase e na finalização da obra é necessário a correta destinação dos resíduos da construção.

O projeto, por permitir um estudo antecipado, é o elemento que permite usar adequadamente os materiais, a energia, o solo e gerenciar os resíduos. Para que a construção seja sustentável é necessário que todos os envolvidos estejam em contato para que sejam escolhidas as melhores opções e soluções, demonstrado na figura 3.



**Figura 3:** Opções e soluções para construção sustentável

**Fonte:** <http://www.cliquearquitetura.com.br/porta/dicas/view/sustentabilidade-na-construcao-civil/> Acessado em: 27/10/2014.

Quanto maior a eficiência do processo de concepção e implantação dos ativos e menores forem seus custos de operação e administração, melhores poderão ser os resultados para seus originadores e/ou as rendas para seus investidores. Pode-se, assim, alcançar um universo maior de investidores (FEBRABAN, 2007, p.25).

Segundo FEBRABAN (2007, p. 27), há questões a serem tratadas em uma construção sustentável:

- Capacidade de pagamento (famílias / investidores)
- Redução de gastos de uso e manutenção dos edifícios
- Qualidade da habitação <-> benefícios sociais e econômicos
  - Menos gastos com saúde e transporte
  - Ganhos econômicos para as famílias e empresas
- Correção de distorções econômicas na cadeia
  - Soluções financeiras
  - Incentivos fiscais
- Garantia imobiliária do financiamento
  - Obsolescência prematura
- Mudanças cada vez mais rápidas e intensas
  - Flexibilidade do edifício
- Demanda e oferta
  - Ciclo de 5 anos para a percepção dos impactos
  - Financiamento de até 30 anos
  - Possibilidade de ofertar (local)
  - Perda de garantias
- Possibilidade de formação de bolhas (futuro)
  - Redução das taxas de juros e expansão do crédito (alavancagem)
  - Euforia do mercado imobiliário (percepção de riscos reduzidos)
  - Valorização dos imóveis e de seus ativos
  - Demanda, oferta e capacidade de pagar (perda de liquidez)
  - Variações futuras das condições macroeconômicas
  - Desvalorização dos imóveis e de seus ativos
  - Perda de garantias

### 2.1.1. Ciclo de vida da construção sustentável

Todo empreendimento deve realizar um projeto básico, composto por estudos, anteprojetos e orçamento estimativo.

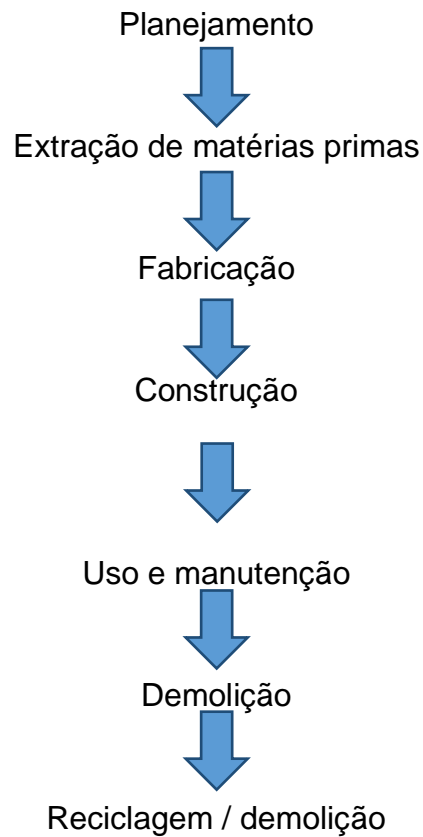
Deve ser considerado em um projeto de construção sustentável:

- O planejamento da obra de forma sustentável;
- O aproveitamento dos recursos naturais disponíveis (ventilação e luminosidade naturais, por exemplo, ao invés de ar condicionado e iluminação artificial durante o dia);
- Eficiência energética;
- Gestão e economia de água;
- Gestão de resíduos;
- Qualidade do ar e ambiente interior;
- Conforto térmico e acústico;
- Uso racional dos materiais;
- Uso de tecnologias e produtos que não agredam o meio ambiente.

A primeira etapa do ciclo de vida dos edifícios é o planejamento, onde planeja um desempenho sustentável, definindo o local de implantação e os objetivos funcionais, sociais e econômicos. Ao finalizada está etapa de concepção, entra o desempenho do Canteiro de obras, momento da realização do empreendimento, percebendo os impactos da construção.

A manutenção e reforma tornam-se etapas prioritárias e duradouras, pois determinam a vida útil das edificações e o aperfeiçoamento de seus níveis de desempenho. O ciclo de vida dos edifícios se encerra com a Demolição ou Desconstrução, etapa que também representa o início do ciclo de outro empreendimento.

## CICLO DE VIDA DE UMA CONSTRUÇÃO:



### 2.1.2. Premissas

A Construção Sustentável aborda o Desenvolvimento Sustentável no orbe da indústria da construção civil, ou seja, particulariza um conceito global. Sendo assim, pressupõe também a interdisciplinaridade, na medida que sua evolução nos leva a trabalhar com três macro temas, os aspectos ambientais, sociais e econômicos (FLORIM; QUELHAS, p.124, 2004).

#### 2.1.2.1. Viabilidade financeira

O empreendimento depois de idealizado passa por uma etapa de viabilidade financeira. A viabilidade de um projeto é a condição de sua capacidade de gerar retorno financeiro sobre o capital investido, isto é, gerar lucro.

Em construções sustentáveis utiliza-se materiais e sistemas construtivos com preços superiores aos convencionais, mas que ao longo do tempo esses custos serão recuperados com o aumento da vida útil da edificação e com a redução dos custos de operação e manutenção. Nesse sentido o retorno financeiro está na durabilidade e conforto que o projeto proporcionará aos usuários e na economia de recursos.

#### 2.1.2.2. Aspectos ambientais

Em uma edificação sustentável é necessário priorizar o baixo impacto ao meio ambiente, desde a concepção do projeto, a especificação dos materiais, a construção e a manutenção da edificação. Isso inclui o consumo de energia na vida útil das edificações, a energia gasta na fabricação dos materiais de construção, na obra e na desconstrução.

