UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO
GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

THIAGO MARCONDES FARIA

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM EDIFÍCIOS:
UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

São Paulo

2015

Thiago Marcondes Faria

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM EDIFÍCIOS: UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

BUILDING ASSESSMENT: A CASE STUDY AT UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Gestão Ambiental e Sustentabilidade.

ORIENTADOR: PROF. DR. PEDRO LUIZ CÔRTES

São Paulo

2015

Faria, Thiago Marcondes.
Avaliação de desempenho em edifícios: Um estudo de caso na Universidade federal do abc. / Thiago Marcondes Faria. 2015.
106 f.
Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2015.
Orientador (a): Prof. Dr. Pedro Luiz Côrtes.

1. Construção sustentável. 2. Desempenho de edifícios. 3. Avaliação ambiental. 4. Desenvolvimento sustentável.
I. Côrtes, Pedro Luiz. II. Titulo

CDU 658:504.06

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO EM EDIFÍCIOS:
UM ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Por

Thiago Marcondes Faria

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** em Gestão Ambiental e Sustentabilidade, apresentada à Banca Examinadora formada por:

_____

Prof. Dr. Ailton Pinto Alves Filho – Centro Universitário da FEI – FEI

_____

Prof. Dr. João Alexandre Paschoalin Filho – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

_____

Prof. Dr. Pedro Luiz Côrtes – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

São Paulo, 27 de fevereiro de 2015.

AGRADECIMENTO

Meus agradecimentos ao meu orientador pelo incentivo e paciência que certamente contribuíram para o meu aprendizado. A minha família que me apoiou quando me dediquei aos estudos. E, finalmente aos membros da banca pelo pronto atendimento ao convite.

RESUMO

A construção civil é responsável por causar impactos ambientais, como o consumo de matérias primas, geração de resíduos e poluição. É necessário, portanto, que medidas para a redução destes impactos sejam consideradas durante as fases de projeto, construção, uso e fim da vida útil de uma edificação, buscando reduzir os impactos mencionados. Esta pesquisa foi desenvolvida como um estudo de caso que apontou os principais impactos ambientais gerados pelo uso de novas edificações de *campi* da Universidade Federal do ABC. Durante seu desenvolvimento, foram identificadas soluções de projeto que contribuem para a redução dos impactos ambientais de novas construções, além de serem indicados os cuidados que devem ser tomados na sua manutenção para que soluções ambientais sejam preservadas. Também foram identificadas soluções de projeto que podem contribuir para a redução do consumo de energia elétrica e água. Os resultados mostraram que os aspectos que resultaram em soluções sustentáveis já estavam previstos desde as fases iniciais de projeto e que dados de avaliação de uso e ocupação são necessários para mensurar o desempenho da edificação. Verificou-se que a avaliação de pós-ocupação deve ser feita regularmente para verificar o desempenho do edifício e para constatar se as soluções de projeto foram implementadas e cumpriram aquilo que se pretendia.

Palavras-chave: Construção Sustentável, Desempenho de edifícios, Avaliação ambiental, Desenvolvimento sustentável

ABSTRACT

The construction industry is responsible for causing major environmental impacts, such as the consumption of raw materials, waste and pollution, so it is necessary that measures to reduce these impacts to be considered at an early stage of design, construction and the end of life of the building. Through a bibliometric analysis of international production was possible to identify the main topics on sustainability in construction, meet the most productive authors and the most discussed topics in this way it was possible to create a relevant theoretical framework. This analysis desmonstrou energy consumption of buildings and the development of new technologies are primarily published matters. Following a case study at the Federal University of ABC was conducted in order to identify the main design solutions capable of generating positive results on sustainability means to improve the environmental performance of buildings and identify possible points to be improved especially in hiring new projects. The results showed that the most relevant aspects that resulted in sustainable solutions were already provided from the early stages of design and use and occupancy evaluation data are needed to assess the performance of the building, and also that the assessment of post occupation should be done regularly, both to assess building performance, but also to see if the design solutions were implemented and fulfilled what was intended.

Keywords: Greenbuilding, Building performance, Environmental assessment; Sustainable construction; Sustainable development

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorização dos artigos estudados 17
Tabela 2 - 20 Artigos mais citados 18
Tabela 3 - Sinopse de alguns dos trabalhos mais citados 19
Tabela 4 - Autores mais produtivos 42
Tabela 5 - Sinopse de alguns dos trabalhos produzidos pelos autores mais produtivos 43
Tabela 6 - Principais Revistas 50
Tabela 7 - Sinopse de alguns dos trabalhos recentes publicados pelas principais revistas 51
Tabela 8 - Sinopse de alguns dos trabalhos recentes publicados sobre resíduos de construção e demolição 56

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de Citações por assunto entre os autores mais citados 19
Figura 2 - Autores mais produtivos/ artigos por assunto 43
Figura 3 - Principais Revistas/ Artigos por assunto 50
Figura 4 - Definição dos Termos 68
Figura 5 - 30 st Mary Axe 76
Figura 6 - 30 st Mary Axe Planta tipo 77
Figura 7 - Forma Aerodinâmica 78
Figura 8 - Portland State University 79
Figura 9 - Implantação PSU 80
Figura 10 - Implantação do Campus SBC 82
Figura 11 - Corte Transversal Bloco Alfa 90
Figura 12 - Corte Longitudinal Reservatório Enterrado 96

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10

2 QUESTÃO DE PESQUISA 12

3 OBJETIVOS 12

3.1. GERAL 12

3.2. ESPECÍFICO 12

4 METODOLOGIA 13

4.1. ETAPAS DE PESQUISA 14

4.2. ESTUDO BIBLIOMÉTRICO 14

4.3. ANÁLISE DOCUMENTAL 15

4.4. LIMITAÇÕES DE ESTUDO 105

5 ESTUDO BIBLIOMÉTRICO 17

6 REVISÃO DA LITERATURA 66

6.1. TIPOS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL 70

6.2. PERCEPÇÃO DO USUÁRIO 72

6.3. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E A DEMANDA DE ENERGIA 73

7 EXEMPLOS 76

7.1. 30 ST MARY AXE 76

7.2. PORTLAND STATE UNIVERSITY 79

8 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO 81

8.1. PRÁTICAS POSITIVAS EM ANDAMENTO 83

8.1.1 Licenciamento Ambiental 83

8.1.2 Implantação do PLS 84

8.1.3 Premio Ideia 85

8.1.4 Coleta Seletiva 85

9 ANÁLISE DO PROJETO 87

9.1. CONSUMO DE ÁGUA....92
9.2. CONSUMO DE ENERGIA....97
9.3. ANÁLISE PROSPECTIVA....99
10 CONCLUSÕES....101
11 CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA....105
BIBLIOGRAFIA....108

1 INTRODUÇÃO

A construção civil utiliza grandes quantidades de recursos naturais, consumindo cerca de 40% da matéria prima mundial, 55% de madeira não usada para combustível e 12.2% de água potável. Nos Estados Unidos, ela também contribui para a geração de 40% dos resíduos não industriais e do consumo de 71% de energia durante a execução de novas obras, na reforma ou demolição de edifícios antigos (Roodman & Lenssen, 1995; Feige, Wallbaum, & Krank, 2011; Hoffman & Henn, 2008; US Green Building Concil Research Committee, 2008).

As edificações, mesmo depois de concluídas continuam consumindo recursos como água e energia, e seu custo de manutenção está diretamente relacionado com a concepção do projeto. A correta forma e orientação do edifício podem reduzir de 30 a 40% do consumo de energia (Wang, Zmeureanu, & Rivard, 2005). Por isso decisões tomadas nos estágios iniciais do projeto determinam criticamente o impacto causado pela edificação (Basbagill, Flager, Lepech, & Fischer, 2013).

Cerca de 30-40% do total de recursos naturais usados nos países industrializados são explorados pela indústria da construção civil, e 40% do consumo mundial de materiais são convertidos para a construção (Pulselli, Simoncini, Pulselli, & Bastianoni, 2007). Os edifícios são os maiores consumidores de energia nas cidades, especialmente nos países em desenvolvimento (Dall'O', Speccher, & Bruni, 2012). Nos EUA cerca de 38% das emissões de CO_2 são produzidas pelo consumo de energia dos edifícios (Wang, Zmeureanu, & Rivard, 2005), considerando os sistemas de iluminação e também de controle de temperatura.

Com o aquecimento global, a degradação do meio ambiente e a escassez de recursos naturais, novas tecnologias de construção e ferramentas de gestão surgem para aliar o crescimento econômico à sustentabilidade em uma atividade que é de intenso impacto econômico e social. Não há dúvidas que métodos de avaliação de edifícios contribuem significativamente para alcançar o desenvolvimento sustentável na construção (Ding, 2008).

Uma vez que os impactos causados pela construção são conhecidos, é importante considerar o desempenho ambiental no projeto do edifício (Wang, Zmeureanu, & Rivard, 2005). Sistemas de certificação de edifícios têm sido amplamente utilizados para reduzir impactos ambientais gerados pela construção civil (Lee, 2013). Entre os sistemas de

certificação mais completos usados no mundo estão o LEED (EUA) e o BREEAM (Reino Unido) (Todd, Crawley, Geissler, & Lindsey, 2001).

Para se obter um panorama completo do desempenho de um edifício é necessário também avaliar a percepção do usuário a respeito das qualidades da edificação. A satisfação com o ambiente interno de trabalho em edifícios de escritório está positivamente atrelada ao desempenho da companhia (Altomonte & Schiavon, 2013). Estudos como de Newsham, et al. (2013) apontam que usuários de edifícios sustentáveis tem maior satisfação com a qualidade do ar e conforto térmico, além de ter menor índice de poluição do ar e desempenho do ambiente interno superior comparado com edifícios convencionais similares. No entanto nem sempre um edifício considerado sustentável tem uma avaliação positiva do ponto de vista do usuário. Segundo Leaman & Bordass (2007), ocupantes de edifícios verdes são mais tolerantes a problemas, enquanto Paul & Taylor, (2008) constataram que o usuário não nota diferença entre um edifício convencional e um verde, fato também constatado por Gou, Lau, & Chen (2012), que notou indiferença na satisfação geral qualidade do ar e conforto térmico, enquanto um estudo feito Gou, Lau, & Shen (2012) demonstrou insatisfação com a temperatura por parte de usuários. Por isso uma pesquisa de pós-ocupação é uma ferramenta fundamental para avaliar se os objetivos propostos em projeto resultaram em fatos concretos no final da obra.

O desenvolvimento de um edifício sustentável é um trabalho multidisciplinar, que deve levar em conta questões locais e deve ser pensado desde o início da fase de projeto. É justamente nessa fase que decisões importantes deverão ser tomadas para a obtenção de um resultado significativo do empreendimento (Basbagill, Flager, Lepech, & Fischer, 2013). Metas de desempenho associadas com métodos de avaliação de edifícios enfatizam o papel da construção civil em mitigar a degradação ambiental e o consumo de recursos naturais (Cole, 2012).

2 QUESTÃO DE PESQUISA

A partir das considerações efetuadas na Introdução, a questão de pesquisa que se apresenta e que norteia o desenvolvimento desta pesquisa é *"Quais as diretrizes devem ser consideradas para uma construção de baixo impacto ambiental em campi universitários?"*. A resposta a essa questão permitirá atingir aos objetivos geral e específico apresentado a seguir.

3 OBJETIVOS

3.1. GERAL

- Apontar os principais impactos ambientais gerados pelo uso de novas edificações de *campi* universitários da Universidade Federal do ABC.

3.2. ESPECÍFICO

- Identificar soluções de projeto que podem contribuir para a redução dos impactos ambientais das novas construções.
- Indicar os cuidados que devem ser tomados na manutenção para que soluções ambientais sejam preservadas
- Identificar soluções de projeto que podem contribuir para a redução do consumo de energia elétrica
- Identificar soluções de projeto que podem contribuir para a redução do consumo de água.

4 METODOLOGIA

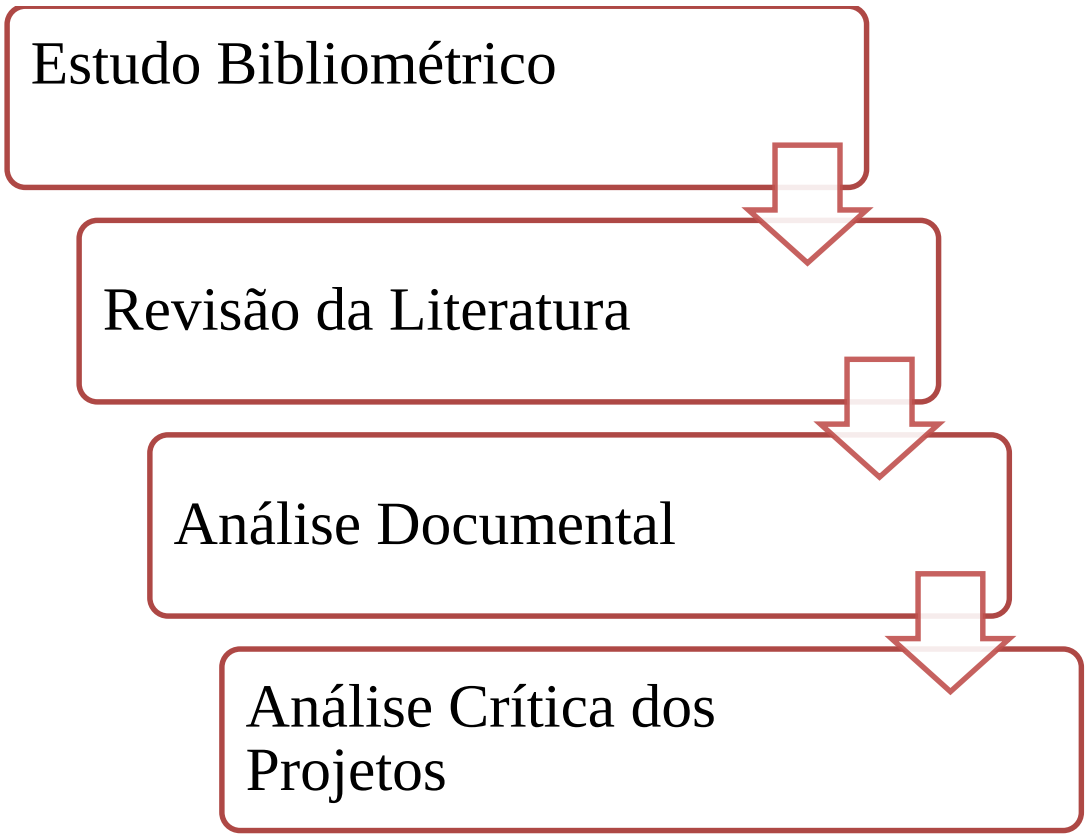
Tendo como base a questão *"Quais as diretrizes devem ser consideradas para uma construção de baixo impacto ambiental em campi universitários?"* foi concebida uma estratégia de pesquisa que resultou no presente trabalho, caracterizado como um estudo de caso sobre aspectos ambientais e sustentáveis de construções em *campi* da Universidade Federal do ABC (UFABC). O objetivo geral, decorrente dessa questão de pesquisa, foi o de apontar os principais impactos ambientais gerados pelo uso de novas edificações de *campi* da Universidade Federal do ABC e levou aos seguintes objetivos específicos: *i)* identificar soluções de projeto que podem contribuir para a redução dos impactos ambientais de novas construções; *ii)* indicar os cuidados que devem ser tomados na manutenção para que soluções ambientais sejam preservadas e *iii)* identificar soluções de projeto que podem contribuir para a redução do consumo de energia elétrica e água.

O estudo de caso foi desenvolvido de acordo com Yin, (2010), buscando entender um fenômeno real em profundidade, englobando importantes questões contextuais. A questão de pesquisa foi respondida com a utilização de múltiplas fontes de evidencias, baseadas em pesquisa bibliográfica (estruturada a partir de um amplo levantamento bibliométrico preliminar), documentos da UFABC relacionados aos projetos de contratações de obras, editais, memoriais descritivos de projetos, programa de arquitetura e peças gráficas de projetos, normas e parâmetros técnicos.

O critério de escolha do caso foi devido à facilidade de acesso as dados, informações e documentos primários, além da possibilidade de realizar observações em campo e a prespectiva de aplicação prática da pesquisa. Além da obra de Yin, (2010), a estratégia de pesquisa contou com bibliografia especializada na definição das ações metodológicas (Gerring, 2012; Woodside, 2010).

4.1. ETAPAS DE PESQUISA

Para a execução deste estudo, foram consideradas as seguintes etapas de pesquisa, tendo como base a bibliografia especializada (Gerring, 2012; Woodside, 2010; Yin, 2010):



4.2. ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

O Estudo Biblibliométrico está detalhado no próximo capitulo. Este estudo foi necessário para verificar através de uma literatura atual, quais os temas mais discutidos sobre o assunto, as principais práticas e as críticas mais comuns sobre sustentabilidade na construção civil. Isso permitiu uma avaliação mais profunda sobre o tema e determinou as ações seguintes da pesquisa. Conhecendo os autores mais produtivos e os assuntos mais abordados foi possível entender o campo com profundidade e o que deve ser considerado em uma pesquisa sobre esse tema.

4.3. ANÁLISE DOCUMENTAL

A Análise Documental dos Projetos consistiu em uma análise crítica sobre as soluções adotadas em projeto em comparação com a literatura estudada e ao projeto realmente construído. Começando pelo programa de arquitetura que consiste nas solicitações e especificações das necessidades do usuário, na forma que este programa é apresentado no edital de contratação e a maneira como é contratado o projeto, e o tipo de licitação utilizado, seguindo pela proposta apresentada pelos projetistas, a análise do memorial descritivo. A comparação entre o projeto básico e o projeto executivo e as obras concluídas também foram feitas.

Os documentos analisados foram: projetos executivos de arquitetura, instalação elétrica, hidráulica e mecânica de implantação do campus SBC, blocos Alfa, Beta Gama, Delta, Ômega; seus respectivos memoriais descritivos, projetos complementares, de fundação, estruturas e instalações, termos de referências para a contratação da licitação dos projetos e das obras, e seus editais de licitação. Atas de reunião contendo solicitação de alterações de projetos e adequações. Os projetos *as-built* também foram analisados. Também foram verificadas diferenças no memorial descritivo do projeto e as planilhas de obra.

Os principais documentos analisados foram:

Memorial descritivo de Terraplenagem da 1ª licitação (Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2009), memorial descritivo 2ª etapa: elaboração dos projetos completos para implantação do campus UFABC SBC (Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2009) Memorial descritivo 3ª etapa: elaboração dos projetos completos para implantação do campus UFABC SBC (Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2009), memorial descritivo da fase 2 do Campus de SBC, contratação de empresa de engenharia para construção dos blocos Alfa 2 e Zeta e seus respectivos projetos executivos (Universidade Federal do Abc, 2011), memorial descritivo das instalações elétricas da 2ª licitação (Ramoska e Castellani, 2009), memorial descritivo das instalações elétricas da 3ª licitação (Ramoska e Castellani, 2011), estudo de viabilidade do aproveitamento de água de chuva (Share Water, 2009), memorial descritivo do sistema de aproveitamento de água da chuva (Share Water, 2011), projeto executivo do sistema de aproveitamento de água de chuva (Share Water, 2011), memoria de cálculo de drenagem superficial do campus (Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2010), memoria de cálculo do dimensionamento da rede de drenagem pluvial (Benno Perelmutter Arquitetura e

Planejamento SC Ltda, 2010), memorial descritivo e especificações técnicas de distribuição de ar-comprimido e gases especiais (HPROJ, 2010), memorial descritivo de instalações hidráulicas (Ramoska & Castellani, 2009), relatório de plantio referente a compensação ambiental (Esphera Ambiental, 2012), memorial descritivo de arcondicionado e resumo de cálculo de carga térmica (EPT Engenharia, 2010).

5 ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Para melhor subsidiar o levantamento bibliográfico necessário à execução das etapas posteriores da pesquisa, foi desenvolvido um estudo bibliométrico que teve como objetivo identificar os trabalhos mais citados, os autores mais produtivos e respectivos trabalhos publicados recentemente, principais revistas científicas dedicadas ao tema "construções sustentáveis" e trabalhos recentemente por elas publicados. Também foram verificados os trabalhos recentes publicados sobre resíduos de construção e demolição.

Tendo como base a questão de busca “(TITLE-ABS-KEY("green building") OR TITLE-ABS-KEY("sustainable building") OR TITLE-ABS-KEY("eco building") OR TITLE-ABS-KEY("Leed certification")) AND DOCTYPE(ar)”, foram identificados 80 artigos internacionais na base Scopus. Para cada um desses artigos foi elaborada uma sinopse, com a respectiva categorização:

Tabela 1 - Categorização dos artigos estudados

Código	Assunto
CE	Artigos que tratam principalmente sobre o consumo de energia;
NT	Artigos que abordam novas técnicas construtivas, ciclo de vida de produtos ou novos materiais de construção civil;
LN	Artigos que abordam a certificação LEED de forma negativa;
LP	Artigos que abordam a certificação LEED de forma positiva;
SN	Estudos sobre a satisfação do usuário em relação ao desempenho da edificação e a avaliação é indiferente ou negativa;
SP	Estudos sobre a satisfação do usuário em relação ao desempenho da edificação e a avaliação é positiva;
CS	Artigos sobre comparação entre sistemas de avaliação de desempenho de edifícios, ou sistemas de certificação de edifícios;
EP	Artigos sobre métodos de entrega de projetos de edifícios sustentáveis;
NA	Artigos sobre outros assuntos que não são o foco deste estudo.

Fonte: Elaborado pelo Autor

A pesquisa bibliométrica foi desenvolvida tendo por base buscar artigos científicos sobre “green building”, “eco building”, “sustainable building” ou “Leed certification”, na base Scopus, tendo em perspectiva:

a) Identificar os trabalhos mais citados. Foram selecionados 42 artigos nessa fase.
b) Identificar os autores mais produtivos. Foram selecionados 18 artigos nessa fase.

c) Verificar quais são as principais revistas na área, considerando a quantidade de artigos já publicados. Foram selecionados oito artigos nessa fase.
d) Levantar os trabalhos recentes publicados sobre resíduos de construção e demolição. Foram selecionados 13 artigos nessa fase.

No total, foram resenhados 81 artigos internacionais, conforme disponível nas tabelas 3, 5, 7 e 8. Na medida em que os textos foram analisados, eles foram classificados de acordo com as categorias comentadas anteriormente. Essas categorias constituirão em subitens que serão tratados durante a revisão da literatura (onde as diversas sinopses serão contrapostas e consolidadas).

Na tabela 2 temos a lista dos 20 artigos mais citados, dentre os 42 trabalhos analisados nesta categoria. Deste total a maioria (13 artigos) é a respeito de novas técnicas construtivas ou novos materiais de construção, mostrando que existe muita pesquisa com intenção de inovação no campo de materiais e substituição de técnicas que pouco contribuem para uma construção sustentável. E em seguida o tema que mais aparece é relacionado a sistemas de certificação de edifícios, comparação e análise dos principais sistemas e logo depois o assunto mais comum publicado pelos autores mais citados é o consumo de energia nos edifícios.

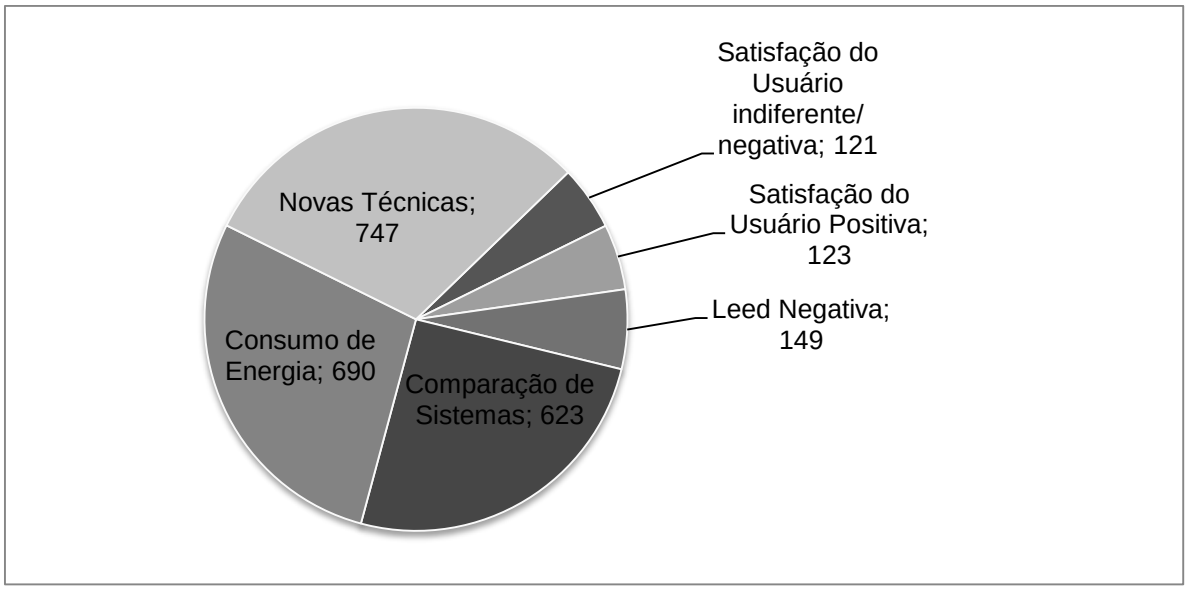
Tabela 2 - 20 Artigos mais citados

	Autor	Número de citações
1.	(Kou & Sullivan, 2001)	146
2.	(Ding, 2008)	136
3.	(Wang, Zmeureanu, & Rivard, 2005)	118
4.	(Meyer, 2009)	96
5.	(Hoes, Hensen, Loomans, de Vries, & Bourgeois, 2009)	90
6.	(Cole, 1999)	83
7.	(Leaman & Bordass, 2007)	79
8.	(Haapio & Viitaniemi, 2008)	78
9.	(Holmes & Hacker, 2007)	78
10.	(Thormark, 2006)	76
11.	(Chwieduk, 2003)	74
12.	(Li & Lam, 2001)	70
13.	(Peuportier, 2001)	65
14.	(Newsham, Mancini, & Birt, 2009)	64
15.	(Schnieders & Hermelink, 2006)	64
16.	(Hong, Chou, & Bong, 2000)	64
17.	(Crawley & Aho, 1999)	63

18.	(Zhai, et al., 2007)	60
19.	(Pulselli, Simoncini, Pulselli, & Bastianoni, 2007)	60
20.	(Heerwagen, 2000)	59

Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

Figura 1 - Número de Citações por assunto entre os autores mais citados



Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

Tabela 3 - Sinopse de alguns dos trabalhos mais citados

	Trabalho	Número de citações	Sinopse
1.	**NA** (Kou & Sullivan, 2001)	146	Um dos resultados da fatiga mental pode ser explosões de raiva e até mesmo violência. Desta maneira, contato com a natureza diminui a fatiga mental e por consequência a violência. Este estudo comparou 145 áreas residências urbanas. Moradores de áreas menos arborizadas relataram maior fatiga mental, agressões e violências do que aqueles moradores de áreas mais verdes.
2.	**CS** (Ding, 2008)	136	Contar com a elaboração de um projeto para alcançar o objetivo do desenvolvimento sustentável, ou para minimizar os impactos através de uma gestão adequada no canteiro não é suficiente para lidar com os problemas ambientais gerados pela construção civil. No entanto, pouca ou nenhuma preocupação tem sido dada à importância de selecionar projetos mais respeitadores do

			ambiente durante a fase de avaliação do projeto; a etapa onde as questões ambientais são mais bem incorporadas. Os principais objetivos deste trabalho são examinar o desenvolvimento, o papel e as limitações dos métodos de avaliação ambiental de edifícios usados em diferentes países.
3.	**NT** (Wang, Zmeureanu, & Rivard, 2005)	118	Uma vez que edifícios geram consideráveis impactos no ambiente, é necessário prestar atenção no seu projeto, levando em conta critérios ambientais e econômicos. Este artigo apresenta um modelo de otimização multi-objetivos que poderia ajudar designers em projeto de construção verde. As variáveis no modelo incluem os parâmetros que são normalmente determinados na fase de conceituação e que têm influência crítica no desempenho da construção. Análise de ciclo de vida é utilizada para avaliar alternativas de projeto para ambos os critérios econômicos e ambientais.
4.	**NT** (Meyer, 2009)	96	A indústria do concreto é conhecida por deixar um enorme dano ambiental ao planeta. Este artigo resume os recentes desenvolvimentos para melhorar a situação. O mais importante é o aumento do uso de materiais cimentícios que podem servir como substitutos parciais de cimento Portland, em particular aqueles materiais que são subprodutos de processos industriais, tais como cinzas volantes e escória de alto-forno. Mas também a substituição de vários materiais reciclados para agregado tem feito progressos significativos a nível mundial, reduzindo assim a necessidade de extração de agregados virgens.
5.	**NA** (Hoes, Hensen, Loomans, de Vries, & Bourgeois, 2009)	90	Devido à demanda por construções sustentáveis edifícios mais passivos serão construídos. Consequentemente, o peso do comportamento do usuário no balanço energético de um edifício aumenta. Neste estudo o efeito do comportamento do usuário no desempenho do edifício foi avaliado mais para avaliar requisitos para soluções de design para chegar a edifícios que são mais robustos para a influência do comportamento usuário.

