

## PROPOSTA DE ESTRUTURA E DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS PARA PROJETOS DE CONSTRUÇÃO APLICÁVEIS EM CONSTRUTORAS DE PEQUENO PORTE

Matheus de Oliveira Carneiro (Bacharelado em Engenharia Civil) E-mail: matheuscarneiro21@gmail.com  
Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani (Doutora em Engenharia Civil e Professora na Universidade de Pernambuco) E-mail: emilia.rabbani@upe.br

**Resumo:** Grande parte das construtoras atuantes no país são de pequeno porte e tem tido maior dificuldade de incorporar ações e práticas sustentáveis. O objetivo deste trabalho é criar uma estrutura com diretrizes simplificadas a serem aplicadas na etapa de projeto de uma edificação por empresas de pequeno porte na Região Metropolitana do Recife. Para tanto, além de uma revisão literária sobre normas de sustentabilidade e estado da arte do uso de indicadores sustentáveis nos meios produtivos da construção, com ênfase na etapa de concepção de projetos, foi realizado um estudo de caso referente ao projeto de construção de um supermercado por uma construtora de pequeno porte, a fim de identificar as modificações que poderiam aprimorar a sustentabilidade da edificação durante seu ciclo de vida e que fossem facilmente realizadas na etapa de concepção dos projetos. Com a implementação da estrutura criada, chegou-se à conclusão que o empreendimento em análise tem aproximadamente 51% das suas atividades voltadas para à sustentabilidade, através do uso de boas práticas adotadas pelos gerentes de projeto. Dessa forma, é de responsabilidade deles, a obrigatoriedade do uso das diretrizes e linhas de ação sugeridas no *framework* criado por este trabalho.

**Palavras-chave:** Práticas sustentáveis, Diretrizes, Concepção dos projetos, Construtora de pequeno porte.

## STRUCTURE PROPOSAL AND SUSTAINABLE GUIDELINES FOR CONSTRUCTION PROJECTS APPLICABLE TO SMALL CONSTRUCTION COMPANIES

**Abstract:** Most of the construction companies operating in the country are small and have had greater difficulty in incorporating actions and sustainable practices. The objective of this paper is to create a structure with simplified guidelines to be applied in the design stage of a building by small companies in Metropolitan Region of Recife. Therefore, in addition to a literary review on sustainability standards and state of the art of using sustainable indicators in the productive means of construction, with emphasis on the project design stage, a case study was carried out regarding the construction project of a supermarket by a small construction company to identify modifications that could improve the building sustainability during its life cycle and that were easily carried out in the stage of project design. With the implementation of the structure created, it was concluded that the project under analyses has approximately 51% of its activities focused on sustainability through the use of good practices adopted by project managers. In this way, it is their responsibility the obligation to use the guidelines and lines of action suggested in the framework created by this work.

**Keywords:** Sustainable practices, Guidelines, Project design, Small construction companies.

### 1. INTRODUÇÃO

Através dos avanços tecnológicos que vêm ganhando espaço desde a revolução industrial, as sociedades capitalistas suprem o crescimento dos setores industriais extraindo recursos não renováveis do meio ambiente de forma intensificada. Com isso, enquanto o capitalismo desempenha crescimento nos padrões econômicos de uma nação, vê-se uma decadência nos aspectos sociais e ambientais, através de elevados índices de desigualdade social e poluição ao meio ambiente (ver **Figura 1**). A preocupação com a disponibilidade de recursos naturais para as gerações futuras começou a chamar atenção de cientistas, que a partir da década de 70 viram a necessidade de discutir sobre os impactos causados pelo crescimento econômico e qual seria

a disponibilidade dos recursos naturais do planeta, enfatizando que a degradação e a exploração dos recursos naturais limitariam o crescimento da produção mundial (CORAL, 2002).

Entre os setores industriais, o da construção civil apresenta um grande papel na utilização dos insumos de origem natural e na geração de resíduos. Segundo Zuo e Zhao (2014), ao mesmo tempo que o setor da construção civil promove crescimento econômico, criação de moradias e instalações que satisfazem o bem-estar social, e proporciona oportunidades de emprego de forma direta e indireta, ele também produz ruídos, poeira, poluição do meio ambiente e geração de resíduos no estágio de construção dos empreendimentos. No intuito de promover o desenvolvimento sustentável através das empresas que praticam atividades no setor da construção, foi implementado o conceito de sustentabilidade empresarial, que surge visando reduzir os impactos negativos causados pelo desordenado crescimento de suas atividades.