#### 2.1.2.3. Aspectos sociais

Os aspectos sociais da sustentabilidade são os cuidados a serem tomados em relação a todos os envolvidos no processo de construção da nova edificação, tanto os envolvidos no projeto e obra como a vizinhança afetada e os usuários finais.

Os profissionais envolvidos devem ter condições de trabalho adequadas, obedecendo as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho. Muito mais que levar em conta a preservação ambiental, as construções sustentáveis prezam por uma sustentabilidade saudável, priorizando o bem estar dos seus habitantes.



### 3. CAPITULO III

#### 3.1. GESTÃO DE RESÍDUOS

A construção civil vem gerando impactos ambientais, modificando paisagens e aumentando de maneira assustadora a sua geração de resíduos. E a gestão de resíduos pela construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, onde diminui o impacto ambiental gerado pelo setor e reduz custos.

Novas tecnologias e soluções têm sido estudadas para o tratamento de resíduos da construção civil, onde podem ser implantadas em diversos momentos do ciclo de vida. Tais resíduos muitas vezes são gerados nas construções ou demolições de prédios, pontes, estádios, escolas, enfim, em qualquer obra.

A seguir estão listadas algumas soluções para o tratamento de resíduos:

- Coleta dos resíduos na fonte: É necessário dispor de veículos adequados ao transporte dos resíduos que produzem. Logo, saber para onde destiná-los. Uma destinação incorreta pode levar a empresa a levar multa e em alguns casos, até a perda da autorização para trabalhar no setor.
- Processo de transformação dos resíduos em matéria prima: Depois de coletados, os resíduos devem passar por um controle de qualidade.
- Processamento dos resíduos na fonte de geração dos resíduos: Pode usar máquinas móveis para o processamento de resíduos na fonte de geração dos mesmos.
- Processamento dos resíduos fora da fonte de geração dos resíduos: Mais comum no Brasil. Sua vantagem é o custo de investimento ser menor do que a versão móvel, por outro lado, tem um campo de atuação limitado.

### 3.1.1. Reciclagem

A reciclagem visa a redução do uso de recursos naturais e permanência da matéria-prima no processo de produção. No setor da construção civil, muitas empresas descartam seus resíduos da forma mais econômica e rápida, sem se preocupar com o meio ambiente.

Para ÂNGULO; ZORDAN; JOHN (2001, p.1): “A reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos”.

Segundo a Resolução 307 do CONAMA (2002, p. 95), resíduos da construção civil são aqueles provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solo, rocha, madeira, forro, argamassa, gesso, telha, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc., comumente chamados de entulho de obra, caliça ou metralha.

Assim, algumas construtoras vêm buscando um desenvolvimento sustentável para o negócio, através de técnicas viáveis para melhor reutilização de seus materiais. A reciclagem de resíduos é uma das formas para solucionar os problemas gerados pelo descarte ilegais, minimizando a saída de resíduos e entrada de matéria-prima não retornável.

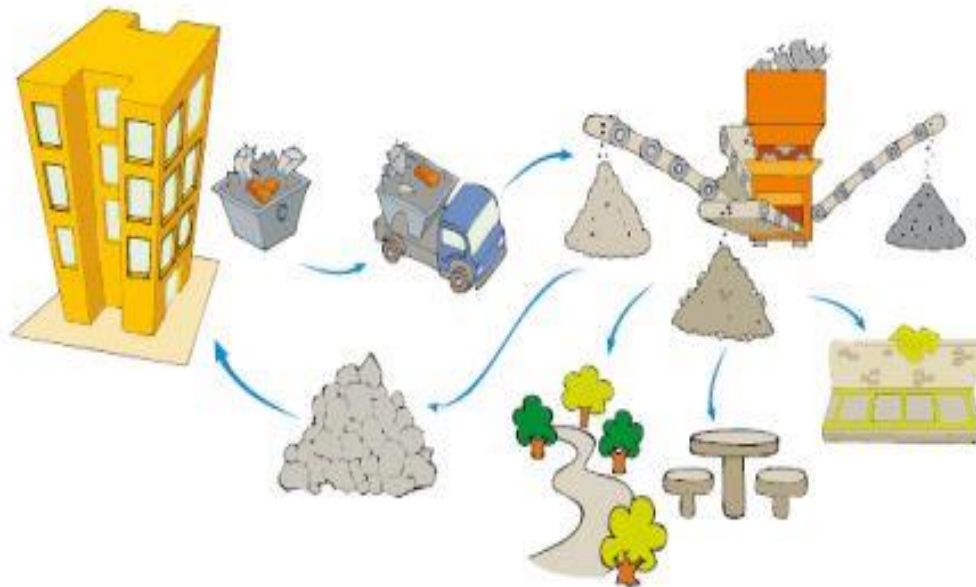
Embora a redução na geração de resíduos seja sempre uma ação necessária, ela é limitada, uma vez que existe impurezas na matéria-prima, envolve custos e patamares de desenvolvimento tecnológico (JOHN, 2000).

A reciclagem na construção civil pode gerar vários benefícios econômicos e ambientais, dentre eles: redução da extração e do consumo de recursos naturais, redução de aterros para descartes de resíduos, redução de energia no processo de produção, redução da poluição, conseqüentemente redução do custo, figura 4.

Cita (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001, p.2):

A reciclagem de resíduos, assim como qualquer atividade humana, também pode causar impactos ao meio ambiente. Variáveis como o tipo de resíduo, a tecnologia empregada, e a utilização proposta para o material reciclado, podem tornar o processo de reciclagem ainda mais impactante do que o próprio resíduo era antes de ser reciclado. Dessa forma, o processo de reciclagem acarreta riscos ambientais que precisam ser adequadamente gerenciados.

A reciclagem dos resíduos da construção civil pode ser feita dentro ou fora dos canteiros de obras, onde materiais como argamassa, concreto, material cerâmico, madeira, vidro e componentes de vedações, que possuem alto poder de reciclagem, são submetidos à trituração, em que ocorre a quebra dos resíduos em pedaços menores. Problemas gerados pelo gerenciamento inadequado do entulho ou até mesmo ausência de planejamento apresentam impactos negativos à sociedade, ao meio ambiente e às indústrias de modo geral.



**Figura 4:** Fluxograma de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil.

**Fonte:** <http://www.cliquearquitetura.com.br/portal/dicas/view/sustentabilidade-na-construcao-civil/> Acessado em: 27/10/2014.