6.	**CS** (Cole, 1999)	83	Este artigo apresenta três papéis separados para avaliação ambiental de edifícios (estimulando proprietários para melhorar o desempenho de um edifício, informando os tomadores de decisão durante as fases de concepção e entrega de medidas objetivas de impacto de um edifício sobre os sistemas naturais). O autor oferece uma série de lições significativas do exercício de desenvolvimento e discute outras implicações e orientações para o desenvolvimento de métodos de avaliação ambiental para edifícios. É feita uma distinção entre o 'verde' e agendas 'sustentáveis' e suas implicações para o desenvolvimento futuro da construção de métodos de avaliação ambiental. A sobreposição considerável entre a prática 'verde' e agendas 'sustentáveis' sugere que eles podem ser conciliados dentro de uma única ferramenta.
7.	**SN** (Leaman & Bordass, 2007)	79	São os edifícios projetados para menor impacto ambiental do ponto de vista dos ocupantes? Com base em metodologia desenvolvida no Reino Unido o artigo explora as fontes de insatisfação dos ocupantes, e se ou não edifícios verdes são vistos como melhor por seus usuários. Levantamentos dos ocupantes de 177 edifícios do Reino Unido são usados para comparações estatísticas entre edifícios verdes e convencionais. Os resultados apontam para melhorias em algumas áreas, tais como imagem e como as necessidades são atendidas, mas edifícios verdes estão em perigo de repetir os erros do passado, especialmente se eles são muito difíceis de gerir. Os usuários tendem a tolerar deficiências, mais do que eles fazem com os edifícios mais convencionais.
8.	**CS** (Haapio & Viitaniemi, 2008)	78	Como o campo de instrumentos de avaliação ambiental de edifícios é muito grande, o objetivo deste estudo é esclarecer esse campo por meio da análise e categorizar as ferramentas existentes. As diferenças entre as ferramentas são discutidas e da situação atual dentro das ferramentas são analisados criticamente. No entanto, a comparação das ferramentas é difícil, se não impossível. Por exemplo, as ferramentas são desenhadas para avaliar diferentes tipos de edifícios, e eles enfatizam diferentes fases do ciclo de vida.

			Em adição aos aspectos ambientais, edifícios sustentáveis incluem aspectos econômicos e sociais. A mudança de prédio verde (greenbuilding) para construção sustentável e os requisitos futuros são um desafio para a construção de ferramentas de avaliação ambiental. Além disso, as vantagens de utilizar as ferramentas devem ser analisadas - como as ferramentas e os seus resultados têm afetado a tomada de decisão?
9.	**CE** (Holmes & Hacker, 2007)	78	Este artigo aborda o duplo desafio de projetar edifícios sustentáveis de baixo consumo energético enquanto continua a fornecer conforto térmico sob condições quentes de verão produzidos pelo aquecimento global. O foco principal é para edifícios que são "freeruning" para alguma parte do verão, ou serem totalmente ventilados naturalmente ou de modo misto (onde o resfriamento mecânico é usado apenas quando pensado ser essencial). Como as condições nestes prédios irão variar de dia para dia, é importante entender como as pessoas reagem e se adaptam ao seu ambiente. Temperaturas em edifícios "freeruning" são, necessariamente, intimamente ligadas ao exterior. Porque o clima está mudando e temperaturas de verão no exterior devem aumentar, o futuro irá oferecer maiores desafios para os designers de edifícios sustentáveis, tendo o objetivo de fornecer ou inteiramente passiva ou o conforto de resfriamento de baixa energia.
10.	**CE** (Thormark, 2006)	76	Minimizar o uso da energia é uma tarefa central na construção sustentável. Minimizar o uso de recursos naturais e maximização do potencial de reciclagem são outras tarefas importantes a ter em consideração. Em edifícios de baixo consumo de energia, a energia incorporada é responsável por uma parte considerável do uso total de energia do edifício. Portanto, também é imperativo prestar atenção à escolha de materiais utilizados. Este artigo apresenta como a escolha do material pode afetar tanto a energia incorporada e potencial de reciclagem em um dos mais eficientes projetos de habitação na Suécia (energia calculada para a operação é de 45 kWh/m2 de piso por ano). Inicialmente, a

			energia incorporada foi de 40% da energia total necessária para uma expectativa de vida de 50 anos. Através de substituição de materiais, a energia incorporada pode ser reduzida em cerca de 17% ou um aumento de cerca de 6%.
11.	**CE** (Chwieduk, 2003)	74	O consumo de energia nos setores residencial e terciário é especialmente alto em países desenvolvidos. Há um grande potencial de economia de energia nesses setores. Medidas de conservação de energia são desenvolvidas para imóveis recém-construídos e para edifícios em renovação. No entanto, para conseguir uma redução significativa do consumo de energia para além dos métodos de eficiência energética padrão, tecnologias inovadoras devem ser implementadas, incluindo energia renovável. Coerência de padrão, eficiência energética e opções renováveis tornam-se necessidades. Para abordar a ideia de edifícios sustentáveis, alguns passos são necessários, em matéria de energia, água, terra e conservação material, juntamente com carga ambiental e as qualidades dos ambientes interiores e exteriores.
12.	**CE** (Li & Lam, 2001)	70	Controle de Iluminação integrado com a luz do dia é reconhecidamente uma estratégia importante no design de edifícios energeticamente eficientes. Projetos que aproveitam a luz do dia podem reduzir a demanda elétrica e contribuir para alcançar um desenvolvimento sustentável do edifício. Este artigo apresenta medições de iluminação natural em um edifício com ar-condicionado em Hong Kong. Consumo de eletricidade por lâmpadas fluorescentes, níveis de iluminação interna afetada pela iluminação natural foram gravados e analisados. As medidas cobrem salas de escritórios de fachadas opostas com ou sem controle de iluminação natural. Os resultados sugerem que projetos podem resultar em economia de energia.
13.	**NT** (Peuportier, 2001)	65	Uma ferramenta de simulação do ciclo de vida foi desenvolvida e vinculada com simulação térmica. Estoques do banco de dados de Oekoinventare ou coletadas no projeto Regener Europeia são considerados para avaliar os impactos ambientais de fabricação de

			material e outros processos (energia, transportes, etc.) Uma aplicação desta ferramenta é apresentada aqui sobre a comparação de três casas: o presente padrão de construção na França (de referência), a solar e uma casa de estrutura de madeira. Os resultados deste exercício são apresentados e os seus limites são discutidos. Ainda parece difícil para aplicar a avaliação do ciclo de vida para a seleção de materiais e componentes. Em vez disso, pode ser utilizado para a melhoria de soluções técnicas (por exemplo, aumentando o isolamento do telhado da casa solar).
14.	**LN** (Newsham, Mancini, & Birt, 2009)	64	Foi realizada uma re-análise de dados fornecidos pelo New Buildings Institute e pelo US Green Buildings Council em dados de uso de energia medidos de 100 edifícios certificação LEED comerciais e institucionais. Estes dados foram comparados com o uso de energia de edifícios comerciais convencionais. Nós também examinamos o uso de energia por nível de certificação LEED, e por créditos relacionados com a energia obtida no processo de certificação. Em média, os edifícios LEED usam 18-39 % menos energia por área útil do que as suas contrapartes convencionais. No entanto, 28-35 % dos edifícios LEED usam mais energia do que a suas contrapartes convencionais. Além disso, o desempenho energético dos edifícios LEED teve pouca correlação com o nível de certificação do edifício, ou o número de créditos de energia alcançados pelo edifício na fase de projeto. Portanto, em um nível social, edifícios verdes podem contribuir para a economia de energia, mas mais trabalho precisa ser feito para definir sistemas de classificação Green Building para garantir sucesso mais consistente no nível de construção individual. Note-se, estes resultados devem ser considerados preliminares, e as análises devem ser repetidas quando históricos mais longos de dados de uma amostra maior de edifícios verdes estarão disponíveis.
15.	**CE/SP** (Schnieders & Hermelink, 2006)	64	Casas passivas oferecem conforto vivendo com apenas 15-20% da demanda de aquecimento de espaços de novos edifícios convencionais enquanto os custos adicionais deste padrão são apenas cerca de 10% do total dos custos de construção. Na primeira parte deste artigo, medições

			detalhadas para 11 projetos "Casa passiva" com mais de 100 unidades habitacionais do CEPHEUS projeto de demonstração financiado pela União Europeia (Cost Efficient Passive Houses as European Standards) são apresentados. Todos os projetos apresentam extraordinariamente baixos consumos de calor. Comparado com, edifícios recém- erguidas comuns, 80% do consumo de calor poderia ser salvo. O consumo de energia primária total (incluindo energia elétrica residencial) foi inferior a 50 % do que de novos edifícios convencionais. As medições mostram que os edifícios também oferecem condições interiores confortáveis em ambos, verão e inverno. Vários estudos de investigação social revelaram que os usuários estão satisfeitos com as suas casas. A segunda parte do artigo concentra-se em satisfação do inquilino de baixa renda no primeiro condomínio residencial de múltiplos andares passivos do mundo em Kassel, Alemanha. Este edifício contrasta com o " padrão" Casa Passiva, ocupada por seus proprietários. Um estudo 2,5 anos foi realizado a partir da Primavera de 2000 para o outono de 2002. O desenvolvimento de opiniões, atitudes, comportamento e satisfação ao longo do tempo podem ser gravados. O edifício é um sucesso claro, a satisfação do inquilino é alta. Conclui-se que este tipo de construção de preencher os requisitos de sustentabilidade em aspectos sociais, ecológicos e econômicos e deve, portanto, ser divulgada em uma escala maior. Para este fim, a última parte do documento descreve o desenvolvimento da Casa Passiva padrão na Alemanha, Áustria e Suíça, a partir do primeiro projeto de demonstração em 1991, para cerca de 3500 unidades habitacionais hoje. São analisados os pré-requisitos para este desenvolvimento. Finalmente, os autores dão a sua visão sobre as possibilidades políticas para empurrar Casas passivas para o mercado, bem como para estimular o mercado para este tipo de construção confortável e eficiente em energia.
16.	**NA** (Hong, Chou, & Bong, 2000)	64	Nós revisamos o estado da arte no desenvolvimento e aplicação da simulação do edifício por computador,

			abordando algumas questões cruciais da área. Embora as respostas não tenham a intenção de estarem completas, eles são suficientemente variados para fornecer uma visão geral que vão desde o desenvolvimento histórico e técnico para a escolha de um programa de simulação adequado. Ícones populares de grandes agências interessadas e ferramentas de simulação e fontes de informação-chave são destaque. As tendências futuras no projeto e operação de edifícios verdes são descritas.
17.	**CS** (Crawley & Aho, 1999)	63	O setor da construção viu o desenvolvimento de um número de métodos para avaliar a "sustentabilidade" de edifícios na década de 1990 - tanto para projetos novos e nos edifícios existentes. Estes vão desde métodos de avaliação de ciclo de vida muito detalhados, que representam todo o corporificado e operacional, impactos ambientais dos materiais de construção, para os métodos de avaliação de impacto ambiental de nível superior, que avaliam as implicações mais amplas de impacto da construção no meio ambiente. Entre estes dois são métodos de avaliação ambiental, tais como BREEAM, BEPAC, LEED, e GBA. Neste trabalho, nós discutiremos as aplicações do mercado potencial destes sistemas e comparáramos vários dos principais métodos de avaliação ambiental.
18.	**CE** (Zhai, et al., 2007)	60	Xangai é característica de clima subtropical de monções com a temperatura média anual de 17,6 ºC, e recebe radiação anual total acima de 4470 MJ/m2 com cerca de 2000 h de sol. Um sistema de energia solar capaz de fornecer aquecimento, arrefecimento, ventilação natural e água quente foi construído no Shanghai Research Institute of Building Science. O sistema contém principalmente 150 m² de coletores solares, dois chillers, tubos radiação de aquecimento de piso, trocadores de calor e um tanque de armazenamento de água quente de 2,5 m³ de volume. Ele é usado para o aquecimento no inverno, refrigeração no verão, ventilação natural na primavera e no outono, e o abastecimento de água quente em todo o ano nos 460 m² de área construída. Todo o sistema é controlado por um

			computador de controle industrial e opera automaticamente. Sob condição de tempo típico de Shanghai, verifica-se que a capacidade média de aquecimento é de até 25,04 kW no inverno, a produção média de refrigeração atinge 15,31 kW no verão e a ventilação natural reforçada pela energia solar dobra em épocas de transição. A investigação experimental valida o funcionamento prático eficaz do sistema. Após 1 ano de operação, confirma-se que o sistema solar contribui com 70% da energia total.
19.	**CE** (Pulselli, Simoncini, Pulselli, & Bastianoni, 2007)	60	Nos últimos anos, práticas de projeto de construção integrados com base na definição de critérios de construção verde foram promovidas. Por exemplo, sistemas de classificação, como LEED (EUA) e BREEAM (UK) fornecem normas nacionais para desenvolvimento de edifícios sustentáveis de alto desempenho. No entanto, os métodos de contabilidade ambiental integrada e indicadores globais de sustentabilidade, ainda são necessários para avaliar o desempenho ambiental geral dos edifícios, porque a habitação está muito atrelada com problemas ambientais globais, tais como o uso de energia não renovável, a sobre-exploração dos materiais, o esgotamento dos recursos e o desperdício de energia. Neste trabalho, uma análise foi aplicada a um edifício para dar conta dos principais fluxos de energia e materiais para o processo de construção de manutenção e utilização. Materiais de construção, tecnologias e elementos estruturais foram medidos e em comparação com o outro a fim de avaliar os seus efeitos e para proporcionar um cálculo básico que pode ser utilizado para a avaliação e seleção. A avaliação global da indústria da construção é, então, esperada por uma série de índices sintéticos. Os resultados representam uma fonte de informação que também será útil para futuros estudos sobre a escala urbana e regional.
20.	**SP** (Heerwagen, 2000)	59	Podem edifícios "verdes" contribuírem positivamente para o desempenho dos negócios e da eficácia organizacional? Podem edifícios "verdes" afetar os resultados

			organizacionais de alto nível, tais como rentabilidade, satisfação do cliente e inovação? Como é que os atributos físicos de edifícios verdes afetam o fisiológico, psicológico, cognitivo e funcionamento social de ocupantes do edifício a nível individual? Este artigo explora o contexto mais amplo do design sustentável, integrando forma de trabalho a eficácia organizacional e fatores humanos que sugerem que os edifícios "verdes" proporcionam benefícios econômico e organizacional para o negócio.
21.	**NT** (Lapinski, Horman, & Riley, 2006)	58	Os proprietários de instalações e equipes de projetos muitas vezes lutam para envolver requisitos "sustentáveis" em projetos de construção e podem incorrer em custos adicionais do projeto como um resultado. Apesar de "investimentos" nas características de construção de alto desempenho poder ser pagos de volta por meio de economia operacional, os métodos de entrega de projetos atualmente adotada pela maioria das equipes são carregados com resíduos do processo. Princípios de produção enxuta comprovadamente reduzem o desperdício e melhoraram o desempenho do processo em ambientes de desenvolvimento e de produção altamente complexos. Adotando esses princípios, este trabalho apresenta um estudo que identificou a presença de valor e desperdício em um projeto de prédio sustentável. Através de uma investigação empírica do mercado imobiliário e das instalações da Toyota Motor Sales, o processo de entrega foi mapeado para identificar tanto as etapas de entrega do projeto críticos para o sucesso e aqueles que são desperdícios. A investigação centrou-se no Campus Facility do Sul, que recebeu a certificação LEED Gold, com um custo de projeto equivalente a uma instalação convencional. Os resultados também identificam oportunidades de aperfeiçoamento para processo de entrega da Toyota. Para os proprietários de instalações empresariais e da indústria de Arquitetura e Engenharia de Construção, os resultados apresentam ideias sobre como entregar com sucesso e economicamente instalações sustentáveis.

22.	**NT** (Carter & Keeler, 2008)	56	O ambiente construído tem sido uma importante causa de degradação ambiental na paisagem anteriormente subdesenvolvido. Como público e privado o interesse em restaurar a integridade ambiental das áreas urbanas continua a aumentar, novas práticas de construção estão sendo desenvolvidas que valorizam explicitamente características ambientais benéficas. O uso de vegetação em um telhado - comumente chamado de telhado verde como uma alternativa aos materiais de construção tradicionais é um exemplo cada vez mais utilizada de tais práticas. A vegetação da cobertura executa uma série de funções que melhoram o desempenho ambiental, tais como: absorção das chuvas, redução da temperatura do telhado, a melhoria na qualidade do ar ambiente, e prestação de habitat urbano. A melhor contabilidade dos custos de um telhado verde e os benefícios para a sociedade e para o setor privado vai ajudar na concepção de instrumentos políticos e que afetam decisões sobre a construção do telhado verde. Este estudo utiliza dados coletados a partir de um telhado verde experimental para desenvolver uma análise da relação custo-benefício para o ciclo de vida de sistema de telhado verde em uma bacia hidrográfica urbana. Os resultados desta análise são em comparados com um cenário de cobertura tradicional. O valor presente líquido desse tipo de telhado verde varia atualmente de 10% a 14% mais caro do que sua contraparte convencional. Uma redução de 20 % no custo de construção do telhado verde faria o pressente valor ser menor do que o telhado tradicional. Considerando os benefícios sociais positivos, incentivar o uso desta prática em bacias altamente urbanizadas são fortemente recomendados.
23.	**CS** (Lützkendorf & Lorenz, 2005)	55	Como pode a indústria da construção enfrentar os desafios atuais e futuros colocados pelo desenvolvimento sustentável? A percepção da propriedade como uma mercadoria está mudando para enfatizar as características de construção e de desempenho como principais determinantes do valor de uma propriedade e valor de mercado, o que exige novas formas de avaliar valor.

			Avaliação do imóvel comercial representa um importante mecanismo que poderia permitir considerações ambiental e social a serem mais alinhado com o retorno econômico. Um sistema que permite a descrição, mensuração e avaliação de diversos aspectos de desempenho da construção são conceituados. Possíveis indicadores de desempenho de sustentabilidade são identificados, e o princípio básico de avaliação do desempenho ao longo do ciclo de vida dos edifícios é explicado. Argumenta-se que o meio ambiente e comunidade de pesquisa edifício tem um papel central na determinação de uma padronização da terminologia e melhorar a troca de ideias entre disciplinas de investigação financeira e ambiental. Então, as considerações simultâneas das questões econômicas, ambientais e sociais podem proporcionar um conhecimento mais profundo sobre as características de propriedade e associado desempenho. Isto irá criar uma abordagem de avaliação mais robusta e levar a uma maior confiabilidade dos resultados da avaliação. Finalmente, as oportunidades oferecidas pelas sinergias entre design sustentável e gestão de risco são identificadas e implicações para a avaliação de risco da propriedade para fins de concessão de crédito e de seguros são destacados.
24.	**NT** (Mickaityte, Zavadskas, Kaklauskas, & Tupénaité, 2008)	51	Princípios do desenvolvimento sustentável atingindo muitas esferas da atividade humana, renovação de edifícios públicos não é uma exceção neste caso. Reabilitação de edifícios suporta excelentes oportunidades para reduzir o consumo de energia em edifícios, bem como incentiva outros princípios de remodelação sustentáveis - de saúde dos cidadãos, proteção do meio ambiente, o uso racional dos recursos, informações sobre renovação sustentável. Durante a remodelação piloto o projeto FP- 6 Brita in PuBs, os autores deste artigo desenvolveram modelos conceituais de sustentabilidade para a renovação de edifícios públicos. O modelo foi criado baseando-se em princípios de desenvolvimento sustentável, a sua consideração no processo de tomada de decisão e eficiência nos modelos dos fatores de influência. Para demonstrar as possibilidades de aplicação dos modelos

			seguindo os princípios da saúde, um estudo de caso do edifício principal da Vilnius Gediminas Technical University o mapeamento de poluição é dado no final deste artigo.
25.	**CS** (Todd, Crawley, Geissler, & Lindsey, 2001)	50	Green Building Challenge (GBC) foi destinado a avançar o estado - da- arte da avaliação de desempenho do edifício, através do desenvolvimento, teste e discussão de um quadro de avaliação, critérios e ferramentas. As contribuições de GBC para avaliação de desempenho do edifício são consideradas através da comparação das semelhanças e diferenças com uma seleção de ferramentas de avaliação disponível. O GBC não foi projetado para aplicação em mercados comerciais. Em vez disso, ele enfatizou pesquisadores e profissionais de vários países e de pesquisa envolvidas. Consequentemente, GBC tem sido em uma posição única para testar e adotar novas ideias e implementar mudanças graduais. O papel do GBC nos últimos cinco anos foi para fornecer um quadro de referência, o método e as ferramentas que podem ser usados para desenvolver novos sistemas ou melhorar os sistemas existentes; proporcionar um fórum de discussão entre os pesquisadores e profissionais em todo o mundo; e levantar consciência e credibilidade dos sistemas de avaliação. O papel de GBC evoluiu como o contexto em que se insere mudou. Seu papel como um sistema de referência tornou-se menos importante para muitos participantes como eles implementam seus próprios sistemas nacionais de avaliação. No entanto, o papel do GBC como um fórum e catalisador para a mudança tem assumido maior importância enquanto pesquisadores e profissionais continuam a lutar com a mais difícil das questões na construção de avaliação desempenho.
26.	**CS/NT/LN** (Brown & Vergragt, 2008)	49	Mudanças de grande escala em tecnologias dominantes são os componentes necessários de uma transição para a sustentabilidade. Tais mudanças são difíceis, porque, além de inovação tecnológica, elas exigem mudanças nas já instituições, normas profissionais, sistemas de crenças e, em alguns casos, também os estilos de vida já existentes.

			Aprendizagem de ordem superior é especialmente crucial para os tipos de inovações que dependem principalmente na síntese de tecnologias existentes e know-how para conseguir reduções radicais do consumo de energia e de materiais, como é o caso com as construções de alto desempenho. Uma maneira de facilitar este tipo de aprendizado é através da experimentação de novas tecnologias e serviços. Baseando-se em nosso conceito anterior de Bounded Socio-Technical Experiment (BSTE), neste artigo propomos uma estrutura conceitual para o mapeamento e monitoramento dos processos de aprendizagem que ocorrem em um BSTE, e aplicá-lo a um estudo de caso empírico de um edifício residencial zero de combustível fóssil, em Boston. Três conclusões principais são os seguintes: Aprendizagem ocorreu tanto no nível individual e da equipe, que a aprendizagem individual envolve mudanças nas definições de problemas; e que a aprendizagem equipe era constituída por mudanças dos participantes até que congruência em visões de mundo e quadros interpretativos fosse alcançada. Este estudo de caso também mostra que temos de pensar em inovar na construção de design como um processo e um produto, e que ambos devem ser considerados nos futuros esforços para replicar este edifício.
27.	**NT** (Fioretti, Palla, Lanza, & Principi, 2010)	47	Desempenho de coberturas vegetadas são investigados em termos de seus benefícios esperados para a construção e do ambiente urbano, devido a suas pontuações potenciais de energia e de gestão da água reconhecidos. A revisão de experiências relacionadas em todo o mundo é relatada para fins de comparação. A investigação está aqui realizada no contexto climático específico da região do Mediterrâneo. Em grande escala experimental resultados são fornecidos a partir de dois estudos de caso, localizadas no noroeste e centro da Itália, que consiste em dois telhados verdes totalmente monitorados no topo de edifícios públicos. A atenuação da radiação solar através da camada de vegetação é avaliada, bem como o desempenho de isolamento térmico da estrutura de telhado verde. O fluxo diário de calor através da superfície do telhado é

			quantificado mostrando que o telhado verde supera o telhado de referência, reduzindo assim o consumo de energia diária. Quanto à gestão da água, confirma-se que os telhados verdes mitigam significativamente geração de escoamento de águas pluviais - mesmo em um clima mediterrânico - e em termos de redução do volume de enxurrada, pico de atenuação e aumento do tempo de concentração, apesar de desempenho reduzido pode ser observada durante períodos de precipitação elevados.
28.	**NT** (Corinaldesi & Moriconi, 2009)	47	A utilização criteriosa de recursos, utilizando subprodutos e resíduos, e um menor impacto ambiental, reduzindo a emissão de dióxido de carbono e extração de agregados virgem, permitem aproximar desenvolvimento sustentável da construção. Reciclado concreto agregado contendo cimento suplementar, se as propriedades satisfatórias são obtidas, pode ser um exemplo de materiais de construção sustentáveis. Neste trabalho amostras de concreto foram fabricados, substituindo completamente agregados finos e grossos com agregados reciclados de uma usina de reciclagem de entulho. Também concreto com agregado reciclado com cinzas volantes ou sílica foram estudados. Propriedades do concreto foram avaliadas por meio de força de compressão e o módulo de elasticidade na primeira parte experimental. Na segunda parte experimental, a força de compressão e ruptura de tração, módulo de elasticidade dinâmico, retração por secagem, reforço da resistência de união, carbonatação, penetração de cloretos foram estudados. Propriedades do concreto satisfatórias podem ser desenvolvidas com a seleção adequada e dosagem dos materiais agregados.
29.	**NT** (Wang, Rivard, & Zmeureanu, 2006)	46	Forma é uma consideração importante no projeto de construção verde, devido ao seu impacto significativo no desempenho energético e custos da construção. Este trabalho apresenta uma metodologia para aperfeiçoar as formas de construção em planta usando um algoritmo genético. A implantação edifício é representada por um polígono com vários lados. Diferentes representações geométricas de um polígono são consideradas e avaliadas

			em termos dos seus problemas potenciais, tais como epistasia, que ocorre quando um par de genes mascara ou modifica a expressão de outros pares de genes, e que codifica isomorfismo, que ocorre quando os cromossomos com diferentes cadeias binárias mapeiam a mesma solução no desenho espacial. Duas representações são comparadas em termos de seu impacto sobre a eficácia e eficiência computacional. Um modelo de otimização é estabelecido considerando as variáveis relacionadas com a forma e várias outras variáveis de projeto relacionados com vedação tais como índices de janelas e beirais. Custo do ciclo de vida e ciclo de vida de impacto ambiental são as duas funções objetivo utilizadas para avaliar o desempenho de um edifício verde. Um estudo de caso é apresentado em forma de um piso típico de um edifício de escritórios definido por um pentágono é otimizado com um algoritmo genético.
30.	**CE** (Li & Yao, 2009)	45	A República Popular da China e seus 1,3 bilhão de pessoas já experimentaram um rápido crescimento econômico nas duas últimas décadas. Proporção de urbanização da China subiu de cerca de 20% no início de 1980 para 45% em 2007. O grande volume e velocidade rápida da construção civil raramente foram vistas no desenvolvimento global e causam pressão substancial sobre os recursos e o ambiente. Formuladores de políticas governamentais e profissionais da construção, incluindo arquitetos, engenheiros, gerentes de projetos e desenvolvedores de propriedade, devem desempenhar um papel importante no reforço do planejamento, projeto, construção, operação e manutenção do processo de eficiência energética do edifício e no desenvolvimento urbano sustentável. Este artigo aborda as questões emergentes relativas ao consumo de energia e eficiência energética do edifício, devido ao desenvolvimento rápido de urbanização em China.
31.	**CE** (Juan, Gao, & Wang, 2010)	45	O consumo de energia dos edifícios é responsável por cerca de 20-40% de toda a energia consumida em países avançados. Durante a última década, as organizações cada vez mais globais estão investindo recursos significativos