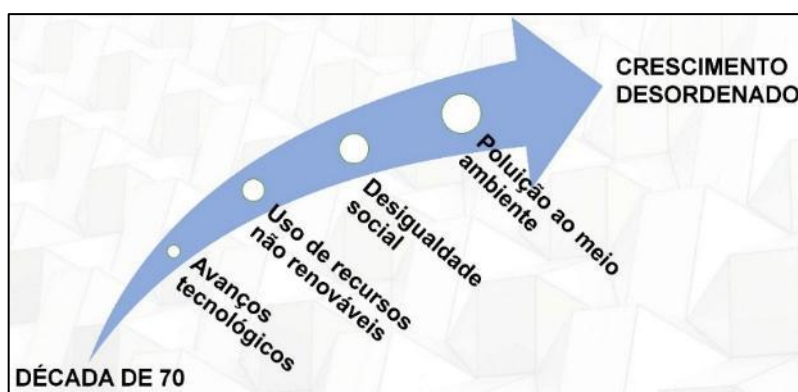


Figura 1 - Evolução dos setores industriais

Com o aumento do cenário de crises políticas, econômicas, sociais e ambientais vivenciadas pela sociedade no início do século 21, construtoras começaram a se preocupar cada vez mais em oferecer produtos sustentáveis e competitivos com o mercado, formando o modelo de construção sustentável. Segundo Tsai (2013), o modelo de construção sustentável é aquele que relaciona as fases de execução de um empreendimento visando a interdisciplinaridade entre os aspectos sociais, econômicos e ambientais, seguindo os conceitos da “triple bottom line”. Portanto, em torno de uma visão mais holística se faz necessário que todos os *stakeholders* (público envolvido) participem do processo construtivo, utilizando as diretrizes necessárias na construção de um empreendimento com parâmetros sustentáveis.

Uma das formas de medir a incorporação desses aspectos sustentáveis na construção é utilizando modelos de certificação. Através desses modelos, medidas qualitativas, quantitativas ou descritivas, conhecidas como indicadores, que representam o impacto de uma determinada atividade dentro do processo construtivo, são analisadas através dos parâmetros de cada modelo de certificação. Um exemplo de certificação muito utilizado nos EUA é o LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design* (EUA). Países em desenvolvimento, como o Brasil, iniciaram seu processo de certificação nos últimos anos, por isso ainda apresentam pequenos índices de empreendimentos certificados. Segundo dados coletados no site da GBC Brasil (2017), com data base em abril de 2017, o Brasil já apresenta 21 empreendimentos certificados desde o início do ano (ver **Figura 2**), somando o total de 414 empreendimentos certificados pelo Sistema LEED no país (ver **Figura 3**).