A reciclagem desses resíduos é o melhor caminho para o desenvolvimento sustentável, tão almejado atualmente.

### 3.1.2. Reciclagem no Brasil

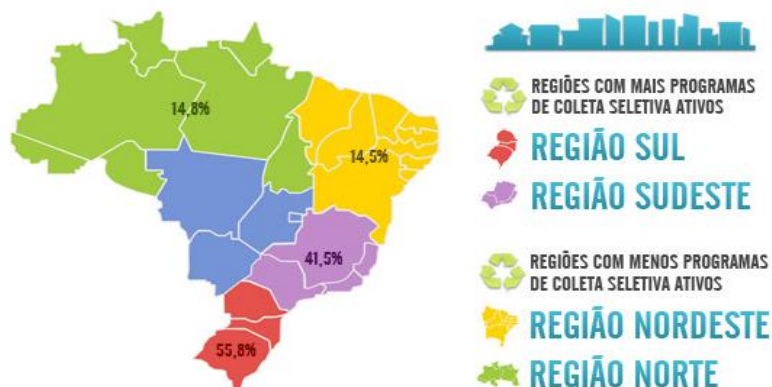
A reciclagem no Brasil ainda é muito baixa, porém vem crescendo aos poucos com a criação da Associação Brasileira para a Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON).

A Associação Brasileira para a Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil e Demolição surgiu com intuito de mobilizar e sensibilizar governos e sociedade sobre a problemática do descarte irregular dos resíduos da construção e oferecer soluções sustentáveis para a construção civil. A ABRECON representa o que há de mais avançado e inteligente na gestão dos Resíduos da Construção Civil e Demolição no Brasil.

O desafio da reciclagem no Brasil é a separação de diferentes materiais na reciclagem, sendo que apenas 32,3% das cidades Brasileiras tem um programa de coleta seletiva eficaz, tornando necessário o desenvolvimento de técnicas de processamento, Figura 5. Produtos como cimentos, concretos e argamassas são exemplos dessa dificuldade pois possuem muitos resíduos, que possuem baixa resistência mecânica, demandando um maior consumo, resultando em um maior custo e é ambientalmente insustentável. Os produtos da reciclagem são utilizados principalmente em pavimentos e até na fabricação de produtos de concreto, mas existe resistências do mercado.

## COLETA SELETIVA NO BRASIL

**32,3%** DAS CIDADES BRASILEIRAS TÊM UM PROGRAMA DE COLETA SELETIVA



**FIGURA 5: COLETA SELETIVA NO BRASIL**

**FONTE:** Atitude sustentável, dados da reciclagem no brasil, Disponível em:

<http://www.atitudessustentaveis.com.br/artigos/dados-da-reciclagem-no-brasil/> ACESSADO EM:

09/10/2014.

A Resolução CONAMA Nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

IV - Classe D - são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

A construção civil é a área que mais geram resíduos (cerca de 50%). Reciclando os entulhos podem-se obter inúmeras vantagens, sejam elas econômicas ambientais e de qualidade. Prefeituras de algumas cidades, como Belo Horizonte, já fazem uso desse recurso e tem gerado inúmeros retornos. Além de esvaziar os aterros, os materiais reciclados são bem mais baratos e com a mesma qualidade. (CARAMALAC).

Ao se analisar a reciclagem de resíduos na construção civil brasileira percebe-se falhas no processo de pesquisa e desenvolvimento, principalmente no tocante aos atores envolvidos no processo. Encontram-se problemas no desenvolvimento do produto, transferência de tecnologia e análise de desempenho ambiental (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001, p.11).

A reciclagem de resíduos no Brasil como materiais de construção é ainda tímida, com a possível exceção da intensa reciclagem praticada pelas indústrias de cimento e de aço. Este atraso tem vários componentes. Em primeiro lugar, os repetidos problemas econômicos e os prementes problemas sociais ocupam a agenda de discussões políticas (ÂNGULO; ZORDAN; JOHN, 2001, p. 3).

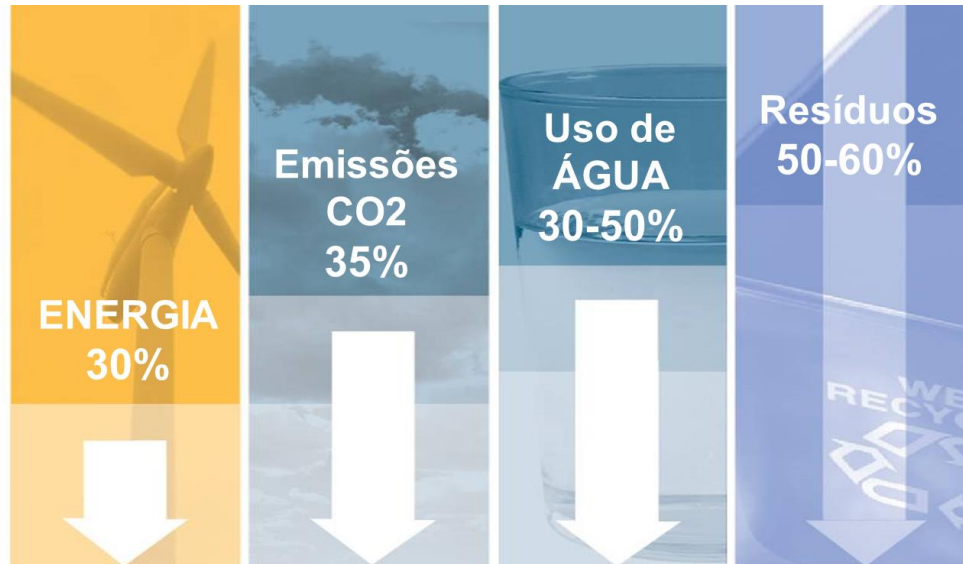
## 3.2. CERTIFICAÇÕES

### 3.2.1. LEED

O LEED é o principal selo da construção sustentável ao redor do mundo. Criada pelo USGBC (United States Green Building Council), organização não-governamental fundada em 1993 nos Estados Unidos. Já no Brasil, chegou há poucos anos, sendo considerada hoje o principal selo para edificações no país.