			para criar ambientes construídos de forma sustentável, enfatizando os processos de reestruturação de edifícios sustentáveis para reduzir o consumo de energia e as emissões de dióxido de carbono. Este estudo desenvolve uma decisão integrada de sistema de apoio para avaliar as condições do prédio de escritórios existentes e recomendar um conjunto ideal de ações para renovação sustentáveis, considerando trade-offs entre custo renovação, melhoria da qualidade do edifício, e os impactos ambientais. Uma abordagem híbrida que combina A * algoritmo de busca gráfico com algoritmos genéticos (GA) é usado para analisar todas as ações possíveis de renovação e seus trade-offs para desenvolver a melhor solução. A validação do sistema de duas fases é realizada para demonstrar a aplicação prática da abordagem híbrida: zero-um objetivo programação (ZOGP) e algoritmos genéticos são adoptados para validar a eficácia do algoritmo. Um projeto de renovação real é introduzido validar as diferenças de desempenho energético previstas para a solução de renovação sugerida pelo sistema. Os resultados revelam que o sistema híbrido proposto é computacionalmente mais eficaz do que qualquer ZOGP ou GA sozinho. O sistema sugere que ações de renovação forneceriam substancial melhorias de desempenho energético para o projeto real, se implementado.
32.	**SN** (Paul & Taylor, 2008)	42	Tem sido argumentado que os edifícios verdes têm uma qualidade ambiental interior melhor (medida pela percepção de conforto dos ocupantes) do que os edifícios convencionais e que isso se traduz em um ambiente de trabalho mais satisfatório para os ocupantes do edifício e, por sua vez, uma força de trabalho mais produtivo. Para testar isso, medimos o conforto e a satisfação dos ocupantes de um edifício verde de uma universidade e dois edifícios universitários convencionais com um questionário que perguntava aos ocupantes para avaliar o ambiente do seu local de trabalho em termos de estética, serenidade, iluminação, acústica, ventilação, temperatura, umidade, e satisfação geral. Os edifícios universitários do estudo estão localizados em Albury- Wodonga, no interior

			do sudeste da Austrália. O prédio verde, que é ventilado naturalmente, é construído a partir de taipa e materiais reciclados. Os edifícios convencionais têm aquecimento, ventilação e ar condicionado e são de alvenaria. Não encontramos nenhuma evidência para acreditar que edifícios verdes são mais confortáveis. Na verdade, a única diferença entre os prédios era de que os ocupantes do edifício verde eram mais propensos a perceber seus ambientes de trabalho como quentes, e os ocupantes que se sentiam quentes eram mais propensos a descrever seu ambiente de trabalho como pobres. No entanto, o sistema de refrigeração desta construção estava com mau funcionamento no momento do estudo e, portanto, este resultado não pode ser generalizado como uma diferença entre edifícios verdes e edifícios de climatização convencionais. Todos os outros aspectos de conforto, incluindo estética, serenidade, iluminação, ventilação, acústica, e umidade, não foram percebidos de forma diferente pelos ocupantes dos dois tipos de construção.
33.	**CE** (Li, Lam, & Wong, 2006)	42	A iluminação artificial é um dos principais itens de consumo de eletricidade em muitos edifícios não residenciais. Recentemente, tem havido um crescente interesse em incorporar a iluminação natural na arquitetura para reduzir o uso de energia elétrica e melhorar a construção de empreendimentos verdes. Este artigo apresenta medições para um escritório totalmente climatizado usando um sistema de escurecimento fotoelétrico. Carga de iluminação, níveis de iluminação interior e disponibilidade de luz natural foram sistematicamente medidos e analisados. As características gerais, tais como a economia de energia elétrica e iluminação transmitida pela luz do dia nas formas de distribuição de frequências e distribuições de frequência acumulada são apresentadas. Teorias de iluminação natural e modelos de regressão foram desenvolvidas e discutidas. Verificou-se que a economia de energia na iluminação elétrica foi mais de 30% usando o escurecimento de alta frequência. Os resultados do estudo são úteis e aplicáveis a outros espaços de escritórios com arquitetura semelhante

			layouts e sistemas de controle de iluminação ligado a iluminação natural.
34.	**NT** (Weir & Muneer, 1998)	39	A energia incorporada dos quatro principais materiais utilizados na construção de uma janela preenchida com gás inerte, uma janela de vidro duplo, de um determinado tamanho, foi quantificada. Os quatro principais materiais considerados foram o gás de enchimento (argônio, criptônio e xenônio), madeira, alumínio e vidro. Os requisitos de energia do processo subjacente de fabricação são também estimados para o processamento do produto final. O total de energia incorporada de argônio, criptônio e xenônio para a cavidade da janela cheia (1,2 m por 1,2 m de janela basculante), verificou-se ser 1,031MJ, 1539 MJ e 5531 MJ por janela, respectivamente. Para argônio cavidades cheias, leva à produção de 94,7 kg de CO2, 1,2 kg de SO2 e 0,4 kg de NO por janela. Os resultados apresentados neste artigo são resultados iniciais nos primeiros estágios de uma completa Análise do Ciclo de Vida (ACV) de janelas com vidros duplos para edifícios sustentáveis.
35.	**NT/CE** (Badescu & Sicre, 2003)	38	Uma casa passiva é uma construção eficiente em termos de custo que pode gerenciar todo o período de aquecimento, devido ao seu design de construção específico, com mais de 10 vezes menos energia do que um edifício projetado para os mesmos padrões atualmente aplicáveis em toda a Europa. O isolamento térmico prolongado e a estanqueidade melhorada eliminam a necessidade de temperaturas superiores a 50 ◦ C. Isso faz com que as fontes de energia renováveis particularmente adequadas para a produção de aquecimento, arrefecimento e água quente doméstica. Modelagem do uso de energia renovável para o aquecimento exige como etapa preliminar a descrição detalhada da estrutura do edifício, dos equipamentos de climatização e de fontes de calor internos. Este artigo apresenta os principais dados utilizados para modelar o comportamento térmico de uma casa passiva. Detalhes sobre à Casa Passiva Pirmasens (RhinelandPalatinate, Alemanha) são dados, como por

			exemplo, as fontes de calor internos, incluindo eletrodomésticos, calor e umidade liberados por pessoas, instalações internas térmicas como tubulações de água quente e fria. Todos estes são quantificados usando dados obtidos estatisticamente. Um cronograma detalhado para uma família padrão alemã com dois adultos e duas crianças foi preparado. Ele leva em conta as celebrações nacionais, férias e fins de semana, entre outros.
36.	**NT** (Cole & Sterner, 2000)	38	A noção de Custeio do Ciclo de Vida (LCC) é geralmente reconhecida como uma abordagem valiosa para comparar projetos de construção alternativos - permitindo benefícios de custo operacional a ser avaliado contra eventuais aumentos de custos iniciais. No entanto, uma série de dificuldades práticas conspira para limitar a sua adoção generalizada. Esta aceitação limitada é particularmente importante na construção verde, onde muitos dos benefícios de escolhas estratégicas só podem muitas vezes ser entendida e justificada quando lançado em um contexto de ciclo de vida. Este artigo identifica algumas das lacunas críticas entre a teoria e prática de análise de custo do ciclo de vida para descobrir estratégias que favoreçam uma maior utilização.
37.	**NA** (Wedding & Crawford-Brown, 2007)	38	Esta pesquisa encontrou os quatro objetivos seguintes dentro do tópico de pesquisa mais amplo de caracterizar e quantificar o sucesso na revitalização brownfield: (1) para definir 40 indicadores totais que definem e determinam o sucesso de recuperação de brownfield em quatro categorias: ambiente - saúde, finanças, habitabilidade e socioeconômico; (2) a utilização destes indicadores para desenvolver uma ferramenta parcialmente automatizado que as partes interessadas em áreas industriais degradadas possam usar para avaliar e comunicar o sucesso (ou falhas) nesses projetos com mais facilidade; (3) para integrar edifício verde como um aspecto importante da recuperação de brownfield bem-sucedidas; e (4) para desenvolver esta ferramenta no âmbito de um método de decisão de multi-atributo específico (MADM), o processo analítico hierárquico (AHP). Pesquisas futuras devem incluir a

			operacionalização e aplicação desta ferramenta para sites específicos. Atualmente, não é conhecido nenhum quadro de indicadores, ou ferramenta automatizada em uso. Os indicadores foram escolhidos por causa de sua capacidade de reduzir dados em medidas compreensíveis e medir sistematicamente o sucesso de uma forma padronizada. Indicadores apropriados foram selecionados com base em(1) entrevistas com importantes promotores privados e líderes nacionais na requalificação de terrenos devolutos(2) uma revisão da literatura relevante, (3) hierarquias objetivas criadas neste projeto, e (4) a capacidade para cada indicador de servir em mais do que uma das quatro categorias descritas acima. Estes foram combinados para formar a Sustainable Brownfields Redevelopment (SBR) Tool. A pesquisa foi realizada para servir como uma avaliação preliminar e proposta de metodologia para julgar a validade da ferramenta SBR. Profissionais do setor acadêmico, privado e público foram convidados a fornecer uma avaliação da ferramenta de gestão e uma ponderação da importância relativa de cada indicador e cada uma das quatro categorias mencionadas anteriormente. Peritos qualificaram a ferramenta em 7,68 de 10, sugerindo que este quadro vai ser útil na avaliação dessas recuperações após a conclusão e na formulação de planos de sites iniciais e projeto de construção.
38.	**CS** (Ali & Al Nsairat, 2009)	37	O objetivo desta pesquisa é contribuir para uma melhor compreensão do conceito de ferramenta de avaliação de construção verde e seu papel para alcançar o desenvolvimento sustentável através do desenvolvimento de um sistema de classificação eficaz para unidades residenciais na Jordânia em termos das dimensões através das quais ferramentas de desenvolvimento sustentável estão sendo produzidos e de acordo com o contexto local. O desenvolvimento desse sistema é necessário nos países em desenvolvimento por causa dos consideráveis problemas ambientais, sociais e econômicos. Jordânia como um desses países necessita deste sistema. Portanto, esta pesquisa estudou os instrumentos de avaliação Green Building internacionais como LEED, CASBEE,

			BREEAM, GBTool, e outros. Itens de avaliação novo, então definidos respeitando as condições locais da Jordânia e discutidos com (60) stakeholders; 50% deles eram especialistas do desenvolvimento sustentável. Depois de selecionar os itens de avaliação foram ponderados utilizando o método AHP. O resultado da pesquisa foi uma sugestão de ferramenta de avaliação de edifícios verdes (SABA Green Building Rating System) - Programa baseado em computador - que combina com o contexto da Jordânia em termos de perspectivas ambientais, sociais e econômicos.
39.	**NT** (van der Lugt, van den Dobbelsteen, & Janssen, 2006)	37	Este artigo discute o potencial do bambu como material de construção para os países ocidentais. No estudo apresentado, colmos de bambu foram ambientalmente e financeiramente avaliados e comparados aos materiais de construção mais comuns na Europa Ocidental, por exemplo, aço, concreto e madeira. Além disso, um estudo de caso foi feito de edifícios temporários europeus de bambu, estruturas e pontes, a fim de determinar os fatores de sucesso e fracasso de construção com bambu. Este artigo apresenta os resultados destes estudos, que indicam que, dentro de certas condições de contorno e com a consideração das recomendações a seguir o estudo de caso, o bambu é um material de construção muito sustentável para os países ocidentais e pode ser competitivo com materiais mais comumente usados.
40.	**CS** (Bartlett & Howard, 2000)	36	Este trabalho visa contestar a forma tradicional em que avaliamos o valor de edifícios verdes em termos de respeito pelo ambiente, eficiência energética e custo de vida. No Reino Unido, os inspetores de quantidade (ou consultores de custos) têm a percepção de que edifícios mais eficientes em energia e ambientalmente ecológicos custam entre 5% e 15% a mais para construir, desde o início. Esta suposição comum não é apoiada por pesquisas recentes e deve ser questionada. Profissionais da construção precisam ser informados do custo de vida inteira e impacto ambiental dos edifícios, para que possam encorajar os principais interessados a fazer escolhas mais

			sustentáveis. Estas questões emergentes, juntamente com ferramentas práticas são consideradas com estudos de caso de projetos recentes.
41.	**CS/LN** (Castro-Lacouture, Sefair, Flórez, & Medaglia, 2009)	36	Os edifícios têm um impacto significativo e continuamente crescente sobre o meio ambiente, porque eles são responsáveis por uma grande parte das emissões de carbono e usam um número considerável de recursos e energia. O movimento de construção verde surgiu para atenuar esses efeitos e melhorar o processo de construção do edifício. Essa mudança de paradigma deve trazer significativo benefício ambiental, económico, financeiro e social. No entanto, a obtenção de tais benefícios são necessários esforços, não só na gama de tecnologias apropriadas, mas também na escolha de materiais apropriados. Seleção de materiais inadequados pode ser cara, mas o mais importante podem impedir a realização dos objetivos ambientais desejados. A fim de ajudar os tomadores de decisão com a seleção dos materiais certos, este estudo propõe um modelo de otimização inteira mista que integra projeto e orçamento, maximizando o número de créditos alcançados no âmbito do sistema de classificação (LEED). Para ilustrar este modelo, este trabalho apresenta um estudo de caso de um edifício na Colômbia, em que se propõe uma versão modificada do LEED.
42.	**CS** (Cooper, 1999)	36	Este artigo é uma resposta pessoal à conferência Green Building Challenge ’98, realizada em Vancouver, em setembro de 1998, representa uma tentativa de unir conceitualmente - e, em seguida, comentar criticamente - os dois principais desafios colocados desacreditados na conferência. Estes foram oferecidos no início e no final por Rees e Kohler e foram, respectivamente: países (1) que se desenvolveram a reduzir o impacto ambiental de seu ambiente construído dez vezes até 2040 (Rees, 1999. P216), e (2) que parar a construção de novos edifícios, limitando-se, a melhorar seu estoque existente (Kohler, 1999. p 317) . Embora não seja mencionado por Rees ou Kohler, ambos os desafios podem ser enfrentados, por exemplo, através da adopção de uma abordagem Serviço de Economia para melhorar o ambiente construído em

	países industrializados. Isso poderia permitir espaço - tanto em termos de entrada de recursos e saída de poluição - para a rápida urbanização prevista (e já está ocorrendo) nos países em desenvolvimento nos próximos 30 ou 40 anos. Este trabalho busca localizar os seus desafios no contexto de iniciativas mais amplas para 'desmaterializar' economias industriais. Isto é feito a fim de questionar se o desenvolvimento de métodos para avaliar o desempenho de edifícios deve continuar a abordar o relativamente estreito eficiência-recurso que tem predominado nos últimos dez anos, ou se ele deve agora começar a enfrentar um âmbito mais largo - a sustentabilidade do ambiente construído.

Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

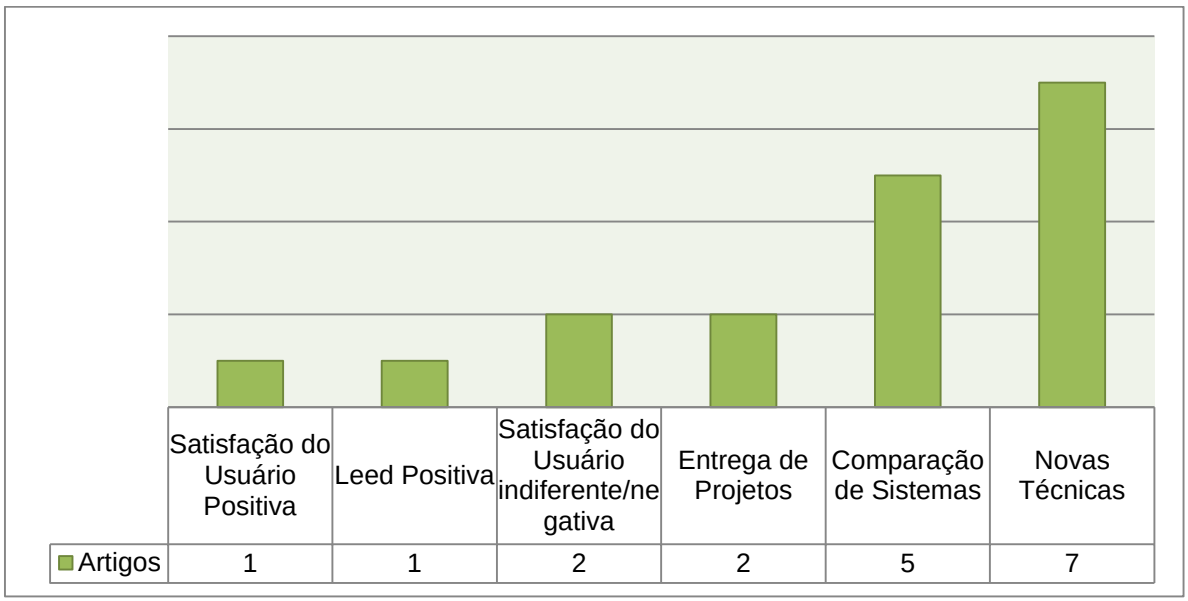
Dentre os autores mais produtivos (Tabela 4) o assunto mais abordado continuou sendo o de novos materiais ou técnicas construtivas, seguido também por sistemas de certificação de edifícios.

Tabela 4 - Autores mais produtivos

Autor	Total de trabalhos publicados sobre o tema
1. Riley, David R.	12
2. Cole, Raymond J.	12
3. Korkmaz, Sinem	10
4. Horman, Michael J.	9
5. Pearce, Annie R.	8
6. Yudelson, Jerry M.	8
7. Zhai, Xiaoqiang	7
8. Wallbaum, Holger	7
9. Hodgson, Murray R.	7
10. Wang, Ruzhu	7
11. Syal, Matt G Matt	6
12. Gou, Zhonghua	6
13. Kim, JeongTai	6
14. Häkkinen, Tarja	5
15. Ahn, Yonghan	5

Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

Figura 2 - Autores mais produtivos/ artigos por assunto



Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

Tabela 5 - Sinopse de alguns dos trabalhos produzidos pelos autores mais produtivos

	Trabalho	Sinopse
1.	**CS** (Cole, 2012)	Metas de performance e métodos de avaliação mostram que edifícios devem mitigar seu impacto ambiental. Em contraste a noção de Design Regenerativo de desenvolvimento enfatiza uma relação de parceria entre os homens e seu ambiente natural, abordando o entendimento entre "verde", "sustentabilidade" e "regenerativo".
2.	**CS** (Feige, Mcallister, & Wallbaum, 2013)	Apesar dos benefícios das construções sustentáveis, seu número permanece baixo. Construções sustentáveis são presumidamente consideradas caras. Para o mercado imobiliário a adoção de sistemas sustentáveis está diretamente ligada ao valor do investimento. Este artigo mostra como diferentes critérios de sustentabilidade afetam o valor do aluguel de prédios residenciais.
3.	**SP** (Feige, Wallbaum, & Krank, 2011)	A inclusão dos stakeholders pode facilitar o desenvolvimento de edifícios sustentáveis, incluindo-os com informações que os motivem. Sustentabilidade não pode ser vista como um aspecto individual, mas como uma questão que só pode ser atingida se for direcionada suficientemente durante cada fase da vida do edifício.

4.	**NT** (Goto, et al., 2012)	Aquecimento global, escassez de recursos e a rápida urbanização em zonas subtropicais são questões globais importantes. Este estudo simula o balanceamento entre calor e umidade de um edifício com envelopamento sustentável, que se mostrou de baixo consumo energético e durável em casas de regiões subtropicais.
5.	**SN** (Gou, Lau, & Chen, 2012)	O movimento de Green Buildings é uma tentativa de trazer melhorias no ambiente interno do ponto de vista do usuário. Esta pesquisa mostra que não há diferença significativa na satisfação geral entre dois edifícios corporativos LEED e edifícios convencionais. A qualidade do ar e o conforto térmico não foram mais satisfatórios que edifícios convencionais.
6.	**SN** (Gou, Lau, & Shen, 2012)	Estudo de pós-ocupação para investigar o conforto ambiental em um edifício Three-star Green Building na China. 12% dos respondentes estão insatisfeitos com as temperaturas do verão e 20% estão insatisfeitos com as temperaturas do inverno.
7.	**NT** (Häkkinen & Belloni, 2011)	As barreiras para os Edifícios sustentáveis, não são apenas a falta de tecnologias e métodos de avaliação. É também repleta de dificuldades organizacionais e processuais decorrentes da adoção de novas tecnologias, que requerem mudanças de processos, implica em riscos e custos imprevistos.
8.	**NT** (Kim, Lim, Schaefer, & Kim, 2013)	Este artigo avalia a performance de um design de *Curtain Wall* (pele de vidro) em fechamentos de edifícios, do ponto de vista de iluminação, uniformidade, carga térmica e energia. Peles de vidro levam a um desafio de equilibrar o desejo do máximo de iluminação natural com o ganho de calor. Em termos de conforto visual, venezianas reduzem o brilho intenso e permitem a visão para o exterior. O ângulo apropriado do brise para uma luz uniforme é de 20º.
9.	**NT** (Korkmaz, 2012)	A concepção de um projeto de edifício sustentável requer interdisciplinaridade desde sua concepção. Este artigo avalia o impacto de um caso de ensino de técnicas colaborativas para a concepção de um projeto de edifício

		sustentável em um curso de graduação multidisciplinar. A documentação pré e pós-experimento apontou que este método é efetivo, comparado com a técnica desenvolvida no ano anterior.
10.	**NT** (Korkmaz & Singh, 2012)	Este artigo apresenta uma pesquisa realizada com estudantes de último ano de graduação na Universidade de Michigan, que utiliza trabalho colaborativo para ensinar práticas de sustentabilidade. O estudo testa a afirmação que equipes integradas produzem projetos mais completos em termos de sustentabilidade.
11.	**NT** (Korkmaz, Messner, Riley, & Magent, 2010)	Edifícios verdes de alto desempenho exigem estreita integração de sistemas de construção com um foco especial sobre a energia, iluminação natural e análise de material durante os seus processos de design. Modelagem e uso de ferramentas de visualização de processo de design pode facilitar uma melhor comunicação e colaboração entre os membros da equipe; portanto, uma melhor integração no processo de design. Este trabalho apresenta um estudo de caso do processo de projeto integrado do Centro de Aprendizagem de Infância Precoce como foi executado por uma equipe de estudantes universitários e professores. Uma abordagem de modelagem de processos de decisões-chave, consultores necessários e protótipos virtuais de o edifício foram utilizados durante as fases de desenvolvimento de design de estudo de caso. Este caso ilustra o uso de modelagem de processos e ferramentas de visualização para fornecer um sistema de informação exata do edifício para as equipes integradas. Através desta experiência, ferramentas de modelagem de processo e visualização foram encontradas para serem mecanismos úteis para alcançar as metas de design de alto desempenho e minimizar o desperdício processo de design.
12.	**EP** (Korkmaz, Riley, & Horman, 2011)	Processos de entrega de projeto que descrevem acordos contratuais entre os participantes do projeto, o calendário de suas atividades e níveis de envolvimento têm sido temas de investigação de gerenciamento de construção. Dominado por métodos quantitativos, este tema de pesquisa requer grandes tamanhos de amostra,

		principalmente devido ao extenso número de variáveis potenciais decorrentes da natureza baseada em projetos de construção. A tendência recente e crescente na indústria para a construção sustentável e de construção de alto desempenho introduz complexidades adicionado no processo de entrega de projetos e os desafios da investigação devido à população limitada de edifícios concluídos ambientalmente sustentáveis. Esta primeira pesquisa quantitativa seleciona variáveis importantes da entrega do projeto de uma amostra de edifícios de escritórios de alto desempenho sustentável e, em seguida, testa essas variáveis com as análises de estudos de casos selecionados. Os resultados deste estudo exploratório são importantes para expandir a pesquisa na entrega de projetos sustentáveis e de construção de alto desempenho e os métodos necessários para expandir a compreensão, a validade e a confiabilidade da pesquisa.
13.	**CS** (Korkmaz, Riley, & Horman, 2010)	Edifícios sustentáveis de alto desempenho estão sendo mais amplamente adotados em todo o mundo para reduzir os custos de energia e melhorar o bem estar dos ocupantes. Para atingir as metas estabelecidas para estes projetos de construção dentro das restrições financeiras e de tempo realistas, são necessários processos de planejamento superior, design e construção. A literatura disponível não tem as métricas de entrega do projeto descritivos identificando métodos científicos para fornecer a introspecção ou feedback sobre o desempenho dos processos de entrega de projetos para edifícios sustentáveis de alto desempenho. Este artigo descreve um estudo exploratório examinando mais de 100 variáveis em entrega do projeto verde para identificar cientificamente métricas importantes. Limitada por um número bastante pequeno de amostra, devido ao relativamente jovem mercado de edifícios verdes, o resultado deste trabalho, no entanto, fornece orientação importante para o desenvolvimento contínuo de métricas significativas para ajudar na criação de uma ferramenta de tomada de apoio para as equipes de projeto para facilitar a entrega de projetos de edifícios sustentáveis de alto desempenho.

14.	**EP** (Mollaoglu-Korkmaz, Swarup, & Riley, 2013)	A demanda por construções sustentáveis nos Estados Unidos tem aumentado por causa do esgotamento acelerado dos recursos naturais, o aumento dos custos de energia e as emissões de gases estufa, e maior consciência da qualidade ambiental interna. Recentemente, essa demanda cresceu de incluir estratégias baixo custo energético a priorizar a conservação máxima de energia e bem-estar dos ocupantes. Todas estas características representam aspectos de edifícios sustentáveis de alto desempenho. Métodos de entrega de projetos, design-build (DB) e design-bid-build (DBB) - podem afetar o nível de integração da equipe, o que tem sido relatado pela indústria de resultar em entrega de projeto ideal e melhor valor para o proprietário. No entanto, há uma lacuna na literatura para analisar as relações entre esses resultados. Esta pesquisa estudou como métodos de entrega de projeto influenciam a capacidade de um proprietário para atingir os seus objetivos de sustentabilidade medida através do nível de integração alcançado no processo de entrega. A pesquisa envolveu 12 estudos de caso em profundidade. Os resultados mostram que o nível de integração no processo de entrega afeta os resultados finais do projeto, especialmente as metas de sustentabilidade. Embora DB e gestão de construção em risco tem mais chances de facilitar a integração, os resultados mostram que DBB também tem o potencial de fornecer níveis mais elevados de integração se informalmente envolve o construtor nas fases anteriores do projeto. Projeto charrette, a compatibilidade dos membros da equipe de projeto e compromisso para projetar metas de sustentabilidade também foram cruciais para alcançar a integração da equipe e sucesso global do projeto.
15.	**LP** (Singh, Syal, Korkmaz, & Grady, 2011)	Custos e benefícios resultantes da melhoria da qualidade ambiental interna edifícios certificados (LEED) são muitas vezes a hipotéticos; contudo, a quantificação precisa de tais custos e benefícios permanecem um desafio. Esta pesquisa analisou os custos hard e softs incrementais de realizar melhorias IEQ em edifícios de escritórios LEED e benefícios relacionados ao bem-estar e produtividade do

		ocupante usando uma abordagem de estudo de caso. Bem-estar auto relatado e dados de produtividade foram coletados por meio de levantamento nos empregados ocupantes de escritórios convencionais em comparação com dados semelhantes sobre sua mudança para escritórios LEED. Estes resultados pré e pós Move foram analisados por meio da análise do custo do ciclo de vida quadro para calcular os ganhos econômicos potenciais de melhorias IEQ para as organizações. Os resultados indicam investimentos economicamente viáveis em créditos LEED-IEQ e oferece orientações para futuras pesquisas. Estes resultados preliminares podem ajudar os proprietários de construção/investidores/políticos na tomada de decisões de construção mais bem informadas para melhorias IEQ em edifícios a partir da perspectiva econômica da sustentabilidade.
16.	**CS** (Tucker, Pearce, Bruce, McCoy, & Mills, 2012)	A popularidade de credenciais profissionais de construção verde aumentou dramaticamente nos últimos anos nos Estados Unidos e no exterior, devido em parte ao desenvolvimento da construção sustentável no projeto de construção e na comunidade da construção. O objetivo foi comparar o valor percebido de três credenciais profissionais de construção verdes atualmente disponíveis no mercado norte-americano de construção: Green Globes Professional, LEED Green Associate e Green Advantage Certified Practitioner. Valor profissional e pessoal percebido derivado segurando credenciais, incluindo, mas não limitado a impactos sobre a remuneração, promoção, educação, reconhecimento da indústria e autoconfiança, foram avaliados para uma amostra de credenciados utilizando um instrumento de pesquisa on-line. Os convites foram entregues com sucesso para 6670 certificados e não certificados profissionais de projeto e construção. Dos entrevistados, 730 responderam à pesquisa. Uma análise one-way de variância (ANOVA) foi utilizada para detectar diferenças significativas entre as percepções relatadas de diferentes detentores de credenciais. Os resultados revelaram que Green Globes Professional e LEED Green Associates concordam mais fortemente do que Green Advantage Certified Practitioners que ganharam suas

		credenciais resultando em impactos profissionais e pessoais positivos. Não foram identificadas diferenças significativas entre as percepções dos Green Globes Professionals e LEED Green Associates.
17.	**CS** (Wallbaum, Krank, & Teloh, 2011)	Desde o início do debate sobre a sustentabilidade de cerca de 20 anos atrás, todas as partes envolvidas no processo de planejamento urbano têm esperado encontrar soluções sustentáveis para enfrentar os desafios do século 21. Potencial para incluir critérios de sustentabilidade está presente na fase de planejamento estratégico e durante os estudos iniciais de um projeto. No entanto, os instrumentos disponíveis nesses estágios iniciais são raros e mostram inúmeras fraquezas. O presente estudo tem a intenção de fechar esta lacuna através do desenvolvimento de um instrumento para a priorização de critérios de sustentabilidade nos processos de planejamento urbano. Ele é baseado no Sustainable Building Tool 07, uma ferramenta abrangente e bem estabelecida para a avaliação da sustentabilidade de projetos de construção, as questões-chave relacionadas com os estágios iniciais de planejamento são identificados por meio de uma matriz de materialidade, um método estabelecido para relatórios de sustentabilidade corporativa. O método foi testado resultando em uma competição na cidade islandesa de Reykjavík. Os resultados incluem uma matriz de materialidade nas prioridades e a relevância de critérios para a sustentabilidade em todo o ciclo de vida, bem como 19 critérios a serem abordados em Reykjavík.
18.	**NT** (Yu & Kim, 2012)	Este artigo discute a emissão de formaldeído e compostos orgânicos voláteis de produtos do painel à base de madeira e o efeito sobre a qualidade do ar interior. A concentração de formaldeído monitorados em quatro casas teste energeticamente eficientes por um período de 7 anos foi incluído para ilustrar o efeito a longo prazo de emissões a partir de painéis utilizados em habitações. Emissão de formaldeído a partir de painel de pavimentação à base de madeira obtida a partir da investigação de edifícios doentes é incluída para comparação. Também foi discutido o impacto da instalação de um guarda-roupa "baixo emissor

	de formaldeído" em uma casa teste de eficiência energética e em um apartamento. O risco de exposição de um indivíduo descompactar os pacotes dos roupeiros embalados e durante a montagem foi ilustrado por medição feita em uma câmara de 22m³ e em uma casa teste. Uma variedade de compostos orgânicos voláteis pode ser liberada a partir de painéis de madeira e materiais associados. Existe também uma preocupação acerca da possível emissão de resíduos de conservação da madeira, tais como pentaclorofenol a partir de produtos feitos a partir de fontes de madeira contaminada. Para minimizar o impacto da emissão de formaldeído e de VOC em casas e outros edifícios, designers de construção devem insistir em certificação de produtos com base em sistemas de rotulagem disponíveis e isso é exigido em alguns países para a avaliação de Green Buildings.