Este certificado indica que o empreendimento foi construído de forma socioambiental, em que, uniu o bem estar de seus funcionários, ações para a comunidade em que está inserido e principalmente a redução ou eliminação dos impactos junto ao meio ambiente.

Um empreendimento com certificado LEED, reduzir significativamente os impactos negativos ao meio ambiente, como mostra na Figura 6.



**Figura 6:** Impactos negativos ao meio ambiente de certificado LEED

**FONTE:** NOVA OPERSAN - SOLUÇÕES AMBIENTAIS, Disponível em:

<http://info.opersan.com.br/> Acessado em: 23/10/2014

Para a emissão da certificação LEED, não basta construir com base em sustentabilidade, mas sim todos os processos da construção, desde antes, durante e depois são analisados.

Na avaliação do empreendimento, de acordo com os critérios do sistema LEED, disponível no site LEED.NET, é verificada a possibilidade de atendimento aos Pré-Requisitos obrigatórios e ao número mínimo de pontos.

Os Pré-Requisitos são distribuídos em 7 categorias:

- Uso racional da água;
- Eficiência energética;
- Redução, reutilização e reciclagem de materiais e recursos;
- Qualidade dos ambientes internos da edificação;
- Espaço sustentável;

- Inovação e tecnologia e atendimento a necessidades locais.

A pontuação interfere no nível da certificação. O máximo de pontos adquiridos é 110 e o mínimo é 40 pontos.

- Mais de 40 pontos: Selo LEED.
- Mais de 50: Selo LEED Silver.
- Mais de 60: Selo LEED Gold.
- Mais de 80: Selo LEED Platinum

A certificação possui 8 modelos diferentes de selos LEEDS:

- LEED NC: Voltado para novas construções e grandes projetos de renovação de edificações já existentes.
- LEED ND: Projetos com o objetivo de desenvolvimento de bairros inteiros.
- LEED CS: Projetos de entorno das edificações e também para a parte central.
- LEED Retail NC e CI: Criado para lojas de varejo.
- LEED Healthcare: Edificações desenvolvidas para abrigar unidades de saúde.
- LEED EB\_OM: Criado para iniciativas de manutenção de edifícios que já existem.
- LEED Schools: Escolas e centros de ensino.
- LEED CI: Projetos de interior ou edifícios comerciais.

O Brasil é o quarto país no ranking dos países que possuem o maior número de edificações em processo de certificação LEED no setor da construção civil. Na frente do Brasil, estão apenas EUA, China e Emirados Árabes Unidos.

A REVISTA PINI (2012), exemplifica:

Além dos números expressivos, o setor deve comemorar a busca pela certificação por empreendimentos dos ramos industrial, fabril, esportivo, hoteleiro, varejista e hospitalar, por exemplo. Prova disso é que o centésimo empreendimento LEED no Brasil é um centro de manutenção de uma garagem de ônibus rodoviários, fato inédito.



### 3.2.2. Outras

Segundo dados do site Construir Sustentável, hoje existem aproximadamente 340 selos ecológicos, chamados de ecolabels, que certificam produtos e serviços espalhados por aproximadamente 42 países no mundo. A seguir está listado alguns dos selos que estão mais relacionados com as atividades da construção civil sustentável.

#### 3.2.2.1. Selo Casa Azul da Caixa



**Figura 7:** Selo Casa Azul da Caixa

**Fonte:** <http://www.construirsustentavel.com.br/green-building/selos>. Acessado em: 29/10/2014.

Algumas empresas Brasileiras possuem o seu próprio selo, como exemplo, podemos citar a Caixa Econômica Federal, Figura 7. O enfoque sustentável embutido no selo exige que a construção seja aprovada a partir da análise de 53 critérios, entre obrigatórios e de livre escolha, nas seis diferentes categorias criadas: Qualidade Urbana; Projeto e Conforto; Eficiência Energética; Conservação de Recursos Materiais; Gestão da Água; Práticas Sociais.

Para conseguir a aprovação, o Guia do Selo Casa Azul Caixa pode ser baixado, gratuitamente, no site da Caixa na internet: [www.caixa.gov.br](http://www.caixa.gov.br) (em Desenvolvimento Urbano/Gestão Ambiental).

### 3.2.2.2. PROCESSO AQUA: Alta Qualidade Ambiental

O certificado Processo AQUA é obtido por meio de uma gestão total do projeto para obter a alta qualidade ambiental do seu empreendimento de construção. Essa qualidade é demonstrada para seus clientes, investidores e demais partes interessadas por meio da certificação, Figura 8.



**Figura 8:** Selo PROCESSO AQUA

**Fonte:** <http://www.construirsustentavel.com.br/green-building/selos>. Acessado em: 29/10/2014.

A certificação e a marca Processo AQUA são concedidas pela Fundação Vanzolini, com base em auditorias presenciais independentes.

Os benefícios de um empreendimento certificado Processo AQUA são: Qualidade de vida do usuário; Economia de água; Energia; Disposição de resíduos e manutenção; Contribuição para o desenvolvimento sócio-econômico-ambiental da região.

Para obter a certificação o empreendedor da construção deve estabelecer o controle total do projeto em todas as suas fases.

### 3.2.2.3. PROCEL EDIFICA

No Brasil, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais e comerciais, é bastante significativo. A tendência de crescimento estimada é ainda maior. Pois isto permite o acesso da população aos confortos proporcionados pelas novas tecnologias.

O Procel Edifica promove condições para o uso eficiente da eletricidade nas edificações, reduzindo os desperdícios de energia, de materiais, e os impactos sobre o meio ambiente, Figura 9.



**Figura 9:** Selo PROCEL EDIFICA

**Fonte:** <http://www.construirsustentavel.com.br/green-building/selos>. Acessado em: 29/10/2014.

O Programa tem como metas o desenvolvimento de um conjunto de projetos visando:

- Investir em capacitação tecnológica e profissional, estimulando a pesquisa e o desenvolvimento de soluções adaptadas à realidade brasileira, de forma a reduzir o consumo de energia elétrica nas edificações;
- Atrair um número cada vez maior de parceiros ligados aos diversos segmentos da construção civil, melhorando a qualidade e a eficiência das edificações brasileiras;

- Divulgar os conceitos e práticas do bioclimatismo, por meio da inserção do tema conforto ambiental e eficiência energética nos cursos de Engenharia, formando uma nova geração de profissionais comprometidos com o desenvolvimento sustentável do País;
- Disseminar os conceitos e práticas de EEE e CA entre os profissionais de engenharia, e aqueles envolvidos em planejamento urbano;
- Apoiar a implantação da Regulamentação da Lei de Eficiência Energética (Lei 10.295/2001) no que toca às Edificações Brasileiras, além de orientar tecnicamente os agentes envolvidos e técnicos de Prefeituras, para adequar seus Códigos de Obras e Planos Diretores.