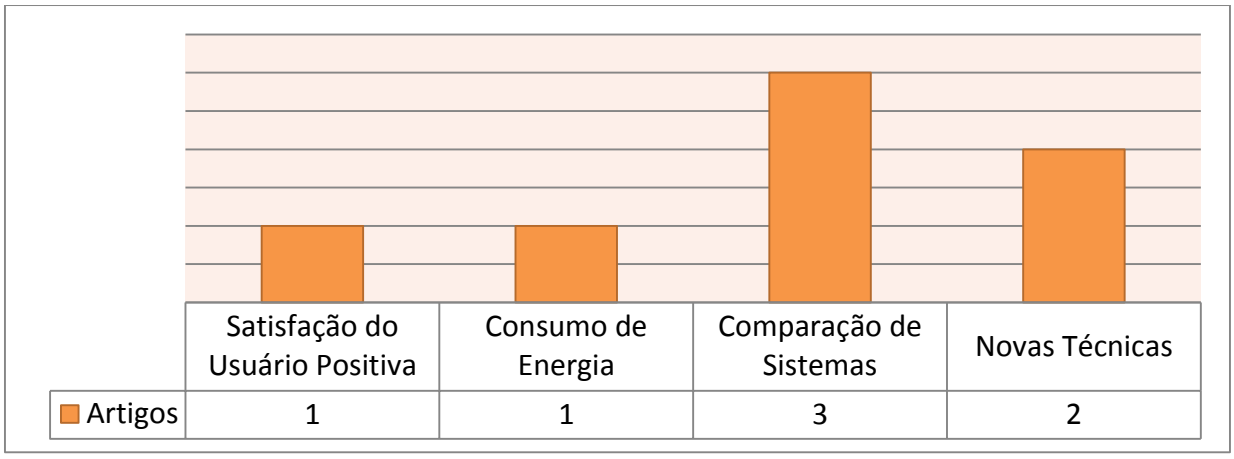
Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

Tabela 6 - Principais Revistas

Revista	Total de trabalhos publicados sobre o tema
Journal of Green Building	129
Energy and Buildings	61
Building Researchand Information	59
Building and Environment	56

Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

Figura 3 - Principais Revistas/ Artigos por assunto



Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

Tabela 7 - Sinopse de alguns dos trabalhos recentes publicados pelas principais revistas

	Trabalho	Sinopse
1.	**NT** (Aho, 2013)	Falta de progresso da propriedade e da indústria da construção em direção à sustentabilidade às vezes é atribuído à falta de visão corporativa e fins lucrativos a curto prazo. O que é, infelizmente, muitas vezes não é levado em conta é o que constitui um modelo de negócios adequado. O setor enfrenta um paradoxo: a sustentabilidade em longo prazo do setor exige grandes mudanças nas práticas atuais, mas, a fim de financiar o investimento necessário para mudar, os lucros de curto prazo são necessários. Características estruturais inerentes da indústria inibem essa transformação desejada, especialmente quando as estruturas da indústria atualmente não premiam os responsáveis por mais-valia ou o desempenho de um edifício. Um modelo de negócio é necessário que genuinamente relacione preço e ganhos para o desempenho real entregue ao cliente e da sociedade. Este dilema é considerado do ponto de vista das empresas e profissionais individuais. A investigação sobre a sustentabilidade dos edifícios deve ser sustentada por inovação em modelos de negócios que: (1) forneça incentivos de negócios para os níveis de serviço de longo prazo e ao desempenho real das instalações; (2) habilitar e capacitar profissionais dentro das empresas a agir de acordo com as metas de longo prazo; e (3) proporcionar retornos suficientes de curto prazo para o financiamento dos dois outros objetivos.
2.	**NT** (Häkkinen & Belloni, 2011)	Quais são as barreiras reais e drivers para a construção sustentável? Uma revisão da literatura, entrevistas e estudos de caso são apresentadas para resolver esta questão. Construção sustentável não é prejudicada pela falta de tecnologias e métodos de avaliação, mas em vez disso é repleta de dificuldades organizacionais e processuais decorrentes da adoção de novos métodos. As novas tecnologias são contrariadas porque requerem mudanças de processos que implicam riscos e custos imprevistos. Estes obstáculos podem ser reduzidos por aprender que tipo de tomada de decisão, novas tarefas,

		atores, papéis e formas de trabalho em rede são necessários. As barreiras são descritas como mecanismos de direção, econômica, a falta de compreensão do cliente, processos (aquisição e licitação, o calendário, a cooperação e o trabalho em rede), e conhecimento subjacente (conhecimento e da linguagem comum, a disponibilidade de métodos e ferramentas, inovação). As ações mais importantes para promover a construção sustentável é o desenvolvimento da consciência dos clientes sobre os benefícios da construção sustentável, o desenvolvimento e a adoção de métodos de gestão sustentável exigidos na construção, a mobilização de ferramentas de construção sustentável, o desenvolvimento da competência dos projetistas e trabalho em equipe, bem como o desenvolvimento de novos conceitos e serviços. As entrevistas e estudos de caso foram realizados na Finlândia, mas os resultados podem ser aplicáveis ou interessantes para outros países também.
3.	**NA** (Kohler & Hassler, 2012)	Apesar dos esforços significativos que envolvem design e regulamentares metas, sem redução significativa do consumo global de energia primária e as emissões de carbono foi realizada no parque imobiliário europeu desde 1975. A melhoria do desempenho dos novos edifícios tem sido compensada pelo aumento do tamanho do estoque e outros efeitos. Existem lacunas significativas nos dados e compreensão da construção de composição e dinâmica ' stocks, bem como dos impactos energéticos reais de renovação. A maioria dos métodos para lidar com os edifícios e os estoques existentes é inadequada como eles são conceitualmente derivados da construção nova. A discussão sobre a relação entre a redução da procura e descarbonização do fornecimento de energia deve ser estendida considere especificamente edifícios existentes. Os novos tipos de sistemas de destino com base no controle contínuo de desempenho eficaz são considerados. Um cenário alternativo é proposto: mudanças incrementais de longo prazo e a formulação de opções tecnológicas. Isto é baseado em monitoramento contínuo e avaliação do risco sistemático. A conservação do valor físico, econômico,

		social e cultural dos edifícios só pode ser alcançada através de uma transformação abrangente incremento do estoque. A agenda de pesquisa é explorada para apoiar essa estratégia
4.	**SP** (Newsham, et al., 2013)	A avaliação pós- ocupação (APO) de 12 edifícios de escritórios convencionais e 12 edifícios verdes em todo o Canadá e nos Estados Unidos foi conduzido. Ocupantes (2545) completaram um questionário online relacionadas à satisfação ambiental, satisfação no trabalho e comprometimento organizacional, saúde e bem-estar, as atitudes ambientais e pendulares. Em cada edifício foram tomadas no local, medidas físicas em uma amostra de estações de trabalho (974), incluindo: condições térmicas, qualidade do ar, acústica, iluminação, tamanho estação de trabalho, altura do teto, acesso à janela e sombreamento e acabamentos de superfície. Edifícios verdes apresentaram desempenho superior em comparação com edifícios similares convencionais. Melhores resultados foram: satisfação ambiental, satisfação com as condições térmicas, satisfação com a vista para o exterior, a aparência estética, menos perturbação de aquecimento, ruído na ventilação e ar condicionado (HVAC), a imagem local de trabalho, a qualidade do sono noturno, humor, físico sintomas e redução do número de partículas no ar. A variedade de características físicas levou a melhores resultados dos ocupantes em todos os edifícios, incluindo: condições associadas com privacidade discurso, menores níveis de ruído de fundo, os níveis mais elevados de luz, maior acesso a janelas, condições associadas com o conforto térmico, e menos partículas no ar. Sistemas de classificação de construção verde podem se beneficiar de uma maior atenção em várias áreas, incluindo: créditos relacionados ao desempenho acústico, um maior foco na redução de partículas no ar, suporte avançado para o processo de projeto interdisciplinar e desenvolvimento de protocolos de APO.
5.	**CS** (Rehm & Ade, 2013)	O custo real de construção de edifícios de escritórios verdes certificadas na Nova Zelândia é comparado com os

		edifícios convencionais. Apesar de um grande corpo de pesquisa existente sobre os benefícios financeiros e ambientais de edifícios verdes, há pouca evidência sobre as implicações de custo de capital para a construção verde. Este estudo serve como o primeiro estudo empírico para analisar os dados do plano de custos detalhados na Nova Zelândia para quantificar o impacto da construção verde no custo de construção. Dados de 17 edifícios de escritórios com certificação Green Star NZ v1 foram pareados com um conjunto de estimativas de custo modelados derivados da Davis Langdon Blue Book e o Manual de Construção Rawlinsons da Nova Zelândia. Os dados pareados foram analisados em cinco painéis usando o Wilcoxon não paramétrico. Quando comparados com os custos modelados, os custos de construção de edifícios verdes foram superiores, em média, mas a diferença não foi estatisticamente significativa. Isto era verdade em todos os cinco painéis testados: todo o conjunto de dados de edifícios verde, edifícios médios, edifício altos,4 edifícios Green Star, e 5 e 6 edifícios Green Star. Cada painel contou com edifícios que estavam acima dos custos comparativos, bem como vários cujos custos reais foram abaixo das estimativas modeladas.
6.	**CE** (Schweber & Leiringer, 2012)	A última década testemunhou um aumento acentuado na pesquisa publicada em energia e edifícios. Este artigo faz um balanço do trabalho nesta área, com um foco particular em pesquisas da construção e análise de dimensões não técnicas. Enquanto não há um reconhecimento generalizado da importância de dimensões não técnicas, a pesquisa tende a ser limitada a estudos individualistas dos ocupantes e comportamento dos ocupantes. Em contraste, as publicações na literatura mainstream das ciências sociais exibem uma ampla gama de interesses, incluindo desenvolvimentos políticos, constrangimentos estruturais sobre a difusão e utilização de novas tecnologias, bem como o processo de construção em si. O crescente interesse de estudiosos mais generalistas em energia e edifícios oferece uma oportunidade para a pesquisa construção de envolver um público mais amplo. Isso iria

		enriquecer a agenda de pesquisa atual, ajudando a resolver os problemas sem resposta sobre o impacto relativamente fraco de mecanismos políticos e de novas tecnologias e a recalcitrância aparente de ocupantes. Também ajudaria a promover o status acadêmico da pesquisa de construção como um campo. Este, por sua vez, depende de um maior engajamento com os tipos interpretativista de análise e construção de teoria, desafiando, assim, vista profundamente arraigadas sobre a natureza e o papel da pesquisa acadêmica na construção.
7.	**CS** (Todd, Pyke, & Tufts, 2013)	Sistemas de classificação Green Building servem múltiplas funções: eles definem os atributos de edifícios verdes, fornecem ferramentas para avaliação ambiental e incluem intervenções específicas destinadas a promover a transformação do mercado. Essas metas são muitas vezes complementares, mas também podem criar tensões na concepção e aplicação de sistemas de classificação. Padrões e tendências recentes são considerados para projetos certificados usando sistemas de classificação LEED -NC e LEED- EBOM (construção nova e os edifícios existentes, respectivamente). Novos dados são apresentados em (1) padrões e tendências em contínua transformação do mercado (realização de crédito, níveis de certificação e tipos, distribuição geográfica do projeto, etc) e (2) a concepção e revisão do sistema de classificação LEED baseado em padrões gerais de contratação e da realização dos créditos individuais. Os dados indicam forte variação regional e temporal na atividade de construção verde. A flexibilidade do LEED permitiu uma diversidade de padrões de realização de crédito. Informações sobre estes padrões e tendências de mercado podem ser usadas para equilibrar a necessidade de envolvimento do mercado com a missão de elevar os padrões ao longo do tempo. Padrões e tendências para diferentes locais podem estimular a discussão de diferentes mercados e as abordagens mais eficazes para a sua transformação
8.	**CS** (Wallhagen & Glaumann, 2011)	Ferramentas de avaliação ambiental de edifícios estão surgindo rapidamente em muitos países. Instrumentos de

	avaliação diferentes influenciam o processo de design e também orientam projetos de construção "verdes" em diferentes direções? Três ferramentas de avaliação, Liderança em Energia e Design Ambiental para a construção nova (LEED-NC), Código de Casas Sustentáveis (CSH) e EcoEffect, foram testados em um projeto de estudo de caso na Suécia: um novo edifício residencial de vários andares chamado Gronskar. O conteúdo e os resultados dos três instrumentos de avaliação foram comparados em geral, enquanto as questões nas três categorias comuns do núcleo de Energia, Ambiente Interno e Materiais e Resíduos foram comparados com mais detalhes. Os resultados da avaliação para a construção do estudo de caso variaram de acordo com as três ferramentas, e as estratégias de design e táticas para melhorar a classificação geral do projeto de construção diferente para cada ferramenta. Isto confirma que as ferramentas podem influenciar a construção sustentável em diferentes direções e ilustra consenso suficiente entre os instrumentos de avaliação em termos de questões, critérios e ponderação. Os resultados divergentes ressaltam a necessidade de uma estrutura adequada de instrumentos de avaliação que são ambientalmente relevantes e praticamente úteis.

Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

Tabela 8 - Sinopse de alguns dos trabalhos recentes publicados sobre resíduos de construção e demolição

Trabalho	Sinopse
1. (Chong & Hermreck, 2011)	Reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) é um critério de fato para a maioria dos sistemas de classificação de construção verde. No entanto, a pesquisa constatou que a reciclagem RCD aumenta a energia incorporada em materiais reciclados. Apesar de reciclagem de RCD reduzira demanda por matérias-primas virgens e espaço de aterro, vários estudos concluíram que a pegada de energia de reciclagem de RCD pode ser significativa. Estudos anteriores descobriram que a quantidade de energia necessária para reciclar RCD é impulsionada por muitos fatores, incluindo capacidades regionais de

		reciclagem, distâncias de canteiros de obras para instalações de reciclagem, e os tipos de instalações de reciclagem. O objetivo deste artigo é apresentar um método de contabilização de energia de transporte, por meio de análise de fluxo de material, em que designers e empreiteiros pode (1) de forma confiável e facilmente estimar o uso de energia de transporte para o design e as fases de construção, e (2) reduzir o número de suposições e, assim, melhorar a confiabilidade dos modelos.
2.	(Galan, Dosal, Andrés, & Viguri, 2013)	Resíduos de construção e demolição (RCD) constitui um fluxo de resíduos prioritário devido às grandes quantidades geradas e seu elevado potencial de reutilização e reciclagem. Legislação específica foi desenvolvida para este tipo de resíduos a nível europeu, nacional e regional. Para cumprir esta nova legislação, é necessário para se estabelecer uma rede de instalações de reciclagem para RCD (plantas de processamento (PP) e / ou estações de transferência (ET)). O objetivo deste trabalho é identificar os locais e capacidade das estações de transferência e plantas de processamento e da rede de distribuição correspondente por meio de um modelo de otimização que minimiza: (1) a distância de transporte médio e (2) os custos totais (instalação, operação e aterro). O modelo é formulado como MixedInteger Lineal Programming (MILP) problema onde as variáveis binárias representam a presença ou não de instalações de gestão em um local. General Algebraic Modeling System (GAMS) é usado como um sistema de modelagem para a resolução dos programas matemáticos. O modelo tem sido aplicado a um caso real em Cantábria, uma região do norte espanhol. Duas abordagens foram consideradas: (a) a região como uma área inteira e (b) a região dividida em cinco áreas geográficas. Os resultados mostram que, quando os custos totais são minimizados, o número de instalações diminui, e quando a distância de transporte médio é minimizada, o número de unidades aumenta. A rede final proposta inclui localização de três PP e dois ET, cada uma dessas instalações localizadas em uma das cinco áreas geográficas definidas. Os resultados ótimos também determinam o

		concelho onde cada unidade deve ser localizada, a capacidade deles e da rede de distribuição.
3.	(Hao, Hills, & Tam, 2008)	O Governo de Hong Kong apresentou a Construction Waste Disposal Charging Scheme em dezembro de 2005 para garantir que os a eliminação de resíduos de construção e demolição tenham os preços devidamente fixados para reduzir o desperdício. O regime de tarifação não é apenas destinado a fornecer um incentivo econômico para os empreiteiros e reduzir o desperdício de desenvolvedores, mas também para incentivar a reutilização ea reciclagem de resíduos, assim, abrandar o esgotamento dos aterros de capacidade limitada de enchimento público. Este artigo analisa a eficácia do sistema de tarifação após a implementação de 1 ano. A pesquisa foi realizada em Tseung Kwan O Area 137 e Tuen Mun Área 38, e registros diários de resíduos foram coletados a partir de aterros e instalações de enchimento público entre janeiro de 2006 e dezembro de 2006. Os resultados da pesquisa mostram que os resíduos foram reduzidos em cerca de 60 % em aterros sanitários, por cerca de 23% em enchimentos públicos, e em cerca de 65% no total de resíduos, entre 2005 e 2006. Sugestões para melhorar o esquema são fornecidas.
4.	(Hiete, Stengel, Ludwig, & Schultmann, 2011)	Os resíduos de construção e demolição RCD podem ser tanto diretamente dispostos em aterros ou processados em usinas de reciclagem como agregados. Dependendo de suas propriedades físicas, este resíduo reciclado pode ser usado numa variedade de aplicações de construção e também reduzir a dependência dos agregados naturais. Uma vez que a reciclagem de resíduos reduz aterro e conserva os recursos naturais globais, a maioria das políticas ambientais visa aumentar a reciclagem de RCD. Um modelo de otimização é apresentado para entender a dinâmica e planejamento de uma rede de reciclagem de resíduos RCD como um conjunto integrado de cadeias de suprimento e demanda em nível regional. O modelo otimiza os custos mínimos, inclui a avaliação do desempenho técnico e ambiental, e mostra os efeitos das

		intervenções políticas potenciais. Um estudo de caso utilizando o modelo revelou que impostos sobre a eliminação são uma alavanca econômica para aumentar a reciclagem total, mas não necessariamente reciclagem de alta qualidade. Aumento dos custos de transporte reduz a taxa de reciclagem consideravelmente, como a reciclagem requer distâncias de transporte mais longos do que a disposição. O forte aumento esperado na oferta de RCD associado com a diminuição da população (e encolhimento associado) projetado para 2050 na Alemanha requer novos abates, por exemplo, intensificou o uso de agregados reciclados em concreto, para preservar as altas taxas de reciclagem atuais.
5.	(Knoeri, Sanyé-Mengual, & Althaus, 2013)	Reciclagem de resíduos construção e demolição (RCD) tem sido considerada uma opção valiosa não só para minimizar fluxos de RCD para aterros sanitários, mas também para atenuar o esgotamento de recursos minerais primários. No entanto, o potencial aumento da procura de cimento, devido à maior superfície dos agregados reciclados grossos desafia os benefícios ambientais da reciclagem de concreto. Além disso, não está claro como os impactos ambientais dependem de mistura de concreto, tipo de cimento, agregados de composição e de distancias de transporte. Portanto foram analisados os impactos do ciclo de vida de 12 concretos reciclados (CR) misturados com dois tipos de cimento diferentes e comparou-os com os correspondentes concretos convencionais para três aplicações estruturais. As misturas de CR foram selecionadas de acordo com as leis, normas e práticas de construção na Suíça. Foram comparados os impactos ambientais de concreto pronto para uso no canteiro de obras, assumindo vidas iguais para concreto reciclado e convencional em uma avaliação completa do ciclo de vida. Expansão do sistema e substituição são considerados para alcançar a mesma funcionalidade para todos os sistemas. Os resultados mostram claros (~ 30%) benefícios ambientais para todas as opções de CR a nível final (eco indicator 99 e escassez ecológica). A diferença deve-se principalmente aos encargos evitados associados ao

		reforço de aço, reciclagem e eliminação evitadas de RCD. Quanto potencial global warming (GWP), os resultados são mais equilibrados e dependem principalmente da quantidade adicional de cimento necessário para CR. Acima de 22 a 40 kg de cimento adicional por metro cúbico de concreto, CR apresenta um GWP comparável ao CC. Distâncias de transporte adicionais superiores a 15 km das opções de CR resultam em impactos ambientais mais elevados do que os de CC. Em resumo, as misturas do mercado atual de concreto reciclado na Suíça mostram benefícios ambientais significativos em relação ao concreto convencional e causam GWP semelhante, se cimento adicional e transporte de RC são limitadas.
6.	(Lingard, Graham, & Smithers, 2000)	Um levantamento das percepções dos funcionários de uma grande empresa de contratação de sistema de gestão de resíduos foi conduzido. Os resultados foram analisados e um modelo de oito fatores do clima de gestão de resíduos foi identificado. Percepções foram diferentes entre grupos de funcionários. Gerentes tinham uma percepção menos positiva do clima de gestão de resíduos do que os trabalhadores de campo. Dados de entrevistas qualitativas foram analisados através de uma abordagem de análise de conteúdo. Gerentes percebem as questões ambientais como sendo menos importante que o custo, tempo ou objetivos de qualidade. Trabalhadores da construção acreditavam que questões ambientais eram mais importantes do que esses outros objetivos. Diferenças na percepção dos gestores e trabalhadores de campo têm implicações para a implementação de qualquer política de gestão de resíduos da empresa. Há uma necessidade de envolver os trabalhadores na identificação de soluções de gestão de resíduos, para fornecer mais informações para todos os funcionários sobre os aspectos práticos da gestão de resíduos e para os gestores visivelmente para demonstrar o compromisso de perder os objetivos da política de gestão.
7.	(Martínez, Nuñez, & Sobaberas, 2013)	O objetivo deste estudo de caso é identificar os processos relevantes necessários para a avaliação ambiental do fim da vida útil de um edifício e identificar as variáveis do

		processo de demolição que afetam significativamente o consumo de energia e as emissões de gases de efeito estufa. São analisados os diferentes cenários de demolição, com base em três alternativas para a gestão de resíduos de construção e demolição (RCD) gerados durante os trabalhos de demolição. Este estudo baseia-se em práticas de construção e demolição típicas e de gestão de resíduos na Espanha. Avaliação do ciclo de vida (ACV) é aplicada para avaliar objetivamente e quantitativamente diferentes planos de gestão de RCD durante a fase de projeto e identificar os aspectos ambientais significativos. As categorias de impacto consideradas são: potencial de aquecimento global e potencial toxicidade humana. Além disso, o indicador de energia primária (energia não renovável a partir de combustíveis fósseis) também é estudado. Projeto de planos de gestão para melhorar o aproveitamento dos resíduos, reduzindo significativamente os indicadores ambientais selecionados, foi avaliado neste estudo. Transporte de resíduos a partir do trabalho de demolição para a estação de tratamento e o transporte da fração não reciclável até a disposição final, bem como o consumo de combustível em equipamentos de demolição hidráulico e nos equipamentos de carga/descarga das estações de tratamento, são os mais significativos aspectos ambientais associados com o plano de gestão com base em uma demolição seletiva, enquanto que em um processo de demolição convencional, o principal aspecto ambiental é o transporte de resíduos a partir do trabalho de demolição até a disposição final. Estudos de ACV permitem uma avaliação de diferentes processos de demolição. Uma ferramenta para a gravação de dados ambientais tem sido desenvolvida. Esta ferramenta oferece, de forma sistemática de inventário de ciclo de vida e avaliação do impacto do ciclo de vida do final da vida útil de um edifício, facilitando o estudo de planos de gestão na fase de projeto.
8.	(Mendis, Hewage, & Wrzesniewski, 2013)	A indústria da construção canadense gera 30 % dos resíduos sólidos urbanos depositados em aterros sanitários. Ampla evidência pode ser encontrada na literatura

		publicada sobre o retrabalho e geração de resíduos, devido à ambiguidade e erros no caderno de encargos. Além disso, a literatura cita que as cláusulas de isenção de responsabilidade do caderno de encargos estão incluídas nos acordos contratuais para evitar reclamações do contratante, que muitas vezes causam retrabalho. Nossa prática profissional também notou que existem várias cláusulas de isenção de responsabilidade nos cadernos de encargos normais que têm o potencial de causar retrabalho (e desperdício associado). Este artigo ilustra um estudo comparativo de documentos contratuais-tipo e seu potencial para criar retrabalho (e desperdício associado) em diferentes regiões do mundo. Os objetivos deste estudo são: (1) analisar os documentos contratuais-tipo no Canadá, nos EUA e na Austrália em termos de seu potencial de geração de retrabalho e desperdício, e (2) propor alterações ao caderno de encargos padrão existentes para minimizar/evitar retrabalho. Em termos de gestão de resíduos de construção, todos os documentos do contrato padrão revisados têm deficiências. As partes que produzem os documentos do contrato incluem cláusulas excludentes para evitar reclamações da outra parte. Esta abordagem tende a resultar em retrabalho e resíduos de construção. Os documentos acordos/contratos devem ser livres de erros, deficiências, ambiguidade e transferências injustas de risco para minimizar/evitar potencial de gerar retrabalho e desperdício.
9.	(Miranda, Constantino, Monich, & Neto, 2013)	O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta para a reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD) em locais de construção e o uso de areia reciclada em argamassa de assentamento. Três amostras de RCD foram coletadas em canteiros de obras da cidade de Recife, no Brasil e moídas em moinho de martelo. As seguintes propriedades das areias reciclados foram analisadas: a absorção de água, o material mais fino do que 75 um, densidade, módulo de finura, e à presença de contaminantes. Foram produzidas argamassas com diferentes quantidades de cimento e o material natural substituído por agregados reciclados em proporções de 50,