Atualmente o Programa Procel Edifica conta com as seguintes parcerias: Ministério de Minas e Energia, Ministério das Cidades, Universidades UFPA, UFRN, UFAL, UFBA, UFMG, UnB, UFMS, UFMT, UFF, UFRJ, UFSC, UFRGS, UFPel, PUCPR, CAIXA, IBAM, IAB, CBIC, FGV, USAID/ICF, CEPEL, SEBRAE-RJ, CREA e ELETROSUL.

#### 3.2.2.4. Conselho Brasileiro da Construção Sustentável (CBCS)

A construção civil, é um dos mais importantes setores da economia, e é essencial ao desenvolvimento da sociedade contemporânea, com destaque para as áreas de moradia, comércio, serviços e infra-estrutura, que geram milhões de empregos diretos e indiretos. Por ser uma atividade de transformação, a construção civil se caracteriza como um dos setores que mais consomem recursos naturais e geram grandes quantidades de resíduos, desde a produção de seus materiais, até a execução da obra e a sua utilização.

Com o objetivo de induzir o setor da construção a utilizar práticas mais sustentáveis que venham melhorar a qualidade de vida dos usuários, dos trabalhadores e do ambiente que cerca as edificações, foi constituído, em agosto de 2007, o CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, resultado da articulação entre lideranças empresariais, pesquisadores, consultores, profissionais atuantes e formadores de opinião, figura 10.



**Figura 10:** Selo CBCS

**Fonte:** <http://www.construirsustentavel.com.br/green-building/selos>. Acessado em: 29/10/2014.

O CBCS está contribuindo com a formação de parceiros estratégicos para: gerar e disseminar conhecimentos e boas práticas; promover a inovação; integrar o setor da construção aos demais setores da sociedade; elaborar diretrizes; discutir políticas públicas; coordenar soluções e ações que otimizam o uso de recursos naturais, sociais e econômicos, reduzir os efeitos negativos e potencializar os efeitos benéficos para a construção de um ambiente mais saudável e uma sociedade mais equilibrada e feliz.

Além disso, foram criados os Comitês Temáticos, que debatem e indicam boas práticas para as áreas das edificações, como a de energia, água, materiais, projetos e avaliação de sustentabilidade.

Os resultados dos trabalhos dos Comitês Temáticos dão origem a encaminhamentos no sentido da produção de documentos, da realização de palestras, simpósios, e ações, de forma a disseminar o conhecimento aos agentes da cadeia produtiva e da sociedade.

### 3.2.2.5. SELO BH Sustentável

O Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte é uma política pública de iniciativa da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e do Comitê Executivo da Copa de 2014, figura 11.



**Figura 11:** Selo BH Sustentável

**Fonte:** <http://www.construirsustentavel.com.br/green-building/selos>. Acessado em: 29/10/2014.

A Certificação fez parte dos projetos de Sustentabilidade da Prefeitura de Belo Horizonte para a Copa do Mundo da FIFA Brasil 2014, visando atender às diretrizes assumidas pelo Brasil junto à FIFA, que recomendaram a redução dos impactos sócio-ambientais decorrentes da realização do evento, nos moldes das copas da Alemanha e da África do Sul.

A certificação ambiental é destinada aos empreendimentos públicos e privados, residenciais, comerciais e industriais, que adotam medidas que contribuam para a redução do consumo de água, de energia, das emissões atmosféricas e da geração de resíduos sólidos, além de alternativas de reciclagem e de reaproveitamento dos resíduos gerados.

A base legal da certificação é a Deliberação Normativa nº 66/2009 do Conselho Municipal de Meio Ambiente - COMAM, que estabeleceu medidas de

sustentabilidade e combate às mudanças climáticas e a Portaria SMMA nº 06/2012 da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, que regulamenta o Programa.

Os empreendimentos certificados receberão os selos Bronze, Prata e Ouro. Haverá ainda um Certificado de Boas Práticas Ambientais para aqueles empreendimentos que implementarem medidas de sustentabilidade, mas não alcançarem os índices mínimos estabelecidos para a certificação, em cada área temática.

## 4. CAPÍTULO IV

### 4.1. ESTUDO DE CASO

Sabendo que é possível adotar soluções para reduzir os impactos ambientais, este trabalho tem como objetivo estudar os casos de construções que minimizam os impactos ambientais como o aproveitamento dos recursos naturais, racionalização do uso da energia, utilização de tecnologias que permitam economia de água, entre outros.

Como estrutura da metodologia deste trabalho, serão apresentados alguns estudos de casos de construções sustentáveis.

#### 4.1.1. CERTIFICAÇÃO LEED DOS ESTÁDIOS DA COPA DO MUNDO DE 2014 NO BRASIL:

Por meio da revisão bibliográfica realizada neste trabalho, foi percebido que todos os estádios construídos para a Copa do Mundo receberam o certificado LEED (Liderança em energia e projeto ambiental) do U.S. Green Building Council. Segundo o site Planeta verde, os estádios que recebem esta distinção podem ter um custo de construção ou reforma elevado em até 7%, mas chegam a economizar 30% em energia, 50% no consumo de água e 35% nas emissões de gás carbônico. A seguir, será mostrado alguns estudos de casos referentes as construções dos estádios que sediaram a Copa do Mundo de 2014 no Brasil.



#### 4.1.1.1. Maracanã, no Rio de Janeiro

O Maracanã tem capacidade de gerar 400 mil kW/h de energia por ano através dos 2,5 mil metros quadrados de placas fotovoltaicas que estão instaladas na cobertura do estádio. É suficiente para fornecer 9% da energia necessária para o funcionamento, além de abastecer 240 residências para a Copa do Mundo de 2014, Figura 12.



**Figura 12:** Maracanã

**FONTE:** GLOBO ESPORTE, FOTOS: as várias caras do Maracanã, Disponível em:

<http://globoesporte.globo.com/futebol/copa-das-confederacoes/fotos/2013/06/fotos-varias-caras-do-maracana.html>. Acessado em: 03/11/2014.

A cobertura possui dispositivos economizadores com captação de água de chuva, o que reduz o uso de água potável em 50% e de água no geral em 40%. A água de chuva captada no teto é utilizada na irrigação do campo e no funcionamento dos banheiros, que contam com torneiras com fechamento automático e descargas ecológicas (AMBIENTE ENERGIA, 2014).

Em parceria com o Recicla Rio, cooperativas de catadores da Zona Norte do Rio de Janeiro, onde separa o material reciclável dos resíduos produzidos diariamente no local, reaproveitando sete toneladas por mês de materiais recicláveis, como latas de alumínio, papel, papelão e plástico. Os catadores ainda recebem uma renda fixa mensal, custeada pelo Maracanã (GOVERNO DO RIO DE JANEIRO, 2014).

#### 4.1.1.2. Arena Castelão, em Fortaleza

A Arena Castelão adotou medidas e equipamentos que promoveram redução de impactos ambientais, como o reaproveitamento de estruturas já existentes. Estas medidas apresentaram uma redução de 67,6% no consumo água potável, redução de 12,7% no consumo anual de energia e 97% dos resíduos do projeto. Além disso, foram desviados do aterro sanitário, utilizaram um esgoto a vácuo nas bacias sanitárias, tendo uma redução de 90% do consumo de água em locais como os sensores de presença nos mictórios. Foram construídas centrais de resíduos, durante a obra 97,07% dos resíduos gerados foram desviados dos aterros sanitários, sendo reutilizados ou reciclados (JORNAL ESTADÃO, 2014), figura 13.



**Figura 13:** Arena Castelão

**Fonte:** TRIBUNA CEARA, Arena Castelão, <http://tribunadoceara.uol.com.br/esportes/tag/arena-castelao/> Acessado em: 03/11/2014

#### 4.1.1.3. Arena Fonte Nova, em Salvador

A Arena Fonte Nova contou com a reutilização de 100% do concreto da antiga Fonte Nova, possui 20% de seus materiais de construção feitos de produtos reciclados, 75% dos resíduos do projeto de construção desviados a aterro sanitário. 35% de sua energia é de fontes renováveis como solar e eólica e também utiliza lâmpadas de alto rendimento, atendendo normas internacionais de eficiência energética (PENSAMENTO VERDE, 2014), figura 14.



**Figura 14:** Arena Fonte Nova

**Fonte:** ODEBRECHT ONLINE, Sob o sol da Bahia, Disponível em:

<http://www.odebrechtonline.com.br/exclusivoonline/2014/02/05/sob-o-sol-da-bahia/> Acessado em:

03/11/2014.

O teto é de membrana de politetrafluoretileno (PTFE), um material com maior durabilidade, que absorve menos calor e utiliza o mínimo de água possível na limpeza. A cobertura que capta água da chuva para o reuso, possuindo um sistema para repelir o calor e evitar grandes gastos com refrigeração, a fachada possibilita a ventilação e iluminação natural (COPA 2014, 2014).



#### 4.1.1.4. Beira-Rio, em Porto Alegre

O Estádio Beira Rio contou com o reaproveitamento de material, onde os resíduos gerados durante a reforma, 75% foram destinados para reciclagem ou reaproveitamento. Utilizou concreto nos bancos reduzindo a utilização de estruturas de madeira. Utiliza água da chuva na irrigação do gramado, na lavagem do estádio e nas caixas de água dos banheiros, e a iluminação de parte do campo por energia elétrica solar (BRASIL.GOV, 2014), figura 15.



**Figura 15:** Beira Rio

**Fonte:** IG, Vai ter copa, Disponível em: <http://vaitercopaeagora.ig.com.br/> Acessado em: 03/11/2014.

A cobertura é feita de membrana de politetrafluoretileno (PTFE), material com maior durabilidade (30 anos), que absorve menos calor e é fácil de limpar. Além disso, o material permite iluminação e ventilação natural (COPA 2014,2014).

#### 4.1.1.5. Mineirão, em Belo Horizonte

O Mineirão foi o único estádio a conseguir o selo Platinum, o melhor nível de certificação.

O destaque foi a Usina Solar Fotovoltaica, com capacidade de geração de 1.600 MWH/ano de energia, volume equivalente ao consumo médio de 1.200 casas, o sistema é composto por 6.000 células de silício cristalino instaladas em 9.500 metros quadrados de área na cobertura do estádio. Toda a energia gerada pelas usinas é consumida pelo estádio. Sendo que esse sistema eficiente reduz 30% o uso de iluminação (CEMIG, 2014). Figura 16.



**Figura 16:** Mineirão

**Fonte:** MINAS 247, Mineirão estreia usina solar em estádios da copa, Disponível em: <http://www.brasil247.com/> Acessado em: 03/11/2014.

Mais de 79% dos resíduos gerados foram desviados de aterros sanitários. As 52.100 cadeiras do antigo Mineirão foram doadas a 14 estádios, ginásios e instituições de Minas Gerais. A coleta de água da cobertura é armazenada em um reservatório, suprimindo 100% da demanda das bacias e mictórios. Os sanitários eficientes reduzem cerca de 10% o consumo de água nas torneiras (BRASIL.GOV, 2014).

Por ser patrimônio histórico, a fachada foi mantida, sendo 85% da antiga estrutura, com a preservação de 32.500 metros cúbicos de concreto e 3.610 toneladas de aço (BRASIL.GOV, 2014).

#### 4.1.1.6. Arena da Amazônia, em Manaus

A Arena Amazônia contou com o reaproveitamento de 95% dos materiais removidos e demolidos do antigo Estádio Vivaldo Lima. Priorizou o uso de materiais sustentáveis, como o porcelanato ecológico e o piso de borracha natural. Conta com uma alta eficiência energética e hidráulica com uso de bioetanol e energia geotérmica para gerar eletricidade. Além de reaproveitar a água da chuva, iluminação com lâmpadas à energia solar, paredes e coberturas vegetais, diminuindo a temperatura dentro do estádio (COPA 2014, 2014), Figura 17.