		75 e 100 %. Estas argamassas foram caracterizadas por resistência à compressão, densidade argamassa fresca, e consistência. Prismas de alvenaria, com três blocos cerâmicos foram produzidos para analisar a curvatura e força de cisalhamento. Várias correlações entre as propriedades dos agregados, argamassa, e prismas foram obtidos, levando os autores a propor um processo de reciclagem, dosagem e metodologia de controle de qualidade para argamassas de cama preparada com areia reciclada em canteiros de obras.
10.	(Mália, De Brito, Pinheiro, & Bravo, 2013)	A indústria da construção é um dos maiores e mais ativos setores da União Europeia (UE), que consome mais matérias-primas e energia do que qualquer outra atividade econômica. Além disso, resíduos de construção é o mais comum dos resíduos produzidos na UE. A atual legislação comunitária estabelece a implementação de prevenção de resíduos de construção e demolição (RCD) medidas de reciclagem. No entanto, carece de ferramentas para acelerar o desenvolvimento de um setor tão preso pela tradição como a indústria da construção. O principal objetivo do presente estudo foi determinar os indicadores para estimar a quantidade de RCD gerados no local, tanto a nível global e por fluxo de resíduos. Geração RCD foi estimada para seis setores específicos: construção residencial nova, nova construção não residencial, demolição residencial, não residencial de demolição, remodelação residencial, renovação e não residencial. Os dados necessários para desenvolver os indicadores foram coletados através de um levantamento exaustivo de estudos internacionais anteriores. Os indicadores apurados sugerem que a composição média dos resíduos gerados no local é em sua maioria materiais cerâmicos e de concreto. Especificamente para a nova construção não residencial e residencial novo a produção de resíduos de concreto em edifícios com estrutura de concreto armado encontra-se entre 17,8 e 32,9 kg m-2 e entre 18,3 e 40,1 kg m-2, respectivamente. Para os setores de demolição residenciais e não residenciais a produção deste fluxo de resíduos em edifícios com estrutura de concreto armado varia 492-840

		kg m-2 e 401-768 kg/m-2, respectivamente. Para os setores de remodelação residenciais e não residenciais a produção de resíduos de concreto em edifícios situa-se entre 18,9 e 45,9 kg/m-2 e entre 18,9 e 191,2 kg/m-2, respectivamente.
11.	(Poon, Yu, Wong, & Yip, 2013)	Uma quantidade considerável de resíduos de construção e demolição RCD sólidos é gerada a cada ano em Hong Kong. Os RCD podem ser classificados em resíduos inertes e não inertes, em que os resíduos inertes são normalmente depositados em aterros públicos como materiais de recuperação e os resíduos não inertes são despejados em aterros. De acordo com a tendência atual de geração de resíduos, todos os aterros e aterros públicos em Hong Kong serão usados dentro de alguns anos. Para resolver este problema, em dezembro de 2005, o Governo de Hong Kong implantou o Construction Waste Disposal Charging Scheme (CWDCS) para fornecer incentivos financeiros para geradores de RCD para reduzir o desperdício e incentivar a reutilização e a reciclagem. Este artigo apresenta os resultados de um estudo para explorar as percepções dos participantes da construção de Hong Kong para a CWDCS após três anos de implementação. O estudo foi realizado por uma pesquisa com entrevistas de acompanhamento para profissionais experientes na indústria da construção. Os resultados não revelaram qualquer visão de consenso entre os participantes da redução de RCD, especialmente em relação triagem e reciclagem de resíduos no local. Os resultados também revelaram que 40% dos entrevistados acreditavam que a redução de resíduos foi menos de 5% após CWDCS foi implementado. Os entrevistados expressaram que alguma geração de resíduos foi inevitável, apesar de uma taxa de coleta de lixo imposta.
12.	(Tam, Kotrayothar, & Loo, 2009)	Os resíduos gerados a partir da construção e demolição de edifícios constitui cerca de 68% de todos os resíduos sólidos gerados a cada ano no Sudeste Queensland. Consequentemente, criou um problema sério de gestão de resíduos. Os Governos dos Estados do Victoria e Nova Gales do Sul foram incentivar o uso de materiais

		reciclados de resíduos de construção e afins; eles também têm promulgado especificações para a sua utilização. Em Queensland, no entanto, os regulamentos semelhantes não se antecipam em um futuro próximo, o que explica a falta de investigação financiada realizada nesta importante arena. Este artigo apresenta uma avaliação das práticas predominantes de reciclagem de resíduos em Queensland. Nove locais foram visitados, incluindo dois canteiros de obras, três locais de demolição, três usinas de reciclagem e um aterro sanitário no Sudeste Queensland. As dificuldades encontradas pelos operadores do programa de reciclagem e seus associados nesses locais são descritos e os benefícios da reciclagem de materiais de construção são apresentados. Uma das principais barreiras é que os conselhos locais não permitem a utilização de materiais reciclados em novos trabalhos de construção. Para ajudar a corrigir esses impedimentos à reciclagem, as recomendações são dadas para aumentar o uso de resíduos de construção reciclados no Sudeste Queensland.
13.	(Villoria Sáez, Del RÃo Merino, & Porras-Amores, 2012)	O planejamento da gestão de resíduos de construção e demolição RCD utiliza um único indicador que não fornece informações detalhadas o suficiente. Portanto deve ser determinada a implementação de outros indicadores inovadores e precisos. O objetivo deste trabalho de pesquisa é o de melhorar os instrumentos de quantificação dos RCD existentes na construção de novos edifícios residenciais na Espanha. Para isso, vários projetos habitacionais foram estudados para determinar uma estimativa da RCD gerados durante o seu processo de construção. Este artigo determina os valores dos três indicadores para estimar a geração de RCD nos novos edifícios residenciais na Espanha, discriminando os tipos de resíduos e as fases de construção. A inclusão de dois indicadores mais precisos, além de o global geralmente em uso, proporciona uma melhoria significativa em ferramentas de quantificação de RCD e planeamento da gestão

Fonte: levantamento efetuado na base Scopus

6 REVISÃO DA LITERATURA

Para o desenvolvimento deste trabalho foi feita uma revisão da literatura através de técnicas bibliométricas, com o objetivo de analisar a produção cientifica a respeito do tema, identificando os autores mais produtivos da área, bem como os artigos mais citados e os principais periódicos de publicações.

Um marco sobre este assunto foi a conferencia *Green Building Challenge 98* que aconteceu em Vancouver no Canadá em setembro de 1998, sendo que 30 países estiveram reunidos em um único lugar para tratar apenas de sistemas de avaliação ambiental de edifícios, algo que nunca havia acontecido até então. E o quadro desenvolvido nesta conferencia representou um novo patamar internacional a respeito de avaliações ambientais envolvendo edifícios, ainda que com algumas críticas (Cooper, 1999). Sobre esse evento Todd, Crawley, Geissler, & Lindsey, (2001) consideraram que foi uma das primeiras iniciativas de avaliação ambiental de edifícios que envolvia pesquisadores e enfatizava a pesquisa, além de não ter sido desenvolvida para uma aplicação em particular ou o mercado comercial. Fato também considerado por Cole (1999), que demonstrou que a presença de pesquisadores e praticantes da área tornou possível a compreensão da avaliação das características ambientais de edifícios. Enquanto Crawley & Aho, (1999) consideraram algumas fraquezas apresentadas nesta conferência, como o fato de alguns países atribuírem valores subjetivos na avaliação dos seus edifícios e a dificuldade no uso da ferramenta de avaliação, assuntos que foram aprimorados na conferência seguinte no ano de 2000.

De acordo com Cooper (1999), na conferência *Green Building Challenge 98*, algumas perguntas ficaram sem resposta, como:

- Sistemas de avaliação fornecem apenas dados relativos e não absolutos de desempenho;
- Escondem diferenças culturais sendo que um edifício pode ser considerado verde em um país porem não em outro, o que impede uma avaliação global dos impactos ambientais gerados por edifícios;
- Por serem avaliações relativas e com diferenças culturais, os métodos utilizados até então não permitem uma mensuração de sustentabilidade através do tempo.

Estas dúvidas permaneceram aparecendo na literatura desde então, como em Bartlett & Howard, (2000); Haapio & Viitaniemi, (2008); Ali & Al Nsairat, (2009); Castro-Lacouture, Sefair, Flórez, & Medaglia, (2009); Wallbaum, Krank, & Teloh, (2011); Wallhagen &

Glaumann, (2011); Feige, Mcallister, & Wallbaum, (2013); Todd, Pyke, & Tufts, (2013); e continuam sendo os principais tópicos de divergências entre os sistemas de avaliação de edifícios.

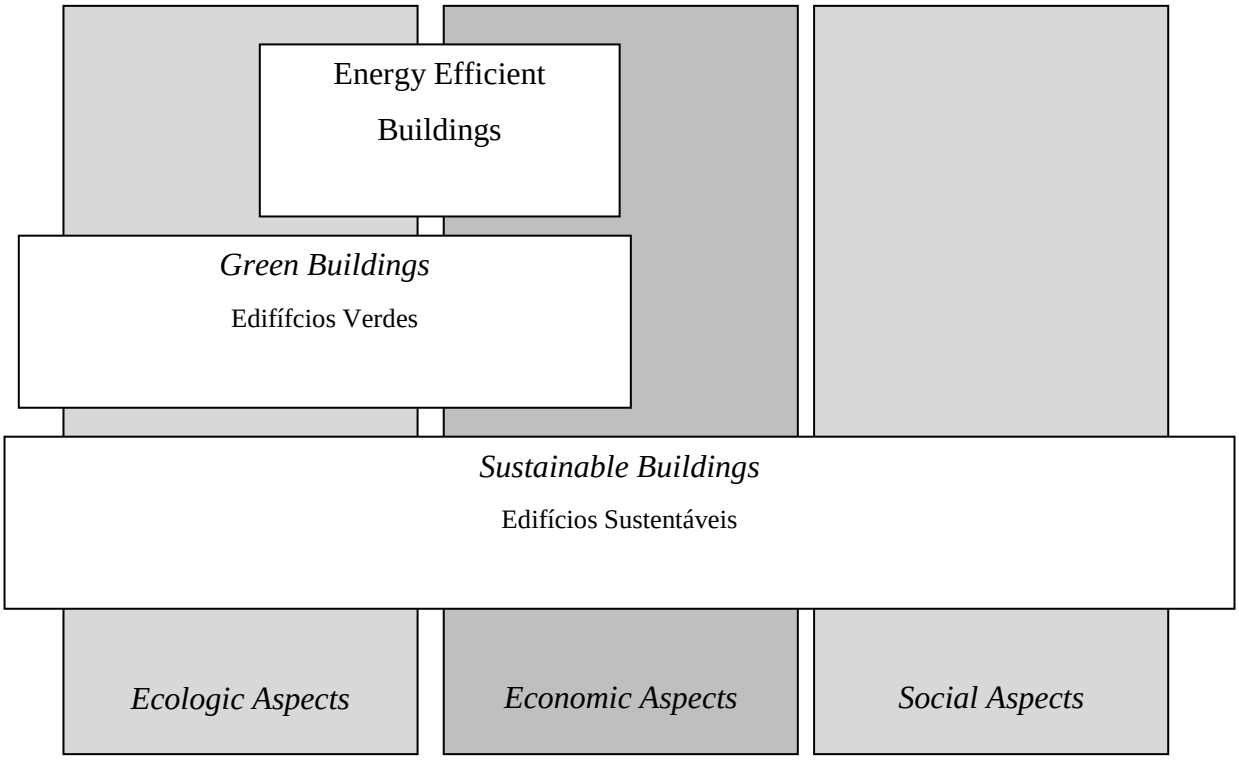
Inicialmente o GBC era uma referência para que os países desenvolvessem os seus próprios sistemas de avaliação, mas se tornou um fórum de discussão para questões emergentes, lidando com o desenvolvimento de questões que não estão ainda consolidadas nos sistemas de avaliação usuais (Todd, Crawley, Geissler, & Lindsey, 2001). O GBC foi o primeiro esforço colaborativo para o desenvolvimento de um método de avaliação ambiental de edifícios internacional (Ding, 2008).

De acordo com Feige, Mcallister, & Wallbaum, (2013) como mostra a figura 1, edifícios sustentáveis devem contemplar os aspectos econômicos, sociais e ambientais, e edifícios que incorporam apenas aspectos ambientais e econômicos são denominados edifícios verdes, no entanto conforme verificado na literatura (Lützkendorf & Lorenz, 2005; Cole, 2012; Todd, Pyke, & Tufts, 2013) tal conceito não é uma unanimidade e é muito comum um edifício eficiente apenas em termos de consumo de água e energia ser chamado de sustentável. Isso acontece principalmente devido ao fato de ser muito difícil mensurar um aspecto social como resultado de uma obra de edificação que esteja atrelada apenas no desempenho do edifício.

Edifícios Verdes/ *Green Buildings* são projetados com estratégias que preservam recursos, reduzem resíduos, minimizam custos e criam um ambiente saudável para as pessoas viverem e trabalharem (Wang, Zmeureanu, & Rivard, 2005).

Edifício verde é um conceito multifacetado, que varia de região, e tipo ao longo do tempo (Todd, Pyke, & Tufts, 2013). Para Cole (1999), não é possível tratar um edifício como sendo sustentável, devido a sua escala. Como a sustentabilidade envolve aspectos econômicos e sociais, a melhor definição quando se trata de edifícios que são projetados para ter menor impacto ambiental é chamá-los de edifícios verdes (*greenbuildings*). O termo edifício sustentável muitas vezes é usado para edifícios que contribuem para o desenvolvimento sustentável, uma vez que as questões ambientais são mais perceptíveis e mensuráveis do que as dimensões econômica e social que formam o chamado *triple bottom line* que define sustentabilidade (Lützkendorf & Lorenz, 2005).

Figura 4 - Definição dos Termos



Fonte: (Feige, Mcallister, & Wallbaum, 2013).

O termo "edifício verde" (*greenbuilding*) é usado para descrever aqueles que têm um desempenho ambiental superior em comparação com a dos edifícios típicos. Os principais atributos de desempenho do edifício verde incluem o uso de recursos, emissões de poluentes, menor impacto ambiental, menor necessidade de infraestrutura, diminuição do desconforto dos usuários e redução no uso de substancias toxicas no interior do edifício. Outras formas de referenciar edificações que considerem em sua concepção atributos ambientais é "edifício sustentável" e "design sustentável" também são utilizados, mostrando a existência de outras terminologias (Cole, 2012). A questão de eficiência energética é o principal foco de edifícios na busca da sustentabilidade, em alguns casos para os edifícios serem considerados sustentáveis, o primeiro passo é serem edifícios energeticamente eficientes, depois ambientalmente amigáveis e então sustentáveis (Chwieduk, 2003). Em geral edifícios verdes são energeticamente eficientes, utilizam água de forma racional, possuem espaços de alta qualidade e utilizam materiais reciclados (Ali & Al Nsairat, 2009).

Métodos de avaliação ambiental de edificações surgiram como uma forma legitima para medir o desempenho de edifícios através de uma grande gama de considerações, o que envolve diversos setores da indústria da construção, uma maior interação entre as equipes de

projetistas (Cole, 1999), e também podem ajudar no projeto, uma vez que seu principal benefício é fornecer um meio estruturado de incorporar metas e critérios de desempenho (Crawley & Aho, 1999). A questão central para a redução de impactos ambientais é a necessidade de uma medida viável e significativa de mensurar o desempenho ambiental tanto em termos de projeto e gerenciamento da construção como no impacto do edifício enquanto produto e métodos de avaliação de edifícios são ferramentas adequadas para este propósito (Crawley & Aho, 1999).

A principal diferença entre rótulos ambientais e sistemas de classificação, está na qualidade das informações que estes últimos oferecem. Enquanto os rótulos apenas declaram que um padrão ambiental pré-estabelecido foi atingido, sistemas de classificação agregam informações que permitem comparação de diferentes produtos (Crawley & Aho, 1999).

A maior barreira para o crescimento de edifícios verdes é a percepção de maiores custos associado com o uso de materiais e tecnologias inovadoras (Korkmaz, Riley, & Horman, 2010). Atributos ambientais dos edifícios são geralmente invisíveis e são apreciados apenas quando o edifico está ocupado e em uso (Bartlett & Howard, 2000). A ideia que o verde é mais caro está gradualmente desaparecendo, uma vez que novas ferramentas de avaliação estão surgindo e outras estão ficando mais disponíveis, permitindo mensurar a recuperação do investimento e indicar as vantagens econômicas atreladas a um melhor desempenho ambiental do edifício é vantajosa (Bartlett & Howard, 2000). Como exemplo, pode ser citada uma construção da Toyota em Torrance na Califórnia, certificada com LEED Gold (Lapinski, Horman, & Riley, 2006) que foi desenvolvido sem aumentar os custos de construção comparativamente aos edifícios convencionais similares, principalmente por adotar critérios de sustentabilidade desde o seu início. Também foram considerados o alinhamento dos critérios de sustentabilidade com os objetivos do negócio, o investimento e a seleção de pessoas com experiência nos estágios iniciais do projeto. De acordo com Lapinski, Horman, & Riley (2006), foi necessário identificar e buscar características do edifício que naturalmente se alinhavam com critérios de sustentabilidade. Outro exemplo foi um estudo feito por Rehm & Ade (2013), na Nova Zelândia sobre o custo de 17 edifícios verdes demonstrou que eles não são mais caros do que edifícios convencionais, devido principalmente ao uso de materiais e sistemas sustentáveis. Para a concretização de um edifício verde é necessário também que as questões financeiras, como o retorno de investimento a curto prazo esperado pelos empreendedores que possibilite alcançar metas de longo prazo como previstos em projetos relacionados a sustentabilidade (Aho, 2013).

Mesmo sendo possível adequar um edifício para reduzir seu impacto ambiental, é importante que a construção adote desde sua concepção critérios de sustentabilidade, uma vez que decisões tomadas nos estágios iniciais do projeto determinam criticamente o impacto causado pela edificação (Basbagill, Flager, Lepech, & Fischer, 2013; Wang, Zmeureanu, & Rivard, 2005; Hoes, Hensen, Loomans, de Vries, & Bourgeois, 2009), além de ser muito raro atingir metas de alta performance ambiental sem consultoria especializada principalmente nos estágios iniciais do projeto (Bartlett & Howard, 2000). Entre os atributos mais importantes para a entrega de um projeto de edifício verde está o tempo do envolvimento da equipe de projetos no processo de desenvolvimento (Korkmaz, Riley, & Horman, 2010).

6.1. TIPOS DE CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com (Ali & Al Nsairat, 2009), existem dois tipos de ferramentas de avaliação de edifícios. Uma que é essencialmente baseada em um sistema de critérios e podem ser definidos como um sistema de atribuição de valores em uma escala de varia de “pequeno” a “grande” em impacto ambiental, entre eles encontram-se o BREEAM (Reino Unido), LEED (Estados Unidos), GBToll (Canada) e EcoProfile (Noruega). O BREEAM (Building Research Estabilishment Environmental Assessment Method) foi criado em 1990 no Reino Unido (Ding, 2008) e hoje é o sistema mais popular utilizado no mundo juntamente com o norte americano LEED. Um segundo grupo é formado pelos sistemas que utilizam avaliação de ciclo de vida para a escolha de materiais e serviços públicos locais (fornecimento de energia, gestão de resíduos, transporte) durante a fase de desenvolvimento do projeto. Dentre eles encontram-se Bees (Estados Unidos), Beat (Dinamarca), Eco Quantum (Países Baixos) e KCL Eco (Finlândia).

Desde sua criação em 1998, mais de 32.000 projetos de edifícios comerciais foram registrados para a certificação LEED pelo *US Green Building Concil* (USGBC). Ele é considerado o sistema de certificação mais utilizado no mundo, sendo aplicado em mais de 40, sendo também considerado um dos mais confiáveis (Dall’O’, Speccher, & Bruni, 2012). Uma crítica que é feita, entretanto, refere-se ao fato de o edifício ser classificado na sua fase de projeto, havendo pouco retorno sobre a consecução de expectativas pós-ocupação (Newsham, et al., 2013). Enquanto o sistema AQUA (Alta Qualidade Ambiental) é uma

adaptação do método francês *Haute Qualité Environrmental* – HQE realizada pela Fundação Vanzolini com base em critérios brasileiros e auditorias presenciais (Fundação Vanzolini, 2014), mas com poucos edifícios certificados até o momento.

O desenvolvimento e o teste de ferramentas de avaliação devem levar mudanças na maneira de projetar, mas apenas uma mudança da visão do ser humano dominante sobre a natureza, para uma visão que nos considere integrado e interdependente da natureza trará mudanças significativas (Cole, 2012). Inovação em ciência e tecnologia é um processo longo e demorado, contrastando com a urgência de encontrarmos mecanismos para enfrentarmos os problemas ambientais. Por exemplo, um edifício com alta performance ambiental considerado um *Green building*, pode ter uma vida curta ou ser apenas uma busca de prestigio de um empreendimento bem financiado; além do mais, padrões reconhecidos como LEED podem se tornar um simples *checklist* por desenvolvedores buscando reconhecimento público e subsídios do governo. As conquistas do padrão LEED podem se estabilizar em um padrão modesto e tornarem um impedimento para inovações maiores, uma vez que o desenvolvimento tecnológico seja capaz de atingir níveis de sustentabilidade com certa facilidade. (Brown & Vergragt, 2008). No entanto o sistema LEED que tem um impacto global no projeto, construção e operação da propriedade, desde sua origem foi adaptado para uma grande variedade de tipos e circunstancias e passa por revisões periódicas. (Todd, Pyke, & Tufts, 2013).

Um estudo feito na Colômbia (Castro-Lacouture, Sefair, Flórez, & Medaglia, 2009) mostra que o sistema LEED é altamente dependente de materiais com baixa emissão de compostos voláteis orgânicos e alto teor de componentes reciclados, que são materiais caros e escassos e quando esses materiais não estão disponíveis os requisitos do LEED são quase impossíveis de se cumprir. Neste caso foi desenvolvido um método próprio para avaliação de desempenho considerando questões locais, o mesmo foi feito por Ali & Al Nsairat (2009), na Jordânia após compararem diferentes ferramentas de avaliação (LEED, CASBEE, BREEAM e GBTool) e encontrarem diferenças nos quesitos de sustentabilidade de cada sistema, desenvolveram um método próprio de avaliação mais adequado ao ambiente.

As ferramentas de avaliação são muito diferentes e o nível de sustentabilidade de um edifício pode variar de acordo com a ferramenta adotada para a avaliação, como demostrou um estudo feito por Wallhagen & Glaumann, (2011) que comparou o emprego de 3 (três) métodos diferentes de certificação de edifícios, LEED, CSH (Code for Sustainable Homes) e EcoEffect em um condomínio residencial na Suécia, demonstrando que existe uma grande diferença entre os métodos de avaliação o que influencia diretamente no projeto do edifício. Assim

como Haapio & Viitaniemi (2008) que encontrou muitas diferenças entre os métodos de avaliação que são desenhados para diferentes tipos de edifícios, enfatizando diferentes fases do ciclo de vida. Também como Ali & Al Nsairat (2009) comparando

Muitos autores se preocuparam em comparar ferramentas de avaliação de edifícios (Cole, 1999; Crawley & Aho, 1999; Todd, Crawley, Geissler, & Lindsey, 2001; Ding, 2008; Haapio & Viitaniemi, 2008; Ali & Al Nsairat, 2009; Castro-Lacouture, Sefair, Flórez, & Medaglia, 2009; Korkmaz, Riley, & Horman, 2010; Tucker, Pearce, Bruce, McCoy, & Mills, 2012) sendo que para (Ding, 2008) estes sistemas são classificados basicamente em 2 categorias: Ferramentas de avaliação e classificação. As ferramentas de avaliação fornecem indicadores de desempenho para as alternativas de projeto, enquanto as ferramentas de classificação determinam o nível de desempenho do edifício. Essas ferramentas são desenvolvidas para diferentes propósitos, como pesquisa, consultoria, tomadas de decisão e manutenção (Haapio & Viitaniemi, 2008).

6.2. PERCEPÇÃO DO USUÁRIO

Um aspecto importante no processo de avaliação de um edifício, além dos dados relativos ao consumo de energia, água e resíduos, mas que também revela um aspecto importante sobre o seu desempenho é relativo à percepção do usuário após sua ocupação. Apesar de um grande número de projetos registrados e edifícios com certificação LEED, na maioria das vezes o edifício é julgado pelo seu desempenho, mas pouca análise foi feita para saber se o edifício atende as expectativas de seus usuários (Newsham, et al., 2013). Algumas das características relacionadas com a qualidade do conforto ambiental dentro do edifício incluem iluminação e ventilação natural e acabamentos e mobiliários com baixo nível de toxidade (Paul & Taylor, 2008).

Estudos de pós-ocupação são necessários para se constatar se as intenções do projeto se concretizaram, principalmente em edifícios verdes que são concebidos para oferecerem maior conforto ambiental aos usuários (Gou, Lau, & Chen, 2012). Uma pesquisa conduzida por Singh, Syal, Korkmaz, & Grady (2011), indica que edifícios LEED oferecem melhores condições do ambiente interno, resultando em maior produtividade e bem estar para os ocupantes na saúde. Os benefícios obtidos pelo bem estar e produtividade superam substancialmente os custos adicionais de um edifício LEED. Em uma comparação entre 12 edifícios de escritórios convencionais e 12 edifícios verdes, feita por Newsham, et al., (2013),

demonstrou que os edifícios verdes oferecem melhores condições de conforto ambiental interno, de acordo com esta pesquisa uma avaliação de pós-ocupação dirigida aos usuários e medições de qualidade do ar, temperatura, iluminação, níveis de ruído, entre outros aspectos, feitos nos locais de trabalho os edifícios verdes apresentam desempenho superior comparado com edifícios convencionais. Assim como um estudo feito por Gou, Lau, & Chen, (2012) em dois edifícios com certificação *GreenStar* na China mostrou que os usuários estão muito satisfeitos com a qualidade do ar e temperatura do ambiente, além disso quanto maior controle o usuário tem sobre o ambiente, melhor sua avaliação com o mesmo, fato também constatado por Leaman & Bordass, (2007) ao avaliar a satisfação do usuário em 177 edifícios no Reino Unido. No entanto o fato de um edifício possuir uma certificação não é sinônimo de qualidade ou aprovação por parte do usuário. Em uma comparação entre edifícios convencionais e edifícios verdes feito por Paul & Taylor, (2008) mostra que não há evidencias que edifícios verdes oferecem mais conforto e garantem maior satisfação aos usuários. Um estudo feito por Gou, Lau, & Shen, (2012) por mostra que não há diferença na satisfação da temperatura e qualidade do ar entre edifícios LEED e edifícios convencionais.

Um estudo feito por Gou, Lau, & Chen, (2012), mostra que a falta de integração entre equipes de projeto, principalmente a respeito das saídas de ar condicionado com o layout do escritório gerou desconforto ao usuário, assim como (Korkmaz, Riley, & Horman, 2010; Mollaoglu-Korkmaz, Swarup, & Riley, 2013; Häkkinen & Belloni, 2011), defendem a ideia que a integração da equipe de projeto é um fator fundamental para obter o resultado de entrega de um edifício verde.

Outro estudo realizado por Hoes, Hensen, Loomans, de Vries, & Bourgeois, (2009) demonstrou que o comportamento do usuário tem uma influência direta no desempenho do edifício, sendo que o usuário interfere mais no desempenho energético do edifício do que o processo térmico com a fachada da construção .

6.3. SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL E A DEMANDA DE ENERGIA

Dentre os principais temas envolvendo sustentabilidade na construção civil, o consumo de energia foi o segundo assunto que mais apareceu entre os artigos mais citados (Li & Lam, 2001; Badescu & Sicre, 2003; Chwieduk, 2003; Schnieders & Hermelink, 2006; Thormark,

2006; Holmes & Hacker, 2007; Pulselli, Simoncini, Pulselli, & Bastianoni, 2007; Zhai, et al., 2007; Li & Yao, 2009). E também é a principal preocupação para a redução de impacto ambiental nas ferramentas de certificação. Um edifício continua consumindo energia durante toda sua vida útil, através de sistemas de aquecimento de água, iluminação, aquecimento e resfriamento do ambiente, etc. Os edifícios são os maiores consumidores de energia nas cidades (Dall'O', Speccher, & Bruni, 2012) e são responsáveis por 20 a 40% de toda energia consumida em países desenvolvidos (Juan, Gao, & Wang, 2010).

Aquecimento global e mudanças climáticas, temas muito discutidos na Europa tornaram as questões relativas ao consumo de energia mais evidente (Mickaityte, Zavadskas, Kaklauskas, & Tupénaité, 2008). No setor residencial da União Europeia, 57% do total de consumo de energia é usado para o aquecimento do ambiente, 25% para aquecimento de água e 11% para eletricidade (Chwieduk, 2003). Na Alemanha a média de consumo de energia para aquecimento é de 150kwh/m², cerca de 40% de toda a demanda de energia (Badescu & Sicre, 2003). Em países desenvolvidos, os edifícios tornaram-se um dos setores de consumo de energia que mais crescem. Melhorar o desempenho energético dos edifícios existentes é, sem dúvida, considerado uma das medidas mais eficientes e viáveis para a criação de edifícios sustentáveis e para melhorar o perfil de consumo de energia, reduzindo o efeito estufa (Juan, Gao, & Wang, 2010).

Casa Passiva é um termo utilizado para se referir a uma construção que garante conforto ambiental tanto no verão e no inverno sem utilizar sistemas de climatização e aquecimento convencionais, mas sim uma série de tecnologias, materiais e design de baixo consumo energético (Schnieders & Hermelink, 2006; Badescu & Sicre, 2003). Um estudo de 221 casas passivas feito por Schnieders & Hermelink, (2006) na Alemanha, Suécia, Áustria, Suíça e França, provou a viabilidade deste tipo de construção e todas as unidades atingiram as marcas estipuladas com viabilidade econômica e alto grau de satisfação dos ocupantes. Estas casas oferecem uma economia de 50% de energia elétrica comparado com edifícios novos convencionais, com apenas 10% de aumento do custo da construção é possível gastar apenas cerca de 15 a 20% do uso de energia destinado para aquecimento. Fato também constatado em um estudo de Badescu & Sicre, (2003) que através de tecnologias passivas reduziram o consumo anual de energia destinada a aquecimento de 150Kwh/m² para 15kwh/m² com um aumento de apenas 5% do valor tradicional de construção

Um design sustentável de um edifício *low-energy*, utiliza técnicas passivas e soluções de projetos em prol de um baixo consumo energético ao invés de sistemas *high tech* e de automação. Entre as diversas soluções de projeto, está o uso de brises que permitem o

controle da insolação e de ganho de calor no interior do edifício, estratégia de ventilação apropriada como resfriamento noturno; e usar resfriamento mecânico somente quando necessário e de forma combinada. (Holmes & Hacker, 2007). Além disso, autores como Pulselli, Simoncini, Pulselli, & Bastianoni, (2007) defendem a ideia que o edifício *low-energy* deve ainda contar com materiais locais e reciclados, suprir parte de sua demanda energética através de processos naturais, ter impacto mínimo em ciclos naturais e também pertencer ao seu contexto ambiental (recursos, paisagismo, sociedade e história). Soluções simples de projeto podem resultar em uma economia significativa de energia, como um estudo feito em Hong Kong (Li & Lam, 2001), mostrou que um edifício típico de escritório pode durante cerca de 25% a 30% do tempo suprir a iluminação do ambiente de trabalho por luz natural, o que gera uma economia de 15,7 KWh/m² por ano.

Para se reduzir a energia total usada em edifícios é importante reduzir não apenas a energia de consumo operacional, mas prestar atenção na escolha dos materiais da construção (Thormark, 2006). Assim como Wang, Zmeureanu, & Rivard, (2005) ao desenvolver uma análise de ciclo devida para auxiliar designers e projetistas com alternativas de projetos considerando critérios econômicos e ambientais, porém uma tentativa de análise de ciclo de vida para escolha de materiais não obteve sucesso em uma pesquisa feita por Peuportier (2001), e muitas dificuldades em utilizar a análise de ciclo e vida de forma prática também foi apresentado e um trabalho de Cole & Sterner (2000), mas um estudo mais recente feito por Sarah V. Russell-Smith, (2015) com cinco equipes de projetistas obteve sucesso em atingir metas sustentáveis e na análise do ciclo de vida dos materiais quando estas eram estabelecidas desde a fase inicial do projeto.

Outros temas abordados na literatura apresentada no estudo bibliométrico a respeito da sustentabilidade e construção civil incluem estudos sobre a contribuição de edifícios verdes no desempenho de negócios Heerwagen, (2000); energia incorporada na construção de edifícios Thormark, (2006) e Holmes & Hacker, (2007) que também trata de edifícios *low energy-design*; reformas com o intuito de buscar a sustentabilidade Mickaityte, Zavadskas, Kaklauskas, & Tupénaité, (2008); mudança no contexto de aprendizagem para a concepção de edifícios de alto desempenho ambiental Brown & Vergragt, (2008); algoritmos para avaliação de impacto e desempenho de edificações Juan, Gao, & Wang, 2010 (2010); comparação de edifícios verdes e convencionais do ponto de vista de satisfação do usuário (Paul & Taylor (2008), Altomonte & Schiavon, (2013).

7 EXEMPLOS

A seguir apresentaremos dois exemplos de construções que possuem baixo impacto ambiental e possuem critérios de sustentabilidade em seus projetos.

7.1. 30 ST MARY AXE

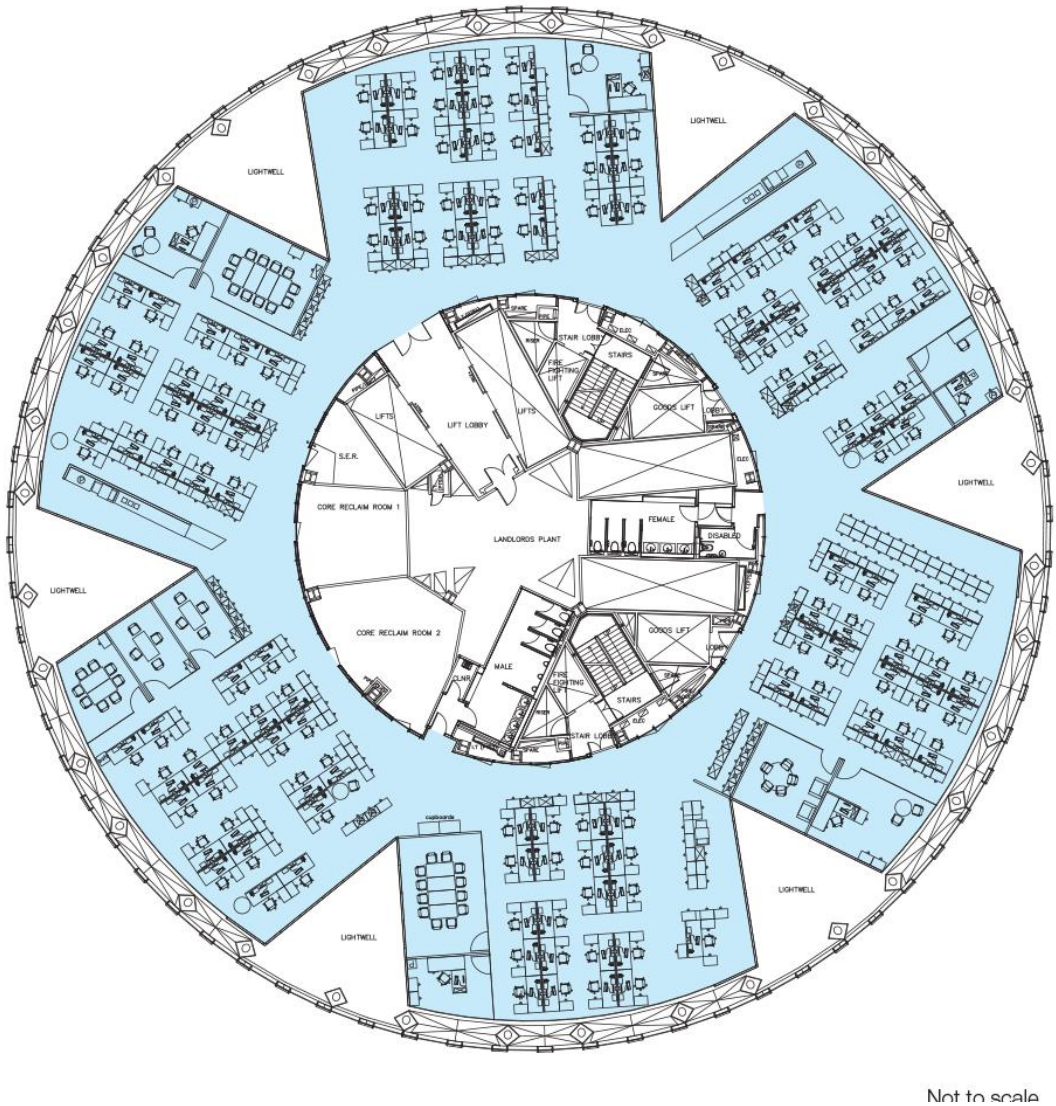
Figura 5 - 30 st Mary Axe

Fonte: (Foster, 2015)

O Edifício denominado 30 st Mary Axe (Figura 5) localizado em Londres, foi projetado pelo renomado arquiteto Norman Foster e sua construção foi concluída em 2004, possui uma área de 64.469m² e 180m de altura.

Este edifício foi projetado para maximizar a disponibilidade de iluminação e ventilação natural em seu interior. Através de aberturas na laje, que podem ser observadas na planta (Figura 6), combinada com a forma aerodinâmica do edifício (Figura 7) e a rotação de 5º a cada andar o ar flui naturalmente pelo seu interior garantindo uma economia com sistemas de climatização mecânicos, energia e emissões de CO_2 (Foster, 2015).

Figura 6 - 30 st Mary Axe Planta tipo

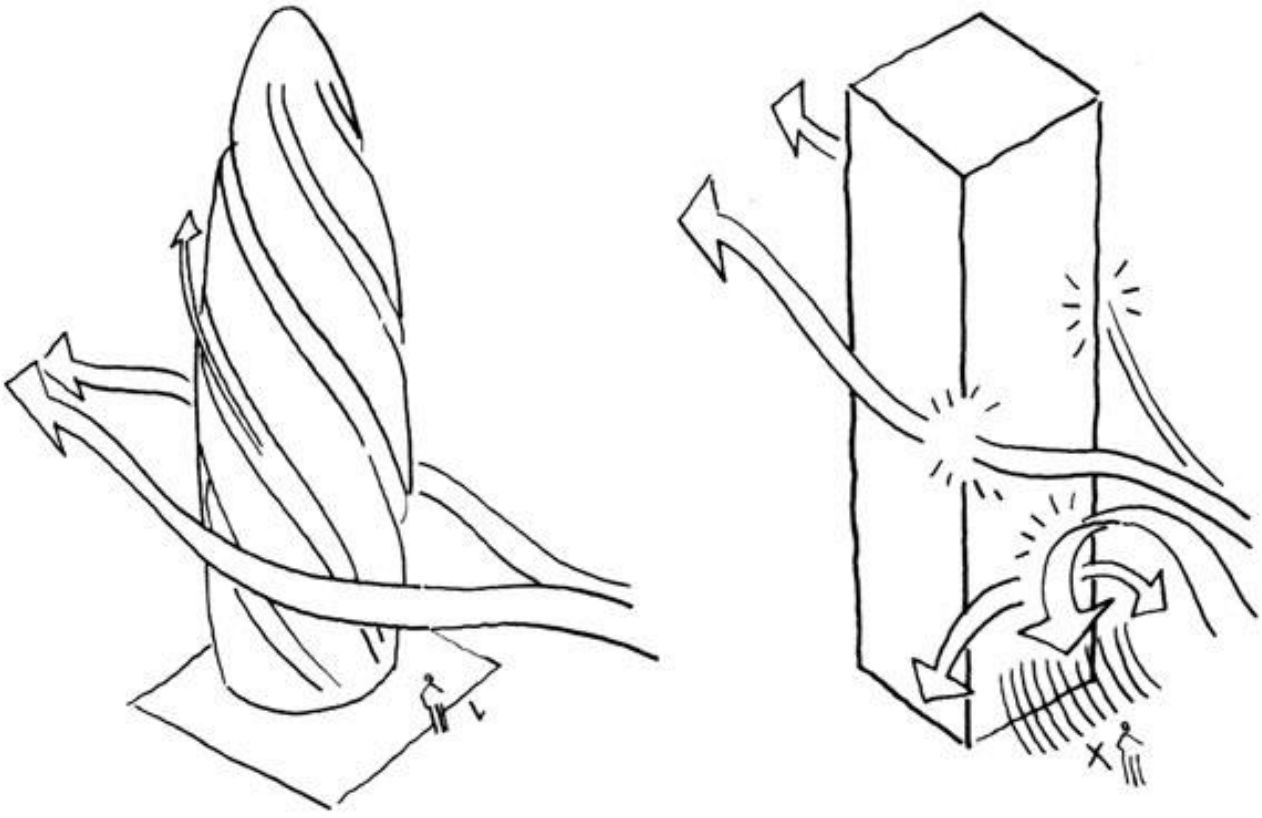


Fonte: (Foster, 2015)

Durante a fase de projeto foi estimado que o uso de um sistema de climatização mecânico seria necessário apenas em condições extremas. No inverno quando a temperatura externa estivesse abaixo de 5ºC e no verão acima de 26ºC (Gonçalves & Bode, 2011).

A forma circular da planta proporciona redução na deflexão do vento comparando com uma torre semelhante de forma retangular (Figura 7), isso proporciona um ambiente confortável ao nível do solo e cria diferenças de pressão que faz com que a ventilação natural atinja o interior do edifício (Foster, 2015). A forma é um fator de importante impacto no desempenho energético do edifício, no custo da obra, e é uma das principais considerações nos estágios iniciais de projeto (Wang, Rivard, & Zmeureanu, 2006).

Figura 7 - Forma Aerodinâmica



Fonte: (Foster, 2015)

7.2. PORTLAND STATE UNIVERSITY

Figura 8 - Portland State University

Fonte: Portland State University, (2015)

A Universidade de Portland State (PSU), possui um conceito de campus como um laboratório vivo, onde os edifícios e a infraestrutura do campus são preparados para desempenhar as funções acadêmicas, de pesquisa e inovação e os conceitos de sustentabilidade vão além da sala de aula (Portland State University, 2015).

Com um departamento exclusivo para tratar de assuntos ligados a sustentabilidade a PSU possui diversas iniciativas inovadoras como o uso de energia geotérmica, áreas para recarga de automóveis elétricos, uso de cobertura verde nos edifícios, ampliando a área de lazer a paisagismo, além de 8 edifícios certificados LEED. Diversas atividades de sustentabilidade fazem parte da rotina do campus e são estimuladas entre seus usuários, na figura 9 podemos ver a implantação da PSU com diversas atividades espalhadas pelo campus, que é chamada de *sustainability walking tour* (passeio da sustentabilidade).

Figura 9 - Implantação PSU

Fonte: Portland State University, (2015)

8 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo deste trabalho foram as contratações de projeto e obra da Universidade Federal do ABC (UFABC) em particular o campus de São Bernardo do Campo. A UFABC é uma universidade ainda em construção, e iniciou suas atividades em 2007 no campus de Santo André, que atualmente possui uma área construída e já em uso de 96.000m² e aproximadamente 10.000 alunos. O campus de São Bernardo do Campo da Universidade Federal do ABC possui um terreno de 120.349.73m², a sua atual implantação (figura 10) possui um coeficiente de aproveitamento de 0,31[1] e uma taxa de Ocupação de 12,44% totalizando 37.553,55m² de área construída.

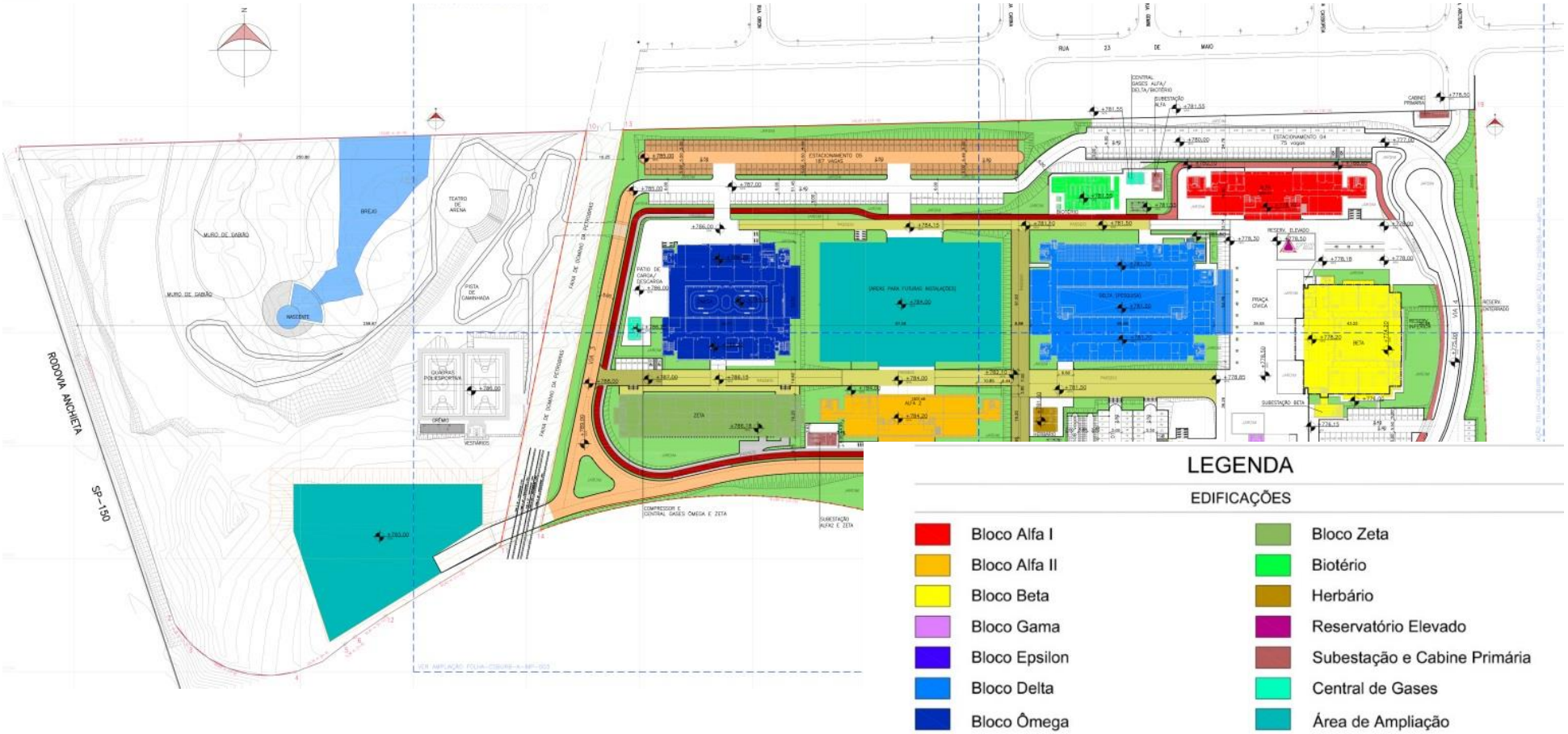
A contratação do primeiro projeto de arquitetura aconteceu em 2009 por meio de uma licitação do tipo técnica e preço, onde os participantes são julgados através de uma pontuação preestabelecida juntamente com a proposta comercial de onde temos o melhor preço juntamente com a melhor pontuação (técnica). O projeto urbanístico e arquitetônico foi concebido inicialmente para comportar 2.000 alunos, 180 docentes e 60 funcionários.

A primeira contratação de obra foi feita após o projeto executivo em 2009, e o objeto da licitação foram os serviços de terraplenagem, drenagem preliminar de proteção e paisagismo de proteção dos taludes e patamares. A segunda fase de obras constituiu na construção do bloco Alfa I (salas de aula), Épsilon (portaria e pórtico de acesso), reservatório elevado, reservatório de reuso, reservatório d retardo, cabine primária e parte do sistema viário.

Para a segunda fase da obra foram licitadas as construções Bloco Beta (biblioteca), Gama (refeitório) Delta (pesquisa) e Ômega (pesquisa). Os blocos Alfa II e Zeta constituíram a terceira faze de construção a primeira expansão da concepção original do campus e foi licitado apenas com o projeto básico e atualmente estão em fase final de construção.

[1] Valor que, multiplicado pela área de um terreno, indica a quantidade total de metros quadrados que podem ou que foram construídos em um terreno.

Figura 10 - Implantação do Campus SBC



Fonte: Projeto de Implantação

(Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2010)

O projeto do campus comtempla também áreas de estacionamento, ciclovia, e uma área para instalação de uma ETE (estação de tratamento de esgoto). A previsão de expansão de infraestrutura para este campus tem uma previsão de ampliação de aumento da área construída para 2018 contemplando as seguintes obras:

- Construção de um edifício para engenharia aeronáutica (Hangar) com área prevista de 2.439m²
- Construção de 2 Centros de convivência com área total de 1.847m²
- Construção de um conjunto de edifícios denominado bloco Lambda, com áreas administrativas, de ensino, pesquisa e extensão com previsão de 28.200m² de área construída.
- Ampliação do Bloco Gama, restaurante universitário e almoxarifado, com mais 700m².

Toda esta expansão da infraestrutura resultará na construção de outros 33.400m² ampliando a área construída total do campus em aproximadamente 89% e contará com um total de 10.800 alunos entre graduação e pós-graduação em 2022 de acordo com o PDI - Plano de Desenvolvimento Institucional (Universidade Federal do ABC, 2014).

Após esta etapa o campus atingirá seu limite de área para expansão e termos a conclusão do potencial de construção, totalizando mais de 70.000m² de área construída.

8.1. PRÁTICAS POSITIVAS EM ANDAMENTO

Como a Universidade já iniciou suas atividades acadêmicas em ambos os *campi*, algumas práticas envolvendo a sustentabilidade já se tornaram rotina e outras estão em fase de implementação. A seguir, algumas práticas positivas em andamento na UFABC.

8.1.1 Licenciamento Ambiental

Em função do licenciamento ambiental já em tramitação, através de um relatório ambiental especifico e aprovado pelo Departamento de Licenciamento Ambiental da Prefeitura Municipal de São Bernardo, foram autorizadas a remoção de 205 árvores isoladas,

sendo 191 espécies exóticas e 14 espécies nativas, transplante de 42 unidades, e o plantio de 732 novas árvores (350 espécies referentes a supressão de 14 unidades nativas, conforme determina a lei municipal 44661/98, referente a compensação ambiental, onde para cada arvore nativa cortada deverá ser plantada 25 novas árvores e 382 espécies referente a supressão de 191 exemplares arbóreos exóticos, onde para cada árvore não nativa cortada deverão ser plantadas 2 novas árvores). No final teremos 527 árvores a mais e todas as espécies nativas da região.

8.1.2 Implantação do PLS

A Instrução Normativa Nº 10, de 12 de Novembro de 2012 do governo federal, estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável (PLS) com objetivo de promover critérios, práticas e diretrizes para o desenvolvimento sustentável previsto na lei de Licitações (art. 3o da Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993), obrigatório para a Administração Pública Federal direta, autárquica, fundacional e nas empresas estatais dependentes (Federal, 2015).

A UFABC está implantando esta ferramenta como o objetivo de conclusão para o segundo semestre de 2015 e deverá disponibilizá-lo no site da instituição. Deverão fazer parte do PLS obrigatoriamente os temas (Art. 8º):

- Material de consumo
- Energia elétrica;
- Água e esgoto;
- Coleta seletiva;
- Qualidade de vida no ambiente de trabalho;
- Compras e contratações sustentáveis,
- Deslocamento de pessoal,

No entanto a Universidade pretende expandir estes temas. Com isso, todas as práticas envolvendo sustentabilidade farão parte do PLS incluindo contratação de obras e projetos. Esta ferramenta está sendo implantada pela reitoria e conta com grupos de trabalho de diversos setores da Universidade incluindo servidores técnico-administrativos, professores e alunos.

De acordo como o que estabelece a Instrução Normativa, os PLS deverão ser elaborados e publicados no site dos respectivos órgãos ou entidades e encaminhados eletronicamente à Secretaria Executiva da CISAP, os seus resultados deverão ser publicados semestralmente e ao final de cada ano deverá ser elaborado um relatório contendo os resultados alcançados e identificando as ações que deverão ser desenvolvidas ou modificadas para o ano seguinte.

8.1.3 Premio Ideia

O Ministério da Educação (MEC) publicou em 22 de setembro de 2014 na sua página www.mec.gov.br/premioideia o projeto "desafio da sustentabilidade", dividido em 2 temas: "*como reduzir os gastos com o consumo de energia elétrica nas instituições federais de ensino? "* com início em 06 de novembro de 2014 e termino em 5 de fevereiro de 2015 e "*como reduzir os gastos com o consumo de água nas instituições federais de ensino?"* com início em 06 de novembro de 2014 e termino e m 3 de fevereiro de 2015 (Ministério da Educação , 2015).

Este desafio é aberto ao público e concederá um prêmio em dinheiro para as propostas apresentadas que receberem maior pontuação e a instituição também receberá uma pontuação acumulativa de acordo com as propostas de seus participantes. No ranking parcial divulgado no dia 7/01/2015 a UFPI Universidade Federal do Piauí estava na primeira colocação com 3.316.446 pontos a UFABC em segundo lugar com 1.260.473 pontos e em terceiro a UFERSA Universidade Federal Rural do Semi-Árido com 801.849 pontos.

A UFABC está conseguindo uma grande adesão de sua comunidade acadêmica e o tema tem sido discutido com frequência. Este desafio tem despertado interesse com relação ao tema de sustentabilidade e a vida acadêmica, bem como as ideias para melhoria ajudam na percepção dos problemas gerados pelo consumo de recursos naturais.

8.1.4 Coleta Seletiva

Estabelecendo parcerias com as empresas responsáveis pela coleta de resíduos sólidos nas cidades de Santo André e São Bernardo, a UFABC disponibiliza em seus campi espaços para descarte de resíduos recicláveis e coletores temáticos de resíduos que são recolhidos pela equipe de limpeza e posteriormente retirados pelas prefeituras municipais. Além dos resíduos

convencionais como papel, vidro, e metais existe um espaço destinado ao descarte de pilhas e baterias, cuja coleta que também é feita pelas Prefeituras Municipais, ocorre de acordo com a necessidade.

9 ANÁLISE DO PROJETO

Neste capítulo é apresentada uma análise crítica a respeito dos projetos do campus de Santo André e São Bernardo da Universidade Federal do ABC, comparando as premissas envolvendo sustentabilidade, estabelecidas no edital de contratação e nos memoriais descritivos de projeto com as obras já realizadas. Com isso será avaliada tanto as dificuldades como as melhores soluções encontradas com o objetivo de tornarmos a prática da sustentabilidade algo recorrente e de acordo com as necessidades de instituição.

9.1. IMPLANTAÇÃO

A concepção do projeto arquitetônico do campus foi baseada em uma proposta que permitisse a flexibilização de uso dos espaços, permitindo mudanças, rearranjos e ampliações ao longo do tempo, além de uma ocupação progressiva das atividades curriculares e áreas administrativas. Isso se mostra, através do uso de sistema construtivo de fácil aplicação, estrutura independente das vedações, e formas simples.

No entanto um único edifício com formato mais recortado (Edifício Beta) foi que apresentou maiores dificuldades e comprometimento com prazos, principalmente na execução dos painéis de revestimento das fachadas que são pré-fabricados, justamente por ter muitos recortes na sua forma, diferentemente dos demais edifícios que são basicamente retangulares. Além disso conforme demonstrado por Wang, Rivard, & Zmeureanu, (2006) através de um algoritmo de otimização de forma de planta demonstra que a solução com menor custo de ciclo de vida é a que mais se aproxima de um polígono regular e para um menor impacto ambiental de ciclo de vida um maior comprimento na fachada sul (no caso do hemisfério norte).

A implantação do campus com grandes aberturas nas entradas dos edifícios, realmente possibilitam o uso para espaços de convívio e atividades extracurriculares e de lazer conforme proposta inicial e memorial descritivo do projeto. Ainda a setorização e o uso de edificações baixas (até 4 pavimentos) que já estava especificado no edital de contratação do projeto, minimizaram o impacto no terreno, com pouca movimentação de terra, apesar da estrutura de fundação ser bastante profunda em razão da qualidade do solo. No campus de Santo André, a implantação dos edifícios considerando os grandes desníveis do terreno também foi um fator importante do ponto de vista ambiental, gerando um baixo impacto na configuração natural do terreno.

O memorial descritivo ainda considera que a concepção de urbanização permite que as ampliações ocorram de forma a não perturbar o desempenho acadêmico ou paralisar quaisquer atividades universitárias, o que de fato acontece tendo em vista que os edifícios em obras da fase de expansão não comprometem as áreas já em uso do campus. Foi especificado no edital de contratação do projeto que o campus seguiria uma implantação com uma modulação de 1,20mx1,20m com a finalidade de obter uma racionalização dimensional e construtiva, assim sendo, as dimensões de todos os ambientes são múltiplos desse módulo.
Ainda sobre o sistema construtivo, os edifícios possuem lajes de piso e cobertura fabricados em painéis alveolares pré-fabricados de concreto armado, o que possibilita uma construção mais rápida. No entanto os pilares e vigas são produzidos em concreto armado moldados em loco.