**Figura 17:** Arena Amazônia

**Fonte:** GLOBO ESPORTE, Às vésperas da abertura, novas fotos mostram Arena da Amazônia 'quase' pronta, Disponível em: <http://globoesporte.globo.com/am/fotos/2014/03/vesperas-da-abertura-novas-fotos-mostram-arena-da-amazonia-pronta.html> Acessado em: 03/11/2014.



#### 4.1.1.7. Arena Pantanal, em Cuiabá

A Arena Pantanal conta com arquibancadas de metal parafusado, para reduzir custos com a manutenção. Foram instaladas placas fotovoltaicas, equipamentos com menor consumo de energia, contando com o reaproveitamento e o tratamento da água da chuva. Possui dispositivos economizadores que reduzem em até 20% o consumo de energia elétrica. As paredes que foram pintadas com tintas livres de componentes orgânicos voláteis e toda cerâmica ou porcelanato usados tem material reciclado em sua composição. O estádio é completamente vazado nas laterais e na cobertura priorizando a ventilação (A COPA DO PANTANAL, 2014), figura 18.



**Figura 18:** Arena Pantanal

**Fonte:** FOLHA DE SÃO PAULO, Arena Pantanal, Disponível em:

<http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/7702-arena-pantanal> Acessado em: 03/11/2014.

#### 4.1.1.8. Estádio Mané Garrincha, em Brasília

O Estádio Mané Garrincha contou com a reutilização de materiais presentes na antiga estrutura. Painéis solares para a captação de energia são responsável por 100% do fornecimento energético e a reutilização da água da chuva, 80% de toda a demanda do empreendimento. Também conta com sistemas de iluminação e ar condicionado inteligentes e programa de reciclagem de resíduos (BRASIL.GOV, 2014), figura, 19.



**Figura 19:** Estádio Mané Garrincha

**Fonte:** ESTÁDIO NACIONAL DE BRASÍLIA MANÉ GARRINCHA, Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha será inaugurado em maio, Disponível em:  
<http://www.estadionacionaldebrasil.com.br/portal/noticias/estadio-nacional-de-brasilia-mane-garrincha-sera-inaugurado-em-maio/> Acessado em: 03/11/2014.

A estrutura da cobertura foi concebida para ser um dos elementos mais marcante do projeto. Além de servir para proteger os espectadores, ela foi revestida de dióxido de titânio que, em contato com a água da chuva, libera oxigênio na atmosfera (COPA 2014, 2014).



## 5. CONCLUSÃO

Ao conceituarmos sustentabilidade percebeu-se que tal discussão vem tomando grandes proporções no Brasil. Porém, na construção civil há ainda uma busca pelo desenvolvimento de suas aplicabilidades.

O setor da construção civil vem se adaptando a necessidade de projetar visando um ambiente mais saudável, capaz de atender às necessidades presentes sem comprometer futuras gerações e não esgotando os recursos para o futuro.

Porém é necessário a conscientização dos profissionais do setor com propostas que substituam materiais e técnicas tradicionais por novas tecnologias sustentáveis. Também deve ter participação de outros setores da sociedade promovendo ações de educação ambiental. Logo, estas questões que afetam a população e seu ambiente, vem avançando de modo a se alcançar o equilíbrio ecológico e sustentável.

Podemos perceber então que no Brasil a busca por novas tecnologias que priorizam diminuir os impactos ambientais causados pelas construções civis já é realidade. Todos os estádios estudados receberam a certificação LEED, porém, percebe-se que ainda existe muito avanço a ser realizado. É necessário mais empenho e investimento em novas tecnologias para poder equilibrar os grandes impactos que estes tipos de construções geram.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A COPA DO PANTANAL, **A arena pantanal da copa 2014**. Disponível em: <http://acopadopantanal.com.br/>. Acessado em: 03/11/2014.

ABRECON, **Promover a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição no Brasil**. Disponível em: <http://www.abrecon.org.br/Conteudo/1/Associacao.aspx>. Acessado em: 04/11/2014.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley, M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 2012.

ALMEIDA, Fernando. **Desenvolvimento Sustentável 2012-2050: visão, rumos e contradições**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

AMBIENTE ENERGIA. **Maracanã recebe selo LEED prata de sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.ambienteenergia.com.br/index.php/2014/06/maracana-recebe-selo-leed-prata-de-sustentabilidade/>. Acessado em: 15/10/2014.

ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Edurado; JOHN, Vanderley Moacyr. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. São Paulo: PCC - Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. 2001.

ATITUDE SUSTENTAVEL, **Dados da reciclagem no brasil**, disponível em: <http://www.atitudessustentaveis.com.br/artigos/dados-da-reciclagem-no-brasil>. Acessado em: 09/10/2014.

BRASIL.GOV. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/esporte/2014/08/estadio-beira-rio-recebe-certificacao-leed-prata-de-sustentabilidade>. Acessado em: 26/10/2014.

CARAMALAC, CARINA. **A reciclagem de resíduos na construção civil**, disponível em: <http://meuartigo.brasilecola.com/atualidades/a-reciclagem-residuos-na-contrucao-civil.htm>. Acessado em: 15/10/2014.

CEMIG. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/sites/Imprensa/pt-br/Paginas/Usina-Solar-do-Mineirao>. Acessado em: 26/10/2014.

CLIQUE ARQUITETURA. **Sustentabilidade na construção civil**. Disponível em: <http://www.cliquearquitetura.com.br/portal/dicas/view/sustentabilidade-na-construcao-civil/>. Acessado em: 27/10/2014.

Construções sustentáveis ganham destaque no mercado imobiliário, disponível em: <http://www.bentoazevedo.com.br/2013/construcoes-sustentaveis-ganham-destaque-no-mercado-imobiliario/>. Acessado em: 13/05/2014.

CONSTRUIR SUSTENTÁVEL, **Selos**. Editora RMN Digital. Disponível em: <http://www.construirsustentavel.com.br/green-building/selos>. Acessado em: 29/10/2014.

COPA 2014. **Arenas da copa com ações sustentáveis**. Disponível em <http://www.copa2014.rs.gov.br/arenas-da-copa-com-acoes-sustentaveis>. Acessado em: 16/10/2014.

CHURCHILL, Winston. **Tornando nosso ambiente construído mais sustentável**. Washington, Island Press, 2010.