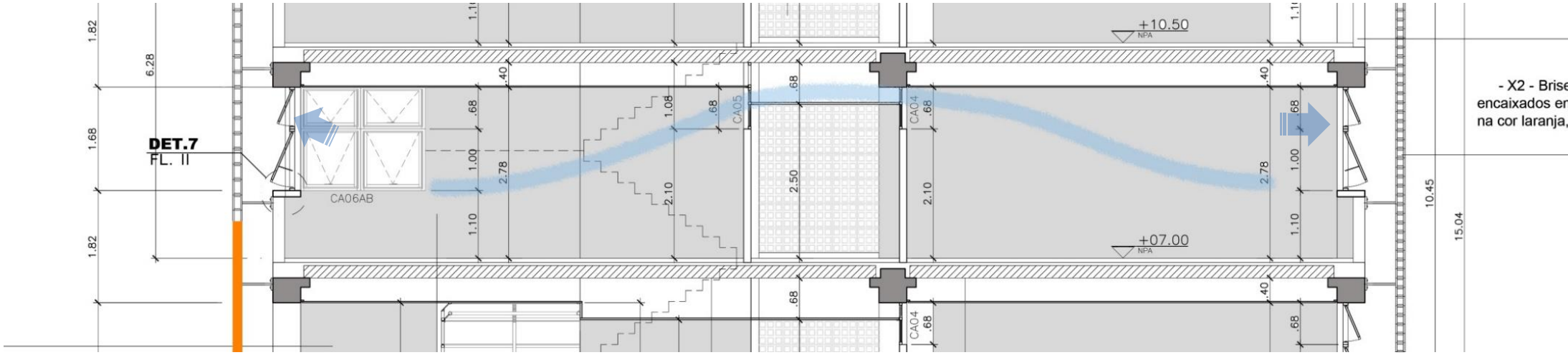
Todos os edifícios foram concebidos com planta livre, ou seja, a solução da estrutura é independente das paredes divisórias e da fachada possibilitando um uso flexível e alterações futuras, uma solução típica da arquitetura modernista, linha seguida pelo arquiteto contratado e muito usual o que também, se torna economicamente favorável e com prazos conhecidos. Os fechamentos internos são feitos em *drywall*, um sistema que está crescendo no Brasil, e reconhecido por ser rápido, leve e gera pouco resíduos e possuem desempenho termo acústico superior comparado a uma parede de alvenaria convencional, mas seu custo ainda é maior.

Outro fator importante na implantação do edifício é que as edificações possuem uma orientação solar adequada com o clima local com grandes aberturas na face norte como indicado por Wang, Rivard, & Zmeureanu, (2006) além da utilização de quebra-sóis (brise-soleil) que foram objeto de estudo baseado em mascaras solares específicas e detalhadas em projeto, com objetivo de garantir a iluminação natural ideal e sombreamento de acordo com a orientação da fachada. A utilização de iluminação natural é um fator determinante para a redução do consumo de energia de edifícios como mostrou um estudo feito por Li & Lam (2001) e outro estudo demonstrou que a economia com sistemas de controle de iluminação integrados a iluminação natural podem chegar a 30% (Li, Lam, & Wong, 2006). Optou-se também pelo uso de ventilação natural cruzada em todos os ambientes e a instalação de ar-condicionado somente em laboratórios setores administrativos e nos auditórios por questões de refrigeração e conforto. A proposta inicial era de que os edifícios com a ventilação cruzada, os pátios internos descobertos e grandes panos de elemento vazado nas fachadas fossem resfriados pelos espelhos d'água adjacentes as construções, no entanto devido ao custo de manutenção os espelhos d'água foram substituídos por jardins, permanecendo apenas o espelho d'água em volta do reservatório elevado.

A figura 11 mostra um corte transversal do edifício Alfa I e o modo como a ventilação cruzada foi concebida para todos os ambientes permitindo que todo o edifício tenha uma circulação de ar permanente. A linha em azul mostra o fluxo constante de ar. Um exemplo de como aproveitar a relação da arquitetura com o clima através de uma tecnologia passiva como forma de reduzir consumo de energia. Exemplo similar foi mostrado anteriormente nas figuras 6 e 7 com o edifício 30 st Mary Axe. Este tipo de solução também é recomendado por um estudo feito por Holmes & Hacker, (2007) ao analisar edifícios *low energy design* como uma forma de distribuir os ganhos de calor para reduzir a temperatura interna e assim diminuir a necessidade de resfriamento mecânico.

Faz parte ainda da implantação do campus uma ciclovia que está parcialmente concluída, e permitirá atividades de transporte individual e também o uso recreativo e esportivo. A ciclovia já fazia parte da solicitação da contratação do projeto e possui bicicletários ao longo do seu percurso, no entanto a falta de vestiários junto a eles podem ser um desestimulo ao uso da ciclovia, um estudo entre os usuários será necessário para melhor compreensão das necessidades desta ciclovia.

Figura 11 - Corte Transversal Bloco Alfa



Fonte: Projeto de Arquitetura Bloco Alfa (Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2010)

Há itens no memorial descritivo (Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2009) que abordam a questão de sustentabilidade, no entanto sua realização não é evidente, são eles a seguir:

- **Contemplar iniciativas de sustentabilidade e reduzido impacto ambiental durante as etapas de construção, uso e operação do edifício.**
- **Uso de materiais certificados e renováveis:**
    - Maximização na especificação de materiais sustentáveis objetivando o maior volume possível de utilização de materiais certificados, de manejo sustentável e reciclável;
    - Planejamento para maior durabilidade possível nas especificações visando alto desempenho e evitando obsolescência prematura;
    - Utilização de materiais cujos processos de extração de matérias primas, beneficiamento, produção, armazenamento e transporte causem menor índice de danos ao meio ambiente nem estejam baseados em condições indignas para os trabalhadores
- **Meio-ambiente; qualidade interna e externa:**
    - Espaços e sistemas visando impacto ambiental mínimo;
    - Técnicas que permitam menos poluição e que impactem de forma menos agressiva o meio-ambiente, tanto na construção, como no uso, na operação, na manutenção (conservação, limpeza, reposição);
    - Evitar, danos à fauna, flora, eco-sistema local e ao meio ambiente;
    - Minimizar a geração de lixo e resíduos;
    - Evitar contaminação, degradação e poluição de qualquer natureza, visual, sonora, atmosférica, luminosa;
    - Promover a segurança interna e externa do edifício e de seus usuários;
    - Otimizar os recursos para a correta coleta seletiva do lixo visando à reciclagem de materiais e a menor geração de resíduos descartáveis;
    - Implantar plano eficiente de drenagem do solo para durante e após a execução das obras, evitando danos tais como erosão ou rebaixamento nocivo de lençol freático

Estes itens apesar de serem opções positivas e aparentemente promoverem ganhos ambientais ao projeto, não estão discriminados o suficiente e sua forma de implementação não é clara. Por exemplo minimizar a geração de lixo e resíduos é sem dúvida um fator importante

a ser considerado, no entanto sem o meio pelo qual atingir esta meta esse parâmetro não tem validade e não será percebido na execução do projeto.

- **Facilidade e rapidez de produção ou de aquisição:**

  Edificação (construção);
  Todas as edificações contempladas utilizam-se de lajes de piso e cobertura em painéis pré-fabricados alveolares de concreto objetivando melhor racionalização de tempo de montagem e controle de qualidade de produção.

9.2. CONSUMO DE ÁGUA

O consumo diário de agua atual é de aproximadamente 30 a 34 m³. Hoje o campus possui uma população de 2.015 pessoas e utiliza uma capacidade de reservatório de água potável para consumo de 205m³. Projetando um período de reservação de três dias, essa reserva atenderia a necessidade de aproximadamente 100m³ (aproximadamente 0,005m³ por pessoa). Em 2022 está projetado pelo Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) uma população de 11.520 pessoas. Com um consumo proporcional foi constatado a necessidade de uma capacidade adicional de reservação de aproximadamente 570m³.

Como existe uma capacidade total de 405m³ (incluindo célula de reuso que ainda não está em operação) + 40m³ dos Blocos Alfa2 e Zeta (incluso 10m³ de reuso), teremos disponível em 2015 um total de 445m³, sendo assim para 2022 quando o campus estará com sua capacidade máxima construída um déficit de 125m³. Após este estudo foi incluído em um processo visando a ampliação de áreas de laboratórios de pesquisa e um centro de convivência um novo reservatório de água com capacidade para 125m³.

Comparando os dados disponíveis dos edifícios existentes nos *campi* da UFABC como as avaliações de desempenho de edifícios encontrados na literatura (Leaman & Bordass, 2007; Li & Lam, 2001; Newsham, Mancini, & Birt, 2009; Zhai, et al., 2007; Pulselli, Simoncini, Pulselli, & Bastianoni, 2007; Korkmaz, Messner, Riley, & Magent, 2010), nota-se que não existem ferramentas de controle sobre monitoramento e consumo de energia em edifícios distintos ou até mesmo em ambientes distintos, o que no caso de um edifício de uso misto, com áreas administrativas, salas de aula e laboratórios não é possível ter uma percepção real de consumo de energia por área construída.

Assim com o esgotamento do potencial construtivo do campus, a nova edificação denominada bloco Lambda terá agrupado em seu programa arquitetônico ocupações de natureza similar do ponto de vista de instalações, e sistemas de monitoramento fornecerão dados que possibilitarão uma análise do desempenho do edifício.

Na literatura estudada o problema de consumo de agua não aparece de forma significativa e muitas vezes nem chega a ser mencionada, mostrando que a avaliação de edifícios deve incorporar fatores locais, no entanto a avaliação de desempenho do edifício aparece de forma incisiva como sendo uma ferramenta fundamental para o atingimento de metas de sustentabilidade.

Com o agravamento da crise no abastecimento de água a Universidade tomou por iniciativa própria iniciar uma medição diária do seu consumo. Foi constatado que o consumo de água durante o recesso letivo (Dezembro/2014 e Janeiro/2015) não apresentou diferença com relação ao período letivo (cerca de 30m³ por dia) onde a população do campus é cerca de 10 vezes maior. Diante deste fato foi solicitada à concessionaria de fornecimento de agua (Sabesp) a troca do cavalete de entrada, o que aconteceu no dia 16 de janeiro de 2015. Muitos fatores podem estar relacionados a esse alto consumo, entre eles, problemas no antigo cavalete, medição de passagem de ar devido as constantes interrupções no fornecimento, perda na rede, vazamentos, entre outros. No entanto essa descoberta só foi possível devido a uma constante avaliação de desempenho. A avaliação de desempenho é uma ferramenta indispensável para melhoria de performance ambiental de edifícios e cidades (Todd, Pyke, & Tufts, 2013; Robinson & Cole, 2015; Hong, Chou, & Bong, 2000), mas para isso sistemas de monitoramento em tempo real são fundamentais para um correto conhecimento acerca da qualidade e do uso dos edifícios. Este tipo de avaliação ainda não é possível ser feito com relação ao consumo de energia nas tomadas, iluminação, elevadores e sistemas de refrigeração uma vez que a UFABC não possui um sistema de automação e monitoramento destes sistemas.

Consta no memorial descritivo de projeto os seguintes itens relacionados ao uso eficiente da água:

- Captação, armazenamento e tratamento de águas pluviais para reutilização na irrigação de jardins, limpeza, bacias sanitárias, e demais usos permitidos para água não potável;

- Utilização de bacias sanitárias acopladas e válvulas especiais com o fluxo opcional por descarga.

- Utilização de torneiras com acionamento eletrônico ou temporizador por pressão em todas as aplicações passíveis.

Todas essas premissas estabelecidas na fase de projeto se concretizaram, os sanitários possuem bacias com caixa acoplada (que são mais econômicas) e válvulas com fluxo opcional de descarga e todas as torneiras são acionadas com temporizador por pressão.

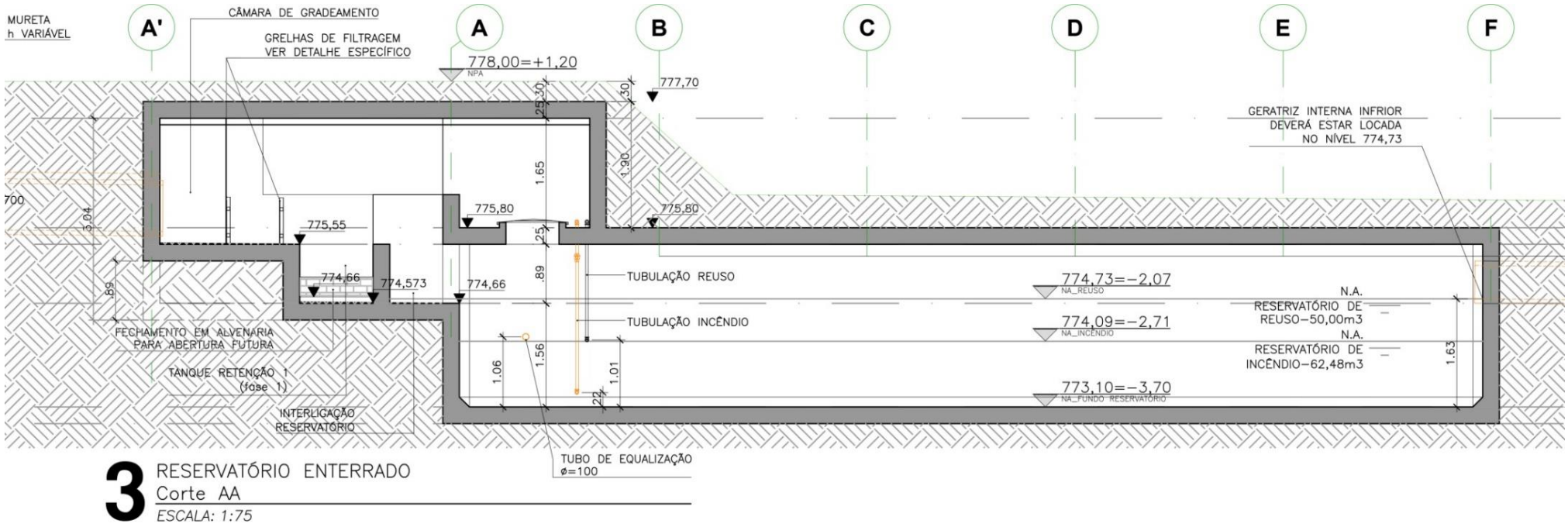
O campus possui um reservatório de água elevado dividido em quatro células, sendo duas com capacidade de 100m³ e uma com 120m³ para água potável e uma célula de 85m³ para água de reuso conforme denominado em projeto. Existe também um reservatório enterrado com duas células de 194m³ (figura 12). O reservatório enterrado é alimentado através da captação da água de chuva das coberturas dos edifícios Alfa, Beta, Gama e Delta e Ômega e alimenta a célula de reuso no reservatório elevado e o sistema de incêndio. O tratamento dessa água é feito por um sistema conhecido como *first flush*, onde a água dos primeiros minutos de chuva é descartada por conter uma grande quantidade de poluentes, e após um período de chuva o reservatório começa a encher em 3 etapas distintas permitindo uma filtragem de componentes sólidos de forma gradual, na última etapa é feita a cloração da água. Depois disso a água é armazenada na célula de 85m³ do reservatório elevado e distribuído para as bacias sanitárias e irrigação de jardim.

O sistema de incêndio também é interligado ao reservatório de água potável que é acionado automaticamente em caso de falta de água de reuso.

Para a implantação desse projeto foi feito um estudo de pluviometria na região e também do consumo de água não potável e do volume adequado de reservação, para avaliar sua viabilidade. Modelos computacionais de simulação foram utilizados para determinar do sistema de distribuição mais adequado. Foram utilizados dados de 1996 a 2005 de uma estação pluviométrica de São Caetano do Sul, a mais próxima do campus. Este estudo de viabilidade considerou a área de captação de 1.525m², o consumo de água não potável sendo de 70% do consumo diário total que foi estimado na época do projeto em 120 m³ por dia. Portanto o consumo previsto de água não potável foi de 84 m³ por dia e considerado para atender os sistemas de ar condicionado, lavagem, irrigação, mictórios e bacias sanitárias. A taxa interna de retorno prevista foi de 14% considerando área captação máxima dos telhados e um reservatório de 400m³ com a tarifa de 10,94 R$/m³ valor da época do projeto (Share Water, 2009).

Este sistema ainda não foi concluído e deverá entrar em funcionamento no primeiro semestre de 2015, e será possível avaliar sua contribuição no consumo diário de água, uma vez que as instalações operam hoje com 100% de água potável.

Está em obras no campus de Santo André um edifício que abrigará laboratórios de pesquisa e ensino, e contará com um sistema de abastecimento diferenciado. Este edifício de 11 pavimentos contém apenas um reservatório inferior e irá bombear a água para os sanitários na medida em que for solicitado. Estudos na fase de projeto indicaram que essa solução será mais econômica do que bombear uma grande quantidade de água em um reservatório superior. Esta medida poderá se tornar uma diretriz a ser implantada nas futuras construções. Este campus também contará com um sistema de captação de águas pluviais, atualmente em obra.



3 RESERVATÓRIO ENTERRADO
Corte AA
ESCALA: 1:75

Fonte: Projeto Hidráulico Reservatórios (Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2010)

No sistema de esgoto dos edifícios existe uma coleta separada para os laboratórios o que permitirá o descarte de poluentes químicos quando a ETE (estação de tratamento de esgoto) for concluída. Atualmente todo o esgoto é descartado na rede convencional e cada laboratório é responsável por tratar seus efluentes antes de descarta-los. Ainda não há previsão para a instalação da ETE. Existe ainda no campus um tanque de retenção de 130m³ que capta a água pluvial de drenagem superficial de todo o terreno antes de descarregar no sistema público de coleta.

9.3. CONSUMO DE ENERGIA

A Universidade possui um sistema de distribuição de energia de média tensão e a transformação acontece na subestação em cada edifício, o que permite o uso de cabeamento de menor espessura. Na subestação e energia é transformada para baixa tensão e distribuída para o restante do edifício e ainda existe um gerador a diesel em cada uma das subestações capaz de prover energia para iluminação de emergência e elevadores em caso de queda de energia da rede concessionária.

O sistema de iluminação geral utiliza lâmpadas fluorescentes com luminárias com refletores e difusores embutidas no forro, conforme descrito no projeto de instalações. Esta ainda é a melhor opção para lugares públicos que precisam de iluminação artificial por longos períodos tendo em vista seu baixo custo de manutenção comparado com lâmpadas LED que tem um custo muito alto e menos opções de revendedores, fato importante quando a aquisição acontece através de processo licitatório.

Os edifícios em geral possuem grandes aberturas que provém boa iluminação natural ao longo do dia, o que contribui para a diminuição do consumo de energia elétrica conforme demosntrado pro Li, Lam, & Wong, (2006). Outra característica dos edifícios que contribuem para a economia de energia é o sistema de ventilação natural cruzada, adotado em todos os ambientes como mostra a figura 11. Isso diminui a necessidade de sistemas mecanicos de ventilação e condicionamento de ar que são utilizados apenas e lugares indispensáveis (laboratórios de informática, biologia, neurociencias e engenharias, salas de telecom, e auditórios). Essa solução apresentou-se bastante adequada às nossas condições climáticas e pode ser uma grande contribuição para a economia de energia como o exemplo apresentado do edifício 30st. Mary Axe (figura 5) e estudos como o de Holmes & Hacker, (2007);

Schnieders & Hermelink, (2006) e Zhai, et al., (2007). Estas duas características (iluminação e ventilação) são muito importantes e estão diretamente interligadas. Enquanto que no campus de Santo André a forma diferente de lidar com essas características tem grande impacto no consumo de energia. No bloco B, a principal face que poderia receber iluminação e ventilação natural é coberta por um painel metálico especificado para a atenuação sonora da Av. do Estado, no entanto isso resultou em um baixo índice de incidência de luz natural, obrigando os usuários a utilizarem iluminação artificial mesmo em dias muito claros. No memorial descritivo do projeto de São Bernardo (Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda, 2009) este tema apareceu da seguinte forma:

- Ventilação natural, mesmo nos ambientes onde haja previsão para sistema de ar condicionado;
- Melhor aproveitamento da iluminação natural, levando em conta a necessidade do seu controle;

Outras diretrizes do memorial descritivo:

- Adoção preferencial de acabamentos claros nas áreas de grande incidência de luz solar;
- Equipamentos com menor consumo de energia e melhor eficiência possível;
- Iluminação de baixo consumo energético em todo o edifício nas áreas comuns de uso contínuo e iluminação fluorescente;
- Planejamento do consumo energético e utilização de equipamentos para gerar energia em períodos de pico;
- Melhor condição de conforto térmico evitando a incidência da radiação solar direta mediante a adoção de soluções arquitetônicas de diversos tipos, tais como: brise-soleil, painéis em elementos vazados, venezianas, telas perfuradas externas, vidros especiais que dispensam o uso de brises.

Dessas diretrizes apenas as duas últimas não foram plenamente consolidades em projeto. Não existe no campus a previsão de uso de equipamentos para gerar energia em períodos de pico. No entanto, a forma de distribuição e o sistema de geradores interligados na subestação permitem o desenvolvimento pleno de todas as atividades do campus com o uso do gerador movido a diesel, embora essa não seja uma alternativa sustentável, tanto pelo seu custo como pela geração de poluentes atmosféricos. Estudos de consumo de energia por edifício ainda precisam ser desenvolvidos para melhor avaliação a cerca deste assunto. A falta de monitoramento também é um fator limitador e que não permite avaliar os horários de pico de consumo ou o consumo de energia por área construída (kw/h/m2, índice geralmente adotado para avaliação e comparação de consumo em construções).

Com relação ao último item, o estudo especifcio de conforto ambiental determinou o uso de brises em uma malha de 10x10cm nas faces norte e 20x20 nas demais faces. Não existe maior detalhamento a cerca de vidros especiais que dispensam o uso de brises ou outra forma de diminuição da radiaçao solar direta e nenhuma outra medida foi adotada na construção. A escolha correta de materiais pode ser um fator siginificativo em direção a sustentabilidade, principalmente para a economia de enegia (Thormark, 2006).

Outra consideração importante é o uso de sistemas automatizados de iluminação. No campus de São Bernardo apenas a iluminação externa possui um sistema automatizado. O sistema é acionado automaticamente por células fotovoltaicas de acordo com a luminosidade do ambiente, mas por outro lado no período noturno após o acionamento devido diminuição da luminosidade do dia as luzes só se desligarão na manhã quando o dia estiver clareando mesmo o período letivo da Universidade ter se encerrado as 23:00h.

9.4. ANÁLISE PROSPECTIVA

Considerenado o assunto do consumo de energia como um dos prioritários nas questões envolvendo sustentabilidade na construção civil, essa questão deve ser tratada desde as fases inciais do projeto. Os edifícios devem ser construídos para consumirem menor quantidade de energia, garantindo a preservação de recursos e redução de custos operacionais e de manutenção ao longo de sua vida útil. Os edifícios devem priorizar iluminação e ventilação natural, garantindo assim uma maior qualidade do espaço interno ao usuário. Estas qualidades foram observadas nos projetos dos edificios do campus de SBC, no entanto o mesmo não aconteceu no Campus de Santo André. Além disso, é necessário que as instalações forneçam condições de fácil manutenção e atualização, principalmente em caso de edificios que necessitam de infraestruturas complexas como os laboratórios de uma universidade.

Com relação ao consumo de água a solução adotada em ambos os *campi* de coletar água da chuva para utilização nas bacias sanitárias, irrigação de jardim e sistema de incêndio é certamente uma medida muito positiva e aparenta ser muito promissora. Avaliações periódicas serão necessárias quando este sistema entrar em funcionamento para atestar de fato sua contribuição na redução de consumo de água tratada. E ainda com relação á água, ambos os *campi* possuem encaminhamentos de coleta de efluentes separada nos laboratórios

possibilitando assim que estes sejam tratados dentro da universidade antes de serem descartados na rede pública. Outro quesito importante na implantação do campus foi a construção de um tanque de retenção para coleta de águas pluviais, o que contribui muito para evitar alagamentos, principalmente por situarem em regiões metropolitanas altamente adensadas.

De modo geral é necessário que as especificações sobre sustentabilidade estejam bem definidas com estudos de vibilidade e formas completas de execução, bem como opções de mercado para os itens de obras incorporadas nos memoriais descritivos. E também é necessário que o monitoramento do desempenho da edificação seja feito de forma constante para que se possa avaliar os pontos positivos e pontos que podem ser melhorados na construção avaliada e que podem servir de parâmetro para futuras obras. É importante considerar que o edifício deve ser avaliado ao longo de sua vida útil, o seu custo de manutenção é tão importante quanto o custo de construção principalmente em edificações públicas onde a obra é feita para servir ao proprietário e ficará a sob sua responsabilidade. Soluções de sustentabilidade diminuem o custo de manutenção da edificação justamente por estarem diretamente relacionadas com o ciclo de vida dos produtos e sistemas empregados.

10 CONCLUSÕES

Existem muitos estudos a respeito de como melhorar o desempenho ambiental de construções através de ferramentas de avaliação, como os apresentados por Cole (1999); Happio & Vitaniemi, (2008); Crawley & Aho, (1999); Todd, Crawley, Geissler & Lindsey, (2001); Castro-Lacouture, Sefair, Flórez & Medaglia (2009); Sibgh, Syal, Korkmaz & Grady, (Singh, Syal, Korkmaz, & Grady, 2011); entre outros e esta possibilidade chegou a ser avaliada como uma estratégia a ser adotada para este trabalho. No entanto com a obrigação do selo PBEEDIFICA para entidades públicas, outros selos de desempenho ambiental não são mais um objetivo viável, e ainda um estudo de Newsham, Mancini, & Birt (2009) que mostrou que edificios certificados chegam aconsumir até 35% mais energia do que suas contrapartes convencionais e seu desempenho energético pouca correlação teve com sua certificação, outro estudo demosntrou que os aspectos como iluminação, ventilação, acústica,e umidade não são percebidos de forma diferente por usuários de edifícios certificados (Paul & Taylor, 2008), indicam que nem sempre edifícios com selo verde atingem um padrão satisfatório de desempenho ambiental. A principal causa disso é porque sistemas como LEED recompensam os projetos pela sua prevsião e não pelos ganhos proporcinados (Gonçalves & Bode, 2011). Diante disso mais importante tornam-se as práticas capazes de reduzir os impactos gerados pela construção e trazer um desenvolvimento sustentável do que a implantação de um selo verde.

Construções desempenham um papel fundamental em relação ao ambiente (Feige, Wallbaum, & Krank, 2011). Os edifícios são os principais consumidores de energia das cidades (Juan, Gao, & Wang, 2010) e juntamente com a água estes são os principais impactos gerados pela utilização de um campus Universitário.

Após uma análise nas contratações de projeto e obra na UFABC é possível notar um empenho efetivo favorável às construções que tentam minimizar esses impactos. Importantes diretrizes capazes de conduzir a uma contratação mais sustetável estão presentes nos editais de licitação e memoriais decritivos de projeto e obra. Isto é determinante para que objetivos de sustentabilidade se realizem uma vez que eles devem ser tratados desde as fases iniciais de projeto (Wang, Rivard, & Zmeureanu, 2006; Lapinski, Horman, & Riley, 2006; Korkmaz, Riley, & Horman, 2010; Russell-Smith, Lepech, Fruchter, & Littman, 2015), No entanto a falta de uma equipe de projetos integrada e com conhecimento das metas de sustentabilidade como demonstrado por Wallbaum, Krank & Teloh, (2011), podem comprometer o resultado

final. A falta de análise de custo e ciclo de vida a longo prazo nas especificações de material, também é um fator prejudicial compromentendo a manutenção do edifício e sua vida útil.

As dificuldades para que existam mais edifícios sustentáveis não são apenas falta de tecnologias ou métodos de avaliação, mas também dificuldades organizacionais que implicam em risco e custos desconhecidos (Häkkinen & Belloni, 2011), a não percepção de todos os stakeholders e seus reais interesses como de competição imobiliária (Feige, Wallbaum, & Krank, 2011), o valor não reconhecido pelo mercado imobiliário do investimento em relação ao seu retorno financeiro (Feige, Mcallister, & Wallbaum, 2013), falta de integração entre equipes de projeto e critérios de sustentabilidade inseridos desde a sua concepção (Korkmaz, 2012; Korkmaz & Singh, 2012).

A Universidade gera uma demanda elevada de energia principalmente pelo uso de laboratórios, e equipamentos de alto consumo, mas que são necessários para as atividades da instituição. Porém, uma setorização mais racional agregando atividades de acordo com a infraestrutura necessária para sua prática pode ocasionar em vantagens economicas, uma vez que o dimensionamento de equipamentos de distribuição de energia como cabos, quadros elétricos, geradores dependem dos equipamentos instalados e algumas atividades como laboratórios equipado com freezers de alta potencia, ar condicionado, elevadores de carga, etc.

Para obtenção de maior economia de energia, além de métodos de eficiência, de conservação e redução de consumo é necessário também o uso de tecnologias inovadoras (Chwieduk, 2003), como desmontrou Carter & Keeler, (2008) ao comprovar a viabilidade de utilização de telhados vegetados tanto para edíficios públicos como particulares em zonas urbanas, com benefícios para a qualidade do ar, redução da contribuição de águas pluviais para rede pública, e economia de energia devido redução de incidencia de radiação solar no interior do edifício além de melhor isolamento térmico, contribuindo também para redução da perda de carga térmica do interior do edifício no inverno, além de outros benefícios menos quantificáveis como ampliação de áreas de lazer e plantio. Ou também como na Universidade de Portland State que faz uso de energia geotérmica para resfriamento e aquecimento de ambientes (Portland State University, 2015), tecnologia pouco explorada no Brasil.

Com relação ao sistema de reaproveitamento de águas pluviais e as tecnologias atuais de redução de consumo (torneiras com temporizador, bacias com válvulas dupla de descarga e mictórios com sensores de descarga), apresentam-se satisfatórios e promissores. Considera-se, entretanto, que novos estudos serão necessários quando estes sistemas estiverem operando de forma regular.

O memorial descritivo do projeto, desenvolvido pelos arquitetos responsáveis pela elaboração do projeto, é uma peça importante para avaliação de desempenho do edifício já que ele deve conter todas as caraterísticas das csontruções de forma detalhada e ele também servirá de guia para a contratação na obra. Mas existem muitas falhas nos memoriais apresentados, como falta de clareza nas descrições, falta de detalhamento técnico ou especificação para determinados itens ou um descritivo simplesmente genérico. O motivo disso acontecer é possivelmente por ele ser feito baseado nas premissas determinadas no edital de contratação e pouca importancia é dado na sua consolidação final e verificação junto as demais peças arquitetonicas produzidas. Apesar disso muitas das diretrizes de sustentabilidade aparecem no memorial descritivo indicando que este é um assunto já tratado desde a concepção do projeto, ainda que de uma forma superficial.

Um outro fator que afeta o desempenho ambiental das construções na UFABC foi a contratação de obra através apenas do projeto básico, o que levou incertezas em quantitativos e equipamentos que deveriam ser previstos nos estágios iniciais, além de mudanças de uso ou indefinição de espaços durante a fase construtiva, fato talvez inivitável em uma Universidade nova que ainda está em expansão, mas que deverá ser avaliado para futuras contratações com os epaços estando cada vez mais consolidados.

Possivelmente um dos fatores mais importantes para o atingimento de metas sustentáveis em edificações é a avaliação de desempenho das construções (Ding, 2008). Os relatórios baseados em dados de projeto podem permitir ampliar a discussão da performace ambiental de edifícios, padrões e tendências para diferentes locais podem estimular discussão de diferentes mercados e mais eficaz abordagem para a sua transformação. (Todd, Pyke, & Tufts, 2013). A avaliação da construção é uma forma eficaz de verificar se as metas propostas em projeto foram atingidas e também para identificação dos pontos frágeis com potencial para melhorias (Leaman & Bordass, 2007), quais recursos são consumidos, quais ganhos ambientais são gerados e como os usuários respodem a eles (Cole, 1999). Mas para a realização de um diagnóstico capaz de fornecer dados que conduzam a uma melhoria no desempenho ambiental é necessário sistemas informatizados e medições constantes de consumo bem como um conhecimento amplo das condições locais. No momento nenhum edifício da UFABC possui um sistema de monitoramento capaz de prover essas informações.

Outro aspecto que fornecerá informações importantes para melhores contratações de projetos é a avaliação de pós-ocupação feita entre os usuários do edifício como demosntrado por Hoes, Hensen, Loomans, de Vries, & Bourgeois (2009); Leaman & Bordass, (2007); Paul

& Taylor, (2008); Gou, Lau, & Chen, (2012); Gou, Lau, & Shen, (2012); Newsham, et al., (2013); este tipo de avaliação ainda não foi feita na UFABC.

11 CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA

As questões ambientais podem ser incorporadas de forma efetiva na contratação de projeto e obra nas instituições Federais. Para isso uma das questões mais importantes é a incorporação das questões ambientais desde o início do projeto, no descritivo do edital de contratação e todas as fases subsequentes devem considerar as questões ambientais para qe elas sejam incorporadas ao projeto.

É necessário um estudo prévio para identificar a viabilidade de utilização das melhores práticas ambientais, o que poderá sofrer a influência da região e de fatores locais, assim como a possibilidade de se utilizar novas tecnologias a fim de aprimorar os métodos construtivos e o melhor ciclo de vida dos materiais e da construção garantindo assim menores custos de manutenção.

Para as instituições Federais há diversas ações desenvolvidas pelo poder público com o objetivo de viabilizar contratações mais sustentáveis, como o Plano de Logistica Sustentável obrigatório para instituições públicas e o Guia prático de contratações sustentáveis elaborados pelo governo Federal com o intuito de auxiliar as entidades que fazem compras através de licitação.

A inclusão de critérios de sustentabilidade nos projetos e obras traz benefícios imediatos principalmente nos casos de obras públicas, uma vez que o ganho na preservação dos recursos naturais atingirá a todos, bem como os ganhos em menores custos de operação e manutenção de edificios que são mantidos por meio de recursos públicos.

11.1. LIMITAÇÕES DE ESTUDO E OPORTUNIDADES DE PESQUISA

As limitações deste estudo, apresentadas a seguir, constituem-se em oportunidades para que pesquisas posteriores possam ser desenvolvidas. Uma primeira limitação – e também uma primeira oportunidade - é a falta da realização de uma pesquisa de pós-ocupação. Essa avaliação seria feita entre os docentes da Universidade em estudo, na forma de um questionário semiestruturado o que permitiria comparar diferentes soluções de projeto adotadas em cada edifício. A escolha dos sujeitos de pesquisa se baseou no fato de existirem salas destinadas ao uso dos docentes em diferentes edifícios o que permitiria uma comparação entre os mesmo de acordo com a percepção do usuário. A avaliação de pós-ocupação é

importante porque possibilita que novas diretrizes que atendam de forma mais adequada os usuários e a instituição sejam definidas para a construção de novos edifícios e portanto é importante que ela seja estendida a diversos usuários cada qual com uma experiência distinta da infraestrutura oferecida nas instalações da Universidade.

Seriam comparadas duas construções distintas, mas com finalidades similares, desenvolvidas recentemente em dois *campi* da UFABC. No campus de Santo André no edifício denominado Bloco A, existem 197 salas para ocupação de 02 docentes por sala. Estas salas possuem de 8,78 a 11,37m², no edifício denominado Bloco B existem 125 salas de 7,20 a 10,40 m² destinadas a um único docente. Dessa forma atualmente no campus Santo André estão disponíveis 322 salas com capacidade total para 519 docentes. No campus de São Bernardo do Campo existem 162 salas para cada 02 docentes localizados no bloco Delta. O número atual de professores na instituição é de 551. Devido a diferenças na ocupação de concepção de projeto entre os 3 edifícios, esta pesquisa para avaliar a satisfação do usuário com o seu local de trabalho em 3 edifícios distintos nos dois campi da UFABC, poderia ser uma fonte de informação capaz de determinar novas diretrizes de projeto de forma que atendam melhor o usuário. A avaliação do usuário é muito importante uma vez que seu comportamento influenciará o desempenho do edifício (Zalejska-Jonsson, 2012) e existem evidencias suficientes que mostram que o desempenho do edifício em uso é geralmente diferente do previsto em projeto (Cole, 1999), fato demonstrado por Hoes, Hensen, Loomans, de Vries, & Bourgeois, (2009), indicando que a o comportamento do usuário pode afetar muito o consumo de energia do edifício. Neste estudo, essa avaliação não foi realizada, pois não houve tempo para os necessários trâmites burocráticos voltados para a obtenção da autorização necessária.

Outra oportunidade de pesquisa é comparar o desempenho das edificações atuais que já estão em uso na universidade com as edificações que serão construídas que levarão em consideração a nova norma de desempenho NBR 15.575 publicada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que entrou em vigor em 2013.

Outra oportunidade é a avaliação do desempenho dos edifícios e as diretrizes estabelecidas para novos projetos são suficientes para atender ao Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edifícios (PBEEDIFICA). Esse programa comprova o atendimento de desempenho de edifícios, estabelecido em normas e será obrigatório para edifícios públicos até 2020 (Programa Brasileiro de Etiquetagem, 2014).

Uma avaliação de desempenho de cada edificação construída é outra oportunidade. Ela não foi incluída neste estudo devido à falta de condições de coleta de dados. Atualmente os

dados de consumo de água, consumo de energia elétrica de informações sobre temperatura e utilização de ar-condicionado não estão disponíveis em tempo real e não existe instalado um sistema de monitoramento ou automação na UFABC capaz de coletar essas informações. Este tipo de informação é uma excelente oportunidade para avaliação de desempenho para estabelecermos o nível de melhorias necessárias para construções existentes e recursos e tecnologias necessários para novas construções.

BIBLIOGRAFIA

Aho, I. (2013). Value-added business models: Linking professionalism and delivery of sustainability. *Building Research and Information, 41,* 110-114.

Ali, H. H., & Al Nsairat, S. F. (2009). Developing a green building assessment tool for developing countries - Case of Jordan. *Building and Environment, 44*, 1053--1064.

Altomonte, S., & Schiavon, S. (2013). Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings. *Building and Environment*, 66-76.

Badescu, V., & Sicre, B. (2003). Renewable energy for passive house heating: Part I. Building description. *Energy and Buildings, 35,* 1077--1084.

Bartlett, E., & Howard, N. (2000). Informing the decision makers on the cost and value of green building. *Building Research and Information, 28,* 315--324.

Basbagill, J., Flager, F., Lepech, M., & Fischer, M. (2013). Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts. *Building and Environment*, 81-92.

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2009). *Memorial descritivo 2 etapa: elaboração dos projetos completos para implantação do campus UFABC SBC.*

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2009). *Memorial descritivo 3 etapa: elaboração dos projetos completos para implantação do campus UFABC SBC.*

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2009). *Memorial Descritivo campus UFABC.*

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2009). *Memorial descritivo de Terraplenagem (Campus SBC UFABC).* São Paulo.

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2010). *Dimensionamento da rede de drenagem pluvial (Campus SBC UFABC).*

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2010). *Drenagem Superficial – Macro Drenagem Memoria de Cálculo (Campus SBC UFABC).*

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2010). Projeto Executivo de Arquitetura. *Bloco Alfa Folha10/31*.

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2010). Projeto Executivo de Arquitetura (Campus SBC UFABC). *Bloco Reservatório Enterrado Folha 04/04*.

Benno Perelmutter Arquitetura e Planejamento SC Ltda. (2010). Projeto Executivo de Urbanismo (Campus SBC UFABC). *Projeto de Implantação Geral Folha 04/04*.

Brown, H. S., & Vergragt, P. J. (2008). Bounded socio-technical experiments as agents of systemic change: The case of a zero-energy residential building. *Technological Forecasting and Social Change, 75*, 107--130.

Carter, T., & Keeler, A. (2008). Life-cycle cost-benefit analysis of extensive vegetated roof systems. *Journal of Environmental Management, 87*, 350--363.

Castro-Lacouture, D., Sefair, J. A., Flórez, L., & Medaglia, A. L. (2009). Optimization model for the selection of materials using a LEED-based green building rating system in Colombia. *Building and Environment, 44*, 1162--1170.

Chong, W. K., & Hermreck, C. (2011). Modeling the use of transportation energy for recycling construction steel. *Clean Technologies and Environmental Policy, 13*, 317-330.

Chwieduk, D. (2003). Towards sustainable-energy buildings. *Applied Energy, 76*, 211--217.

Cole, R. J. (1999). Building environmental assessment methods: Clarifying intentions. *Building Research and Information, 27*, 230--246.

Cole, R. J. (2012). Transitioning from green to regenerative design. *Building Research and Information, 40*, 39-53.

Cole, R. J., & Sterner, E. (2000). Reconciling theory and practice of life-cycle costing. *Building Research and Information, 28*, 368--375.

Cooper, I. (1999). Which focus for building assessment methods - Environmental performance or sustainability? *Building Research and Information, 27*, 321--331.

Corinaldesi, V., & Moriconi, G. (2009). Influence of mineral additions on the performance of 100% recycled aggregate concrete. *Construction and Building Materials, 23*, 2869--2876.

Crawley, D., & Aho, I. (1999). Building environmental assessment methods: Applications and development trends. *Building Research and Information, 27*, 300--308.

Dall'O', G., Speccher, A., & Bruni, E. (2012). The Green Energy Audit, a new procedure for the sustainable auditing of existing buildings integrated with the LEED Protocols. *Sustainable Cities and Society*, 54-65.

Ding, G. K. (2008). Sustainable construction-The role of environmental assessment tools. *Journal of Environmental Management, 86*, 451--464.

EPT Engenharia. (2010). *Memorial descritivo Ar-Condicionado / Resumo de cálculo de Carga Térmca (Campus SBC UFABC).*

Esphera Ambiental. (2012). *Relatório de Plantio.*

Federal, G. (2015, 01 05). *Portal de Compras do Governo Federal*. Retrieved from Compras Governamentais: http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/legislacaoDetalhe.asp?ctdCod=597

Feige, A., Mcallister, P., & Wallbaum, H. (2013). Rental price and sustainability ratings: which sustainability criteria are really paying back? *Construction Management and Economics, 31*, 322-334.

Feige, A., Wallbaum, H., & Krank, S. (2011). Harnessing stakeholdermotivation: Towards a Swiss sustainable building sector. *Building Research and Information, 39*, 504-517.

Fioretti, R., Palla, A., Lanza, L. G., & Principi, P. (2010). Green roof energy and water related performance in the Mediterranean climate. *Building and Environment, 45*, 1890--1904.

Foster, N. (2015, 01 25). *Fosters + Partners*. Retrieved from Fostersandpartners: http://www.fosterandpartners.com/projects/30-st-mary-axe/

Fundação Vanzolini. (2014, 07 15). Retrieved 07 15, 2014, from site da Fundação Vanzolini: http://www.vanzolini.org.br/hotsite-aqua.asp

Galan, B., Dosal, E., Andrés, A., & Viguri, J. (2013). Optimisation of the construction and demolition waste management facilities location in Cantabria (Spain) under economical and environmental criteria. *Waste and Biomass Valorization, 4*, 797-808.

Gerring, J. (2012). *Social Science Methodology: A Unified Framework (Strategies for Social Inquiry)* . Cambridge University Press.

Gonçalves, J., & Bode, K. (2011). The Importance of Real Life Data to Support Environmental Clams for tall Buildings. *CTBUH Journal*.

Goto, Y., Wakili, K. G., Frank, T., Stahl, T., Ostermeyer, Y., Ando, N., & Wallbaum, H. (2012). Heat and moisture balance simulation of a building with vapor-open envelope system for subtropical regions. *Building Simulation, 5*, 301-314.

Gou, Z., Lau, S. S., & Chen, F. (2012). Subjective and objective evaluation of the thermal environment in a three-star green office building in China. *Indoor and Built Environment, 21*, 412-422.

Gou, Z., Lau, S. S., & Shen, J. (2012). Indoor environmental satisfaction in two LEED offices and its implications in green interior design. *Indoor and Built Environment, 21*, 503-514.

Haapio, A., & Viitaniemi, P. (2008). A critical review of building environmental assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review, 28*, 469--482.

Häkkinen, T., & Belloni, K. (2011). Barriers and drivers for sustainable building. *Building Research and Information, 39*, 239-255.

Hao, J. L., Hills, M. J., & Tam, V. W. (2008). The effectiveness of Hong Kongs Construction Waste Disposal Charging Scheme. *Waste Management and Research, 26*, 553-558.

Heerwagen, J. (2000). Green buildings, organizational success and occupant productivity. *Building Research and Information, 28*, 353--367.

Hiete, M., Stengel, J., Ludwig, J., & Schultmann, F. (2011). Matching construction and demolition waste supply to recycling demand: A regional management chain model. *Building Research and Information, 39*, 333-351.

Hoes, P., Hensen, J. L., Loomans, M. G., de Vries, B., & Bourgeois, D. (2009). User behavior in whole building simulation. *Energy and Buildings, 41*, 295--302.

Hoffman, A. J., & Henn, R. (2008, Dezembro). Overcoming the Social and Psychological Barriers to Green Building. *Organization and Environment, 21 (4)*, pp. 390-419.

Holmes, M. J., & Hacker, J. N. (2007). Climate change, thermal comfort and energy: Meeting the design challenges of the 21st century. *Energy and Buildings, 39*, 802--814.

Hong, T., Chou, S. K., & Bong, T. Y. (2000). Building simulation: An overview of developments and information sources. *Building and Environment, 35*, 347--361.

HPROJ. (2010). *Memorial descritivo e especificações técnicas de distribuição de ar-comprimido e gases especiais (Campus SBC UFABC).*

Juan, Y., Gao, P., & Wang, J. (2010). A hybrid decision support system for sustainable office building renovation and energy performance improvement. *Energy and Buildings, 42*, 290--297.

Kim, G., Lim, H. S., Schaefer, L., & Kim, J. T. (2013). Overall environmental modelling of newly designed curtain wall faÃ§ade configurations. *Indoor and Built Environment, 22*, 168-179.

Knoeri, C., Sanyé-Mengual, E., & Althaus, H. (2013). Comparative LCA of recycled and conventional concrete for structural applications. *International Journal of Life Cycle Assessment, 18*, 909-918.

Kohler, N., & Hassler, U. (2012). Alternative scenarios for energy conservation in the building stock. *Building Research and Information, 40*, 401-416.

Korkmaz, S. (2012). Case-based and collaborative-learning techniques to teach delivery of sustainable buildings. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 138*, 139-144.

Korkmaz, S., & Singh, A. (2012). Impact of team characteristics in learning sustainable built environment practices. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 138*, 289-295.

Korkmaz, S., Messner, J. I., Riley, D. R., & Magent, C. (2010). High-performance green building design process modeling and integrated use of visualization tools. *Journal of Architectural Engineering, 16*, 37-45.

Korkmaz, S., Riley, D., & Horman, M. (2010). Piloting evaluation metrics for sustainable high-performance building project delivery. *Journal of Construction Engineering and Management, 136*, 877-885.

Korkmaz, S., Riley, D., & Horman, M. (2011). Assessing project delivery for sustainable, high-performance buildings through mixed methods. *Architectural Engineering and Design Management, 7*, 266-274.

Kou, F. E., & Sullivan, W. C. (2001). Aggression and violence in the inner city, effects of environment via mental fatigue. *Environment and Behavior, 33*, 543--571.

Lapinski, A. R., Horman, M. J., & Riley, D. R. (2006). Lean processes for sustainable project delivery. *Journal of Construction Engineering and Management, 132*, 1083--1091.

Leaman, A., & Bordass, B. (2007). Are users more tolerant of 'green' buildings? *Building Research and Information, 35*, 662--673.

Lee, W. (2013). A comprehensive review of metrics of building environmental assessment schemes. *Energy and Buildings*, 403-413.

Li, B., & Yao, R. (2009). Urbanisation and its impact on building energy consumption and efficiency in China. *Renewable Energy, 34*, 1994--1998.

Li, D. H., & Lam, J. C. (2001). Evaluation of lighting performance in office buildings with daylighting controls. *Energy and Buildings, 33*, 793--803.

Li, D. H., Lam, T. N., & Wong, S. L. (2006). Lighting and energy performance for an office using high frequency dimming controls. *Energy Conversion and Management, 47*, 1133--1145.

Lingard, H., Graham, P., & Smithers, G. (2000). Employee perceptions of the solid waste management system operating in a large Australian contracting organization: Implications for company policy implementation. *Construction Management and Economics, 18*, 383-393.

Lützkendorf, T., & Lorenz, D. (2005). Sustainable property investment: Valuing sustainable buildings through property performance assessment. *Building Research and Information, 33*, 212--234.

Mália, M., De Brito, J., Pinheiro, M. D., & Bravo, M. (2013). Construction and demolition waste indicators. *Waste Management and Research, 31*, 241-255.

Martínez, E., Nuñez, Y., & Sobaberas, E. (2013). End of life of buildings: Three alternatives, two scenarios. A case study. *International Journal of Life Cycle Assessment, 18*, 1082-1088.

Mendis, D., Hewage, K. N., & Wrzesniewski, J. (2013). Reduction of construction wastes by improving construction contract management: A multinational evaluation. *Waste Management and Research, 31*, 1062-1069.

Meyer, C. (2009). The greening of the concrete industry. *Cement and Concrete Composites, 31*, 601--605.

Mickaityte, A., Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Tupénaité, L. (2008). The concept model of sustainable buildings refurbishment. *International Journal of Strategic Property Management, 12*, 53--68.

Ministério da Educação . (2015, 01 25). Retrieved from Ministério da Educação : http://premioideia.mec.gov.br/

Miranda, L. F., Constantino, C. S., Monich, C. R., & Neto, A. A. (2013). Use of recycled sand produced at construction sites in bedding mortars. *Journal of Materials in Civil Engineering, 25*, 236-242.

Mollaoglu-Korkmaz, S., Swarup, L., & Riley, D. (2013). Delivering sustainable, high-performance buildings: Influence of project delivery methods on integration and project outcomes. *Journal of Management in Engineering, 29*, 71-78.

Newsham, G. R., Birt, B. J., Arsenault, C., Thompson, A. J., Veitch, J. a., Mancini, S., . . . Burns, G. J. (2013). Do 'green' buildings have better indoor environments? New evidence. *Building Research & Information*, 415-434.

Newsham, G. R., Mancini, S., & Birt, B. J. (2009). Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but... *Energy and Buildings, 41*, 897--905.

Paul, W. L., & Taylor, P. A. (2008). A comparison of occupant comfort and satisfaction between a green building and a conventional building. *Building and Environment, 43*, 1858--1870.

Peuportier, B. L. (2001). Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context. *Energy and Buildings, 33*, 443--450.

Poon, C. S., Yu, A. T., Wong, A., & Yip, R. (2013). Quantifying the impact of construction waste charging scheme on construction waste management in Hong Kong. *Journal of Construction Engineering and Management, 139*, 466-479.

Portland State University. (2015, 01 10). Retrieved from Portland State University: http://www.pdx.edu/

Programa Brasileiro de Etiquetagem. (2014, 07 15). *PBEEDIFICA*. Retrieved 07 15, 2014, from PBEEDIFICA: http://pbeedifica.com.br/

Pulselli, R. M., Simoncini, E., Pulselli, F. M., & Bastianoni, S. (2007). Emergy analysis of building manufacturing, maintenance and use: Em-building indices to evaluate housing sustainability. *Energy and Buildings, 39*, 620--628.

Ramoska & Castellani. (2009). *Memorial Descritivo de Instalações Hidráulicas (Campus SBC UFABC).*

Ramoska e Castellani. (2009). *Memorial descritivo das Instalações elétricas (Campus SBC UFABC).*

Ramoska e Castellani. (2011). *Memorial descritivo das Instalações elétricas.*

Rehm, M., & Ade, R. (2013). Construction costs comparison between green and conventional office buildings. *Building Research and Information, 41*, 198-208.

Robinson, J., & Cole, R. J. (2015). Theoretical underpinnings of regenerative. *Building Research & Information*, 133-143.

Roodman, D. M., & Lenssen, N. (1995). A building revolution: How ecology and health concerns are transforming construction. *Worldwatch Paper 124. Worldwatch Institute, Washington, DC*.

Russell-Smith, S. V., Lepech, M. D., Fruchter, R., & Littman, A. (2015). Impact of progressive sustainable target value assessment on building. *Building and Environment*, 52-60.

Schnieders, J., & Hermelink, A. (2006). CEPHEUS results: Measurements and occupants' satisfaction provide evidence for Passive Houses being an option for sustainable building. *Energy Policy, 34*, 151--171.

Schweber, L., & Leiringer, R. (2012). Beyond the technical: A snapshot of energy and buildings research. *Building Research and Information, 40*, 481-492.

Share Water. (2009). *Estudo de Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva (Campus SBC UFABC).* São Paulo.

Share Water. (2011). *Memorial Descritivo do Sistema de Aproveitamento de Água de Chuva (Campus SBC UFABC).*

Share Water. (2011). *Projeto Executivo do sistema de Aproveitamento de Água de Chuva da UFABC* .

Singh, A., Syal, M., Korkmaz, S., & Grady, S. (2011). Costs and benefits of IEQ improvements in leed office buildings. *Journal of Infrastructure Systems, 17*, 86-94.

Tam, V. W., Kotrayothar, D., & Loo, Y. (2009). On the prevailing construction waste recycling practices: A South East Queensland study. *Waste Management and Research, 27*, 167-174.

Thormark, C. (2006). The effect of material choice on the total energy need and recycling potential of a building. *Building and Environment, 41*, 1019--1026.

Todd, J. A., Crawley, D., Geissler, S., & Lindsey, G. (2001). Comparative assessment of environmental performance tools and the role of the Green Building Challenge. *Building Research and Information, 29*, 324--335.

Todd, J. A., Pyke, C., & Tufts, R. (2013). Implications of trends in LEED usage: Rating system design and market transformation. *Building Research and Information, 41*, 384-400.

Tucker, J. R., Pearce, A. R., Bruce, R. D., McCoy, A. P., & Mills, T. H. (2012). The perceived value of green professional credentials to credential holders in the US building design and construction community. *Construction Management and Economics, 30*, 963-979.

Universidade Federal do Abc. (2011). *Memorial descritivo fase 2 Campus SBC Alfa 2 e Zeta.*

Universidade Federal do ABC. (2014, 07 10). Retrieved 07 10, 2014, from site da Universidade Federal do ABC: http://www.ufabc.edu.br/

US Green Building Concil Research Committee. (2008). *A National Green Building Research Agenda.* Washington, DC: US Green Building Concil.

van der Lugt, P., van den Dobbelsteen, A. A., & Janssen, J. J. (2006). An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures. *Construction and Building Materials, 20*, 648--656.

Villoria Sáez, P., Del RÃo Merino, M., & Porras-Amores, C. (2012). Estimation of construction and demolition waste volume generation in new residential buildings in Spain. *Waste Management and Research, 30*, 137-146.

Wallbaum, H., Krank, S., & Teloh, R. (2011). Prioritizing sustainability criteria in urban planning processes: Methodology application. *Journal of Urban Planning and Development, 137*, 20-28.

Wallhagen, M., & Glaumann, M. (2011). Design consequences of differences in building assessment tools: A case study. *Building Research and Information, 39*, 16-33.

Wang, W., Rivard, H., & Zmeureanu, R. (2006). Floor shape optimization for green building design. *Advanced Engineering Informatics, 20*, 363--378.

Wang, W., Zmeureanu, R., & Rivard, H. (2005). Applying multi-objective genetic algorithms in green building design optimization. *Building and Environment, 40*, 1512--1525.

Wedding, G. C., & Crawford-Brown, D. (2007). Measuring site-level success in brownfield redevelopments: A focus on sustainability and green building. *Journal of Environmental Management, 85*, 483--495.

Weir, G., & Muneer, T. (1998). Energy and environmental impact analysis of double-glazed windows. *Energy Conversion and Management, 39*, 243--256.

Woodside, A. (2010). *Case Study Research Theory, Methods and Practice.* Emerald Group Publishing Limited.

Yin, R. K. (2010). *Estudo de caso : planejamento e métodos.* Bookman.

Yu, C. W., & Kim, J. T. (2012). Long-term impact of formaldehyde and VOC emissions from wood-based products on indoor environments; And issues with recycled products. *Indoor and Built Environment, 21*, 137-149.

Zalejska-Jonsson, A. (2012). Evaluation of low-energy and conventional residential buildings from occupants` perspective. *Building and Environment*, 135-144.

Zhai, X. Q., Wang, R. Z., Dai, Y. J., Wu, J. Y., Xu, Y. X., & Ma, Q. (2007). Solar integrated energy system for a green building. *Energy and Buildings, 39*, 985--993.