ECO D, **Iniciativas sustentáveis na construção das arenas da Copa do Mundo de 2014**, disponível em: <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2012/maio/iniciativas-sustentaveis-na-construcao-das-arenas>. Acessado em: 20/10/2014.

Engenharia Civil e tecnologias verdes, disponível em: <http://engenhariaverde.wordpress.com/>. Acessado em: 12/05/2014.

ESTÁDIO NACIONAL DE BRASÍLIA MANÉ GARRINCHA, **Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha será inaugurado em maio**, Disponível em: <http://www.estadionacionaldebrasil.com.br/portal/noticias/estadio-nacional-de-brasil-mane-garrincha-sera-inaugurado-em-maio/>. Acessado em: 03/11/2014.

FEBRABAN, **Construção Sustentável**. 2007. Disponível em: <http://www.febraban.org.br/> Acessado em: 07/1/2014.

FOLHA DE SÃO PAULO, Arena Pantanal, Disponível em:  
<http://fotografia.folha.uol.com.br/galerias/7702-arena-pantanal> Acessado em:  
03/11/2014.

FLORIM, Leila Chagas; QUELHAS, Osvaldo Luiz Gonçalves. **Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional eco-eficiente.** Rio de Janeiro. Engevista. 2004.

FUCALE, Stela. **Engenharia Civil & Tecnologias Verdes**, 2011, disponível em:  
<http://engenhariaverde.wordpress.com/>. Acessado em: 10/05/2014.

IG, **Vai ter copa**, Disponível em: <http://vaitercopaeagora.ig.com.br/>. Acessado em:  
03/11/2014.

GLOBO ESPORTE, **Às vésperas da abertura, novas fotos mostram Arena da Amazônia 'quase' pronta**, Disponível em:  
<http://globoesporte.globo.com/am/fotos/2014/03/vesperas-da-abertura-novas-fotos-mostram-arena-da-amazonia-pronta.html>. Acessado em: 03/11/2014.

GLOBO ESPORTE, FOTOS: as várias caras do Maracanã, Disponível em:  
<http://globoesporte.globo.com/futebol/copa-das-confederacoes/fotos/2013/06/fotos-varias-caras-do-maracana.html>. Acessado em: 03/11/2014.

GOVERNO DO RIO DE JANEIRO. **Maracanã recebe título de estádio sustentável.** Disponível em: Acessado em: 18/10/2014.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo: São Paulo, 2000.

JORNAL ESTADÃO, Disponível em:  
<http://esportes.estadao.com.br/noticias/futebol,arena-castelao-recebe-certificado-de-construcao-sustentavel>. Acessado em: 20/10/2014.

KATS, Greg ; CHURCHILL, Winston. **Tornando nosso ambiente construído mais sustentável.** Washington, Island Press,2010.

LEED.NET. **Certificação LEED.** Disponível em: <http://www.leed.net/>, Acessado em :  
03/11/2014.

MINAS 247, **Mineirão estreia usina solar em estádios da copa**, Disponível em: <http://www.brasil247.com/>. Acessado em: 03/10/2014.

**MOACYR, Vanderley. Construção Sustentável**, 2012, disponível em: <http://www.portaldoarquiteto.com/>. Acessado em: 12/05/2014.

NOVA OPERSAN - SOLUÇÕES AMBIENTAIS, **O que é a Certificação LEED?**, Disponível em: <http://info.opersan.com.br/> Acessado em: 23/10/2014.

ODEBRECHT ONLINE, **Sob o sol da Bahia**, Disponível em: <http://www.odebrechtonline.com.br/exclusivoonline/2014/02/05/sob-o-sol-da-bahia/> Acessado em: 03/11/2014.

PINTO, Tarciso de Paula. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: Caixa, 2005.

PLANETA VERDE, **Até a copa do mundo ficou verde**, disponível: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/copa-mundo-estadios-sustentaveis-tecnologias-limpas-infoexame-568185.shtml>. Acessado em: 29/10/2014.

PLANETABILIDADE, **Arquitetura Sustentável – Conheça um Projeto Sustentável**, disponível em: <http://www.planetabilidade.com.br/arquitetura-sustentavel-conheca-um-projeto-sustentavel>. Acessado em: 10/05/2010.

PENSAMENTO VERDE, **A importância da reciclagem de resíduos da construção civil**, disponível em: <http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/importancia-da-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/> Acessado em: 18/10/2014.

REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL, **Usina para Reciclagem de Entulho - Globo News**, disponível em: <http://reaproveitamento-civil-construcao.blogspot.com.br/>. Acessado em: 10/05/2014.

REVISTA ABRIL, Certificação LEED: tudo sobre o principal selo de construção sustentável do Brasil, disponível em: <http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/desenvolvimento/certificacao-leed-o->

[que-e-como-funciona-o-que-representa-construcao-sustentavel-675353.shtml](#).

Acessado em: 29/10/2014.

REVISTA EPOCA, Os números da reciclagem no Brasil, ano 2012, disponível em:

<http://revistaepoca.globo.com/Sociedade/o-caminho-do-lixo/noticia/2012/01/os-numeros-da-reciclagem-no-brasil.html>. Acessado em: 13/10/2014.

REVISTA TÉCHNE, **Casa do futuro**, Edição 198, ano 2013.

REVISTA PINNI, **Brasil supera marca de 100 empreendimentos com certificação**

**Leed**. Disponível em: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/sustentabilidade/brasil-supera-marca-de-100-empreendimentos-com-certificacao-leed>. Acessado em: 02/11/2014.

Resoluções 307 CONAMA, disponível em:

[http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2002\\_307.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_307.pdf). Acessado em: 03/10/2014.

RIO + 20, **Brasil na Rio+20**, disponível em: <http://www.rio20.gov.br/brasil.html>.

Acessado em: 01/11/2014.

SETIN, Antonio. **Construções Sustentáveis**. COOPERJORNAL, ano 16, número 798, 2011.

TRIBUNA CEARA, **Arena Castelão**, Disponível em:

<http://tribunadoceara.uol.com.br/esportes/tag/arena-castelao/>. Acessado em: 03/11/2014.

WWF, **O que é desenvolvimento sustentável?** Disponível em:

[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/desenvolvimento\\_sustentavel/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/). Acessado em: 05/10/2014.