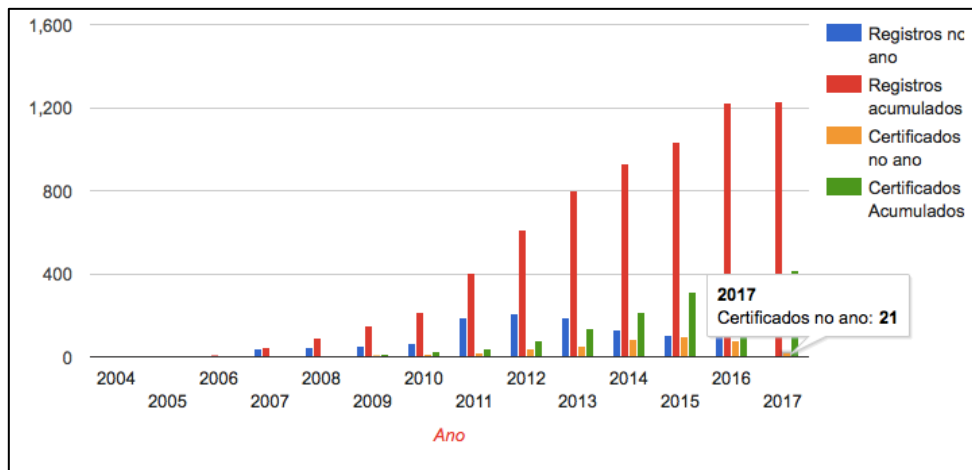


Figura 2- Certificados LEED no Brasil de janeiro a março de 2017

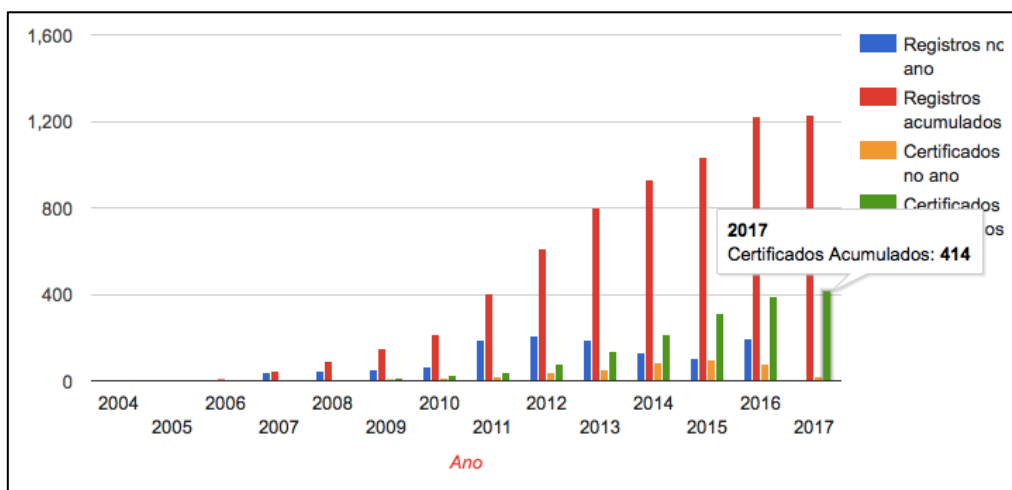


Figura 3 - Certificados LEED acumulados no Brasil até março de 2017

Comparada com a realidade americana, que apresentou o total de 27.699 projetos licenciados no final de 2016, o Brasil encontra-se na quarta colocação mundial de países com certificação LEED em empreendimentos quando retirados os Estados Unidos da contagem, estando a China em primeiro lugar, o Canadá em segundo e Índia em terceiro (USGBC, 2016). Além disso, também existe o modelo de certificação AQUA-HQE – Alta Qualidade Ambiental, sistema adaptado do *Démarche HQE – Haute Qualité Environnementale* (França). Através de dados coletados da Fundação Vanzolini (2017), representante no Brasil da certificação HQE, o país apresentou em 2016 o acumulado de 427 edifícios certificados, onde 251 são residenciais e 176 não residenciais.

Com base nos valores divulgados pela USGBC (2017) para a aquisição de uma certificação LEED, os valores apresentam uma quantia de registro inicial de aproximadamente R\$ 4.000 (Quatro Mil Reais), e os demais a depender da tipologia LEED, dos níveis de certificação e a área construída de cada projeto. Observando o aspecto das construtoras de pequeno porte, a maioria delas não dispõem de capital direcionado para investimento em boas práticas sustentáveis, dessa forma se torna economicamente inviável a utilização de tecnologias ambientais de ponta nessas empresas (CORAL, 2002).

Diante do exposto, é objetivo deste trabalho elaborar um *framework* (estrutura) que apresente linhas de ação a serem implantadas na etapa de avaliação de projetos de construção, aplicáveis em empresas de pequeno porte que desejem empregar os conceitos de

sustentabilidade. Este trabalho não tem por objetivo criar indicadores sustentáveis que podem ser utilizados por essas construtoras, mas sim encontrar qual é a fase do processo de desenvolvimento sustentável de maior importância, e assim propor diretrizes que podem ser seguidas por essas empresas baseadas em normativas nacionais, internacionais e trabalhos científicos já realizados.

Portanto, foram analisados os conceitos, objetivos e diretrizes para aplicação da sustentabilidade nas construções presentes na ISO 21929-1 (ISO, 2011) e na NBR 15575 (ABNT, 2013), e identificados os que seriam mais relevantes para a aplicação em empresas de pequeno porte da Região Metropolitana de Recife (RMR). Foi feita também uma análise dos artigos científicos que abordam a aplicação dos conceitos de sustentabilidade em projetos de construção, visando descobrir como esses aspectos sustentáveis poderiam influenciar na conquista de uma construção mais enxuta, racional e sustentável no estágio de desenvolvimento das construtoras na região.

## 2. NORMAS PERTINENTES A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Objetivando melhorar a qualidade das construções e garantir economia, reduzindo ao mesmo tempo os impactos ambientais e sociais, a ISO (*International Organization of Standardization*) desde 2005 desenvolveu e lançou um conjunto de normas que provêm um guia geral que possibilita decisões estratégicas relacionadas a sustentabilidade nas construções. Elas tentam direcionar os processos de certificação e estabelecer critérios para o desenvolvimento de indicadores específicos para o setor (KOHLMAN RABBANI; PEREIRA; CRUZ, 2017). Dentre as quais destacam-se:

- ISO 15392 (2008) – Sustentabilidade na construção civil – Princípios gerais;
- ISO 21930 (2007) - Sustentabilidade na construção civil – Declaração ambiental de produtos para construção;
- ISO 21931-1 (2010) - Sustentabilidade na construção civil – Estrutura para métodos de avaliação de desempenho ambiental nas obras de construção;
- ISO/TR 21932 (2013) - Sustentabilidade em edifícios e obras de engenharia civil - uma revisão da terminologia;
- ISO 21929-1 (2011) - Sustentabilidade na construção civil - Indicadores de sustentabilidade - parte 1: Estrutura para o desenvolvimento de indicadores para edifícios;
- ISO/TS 21929-2 (2015) - Sustentabilidade na construção civil - Indicadores de sustentabilidade - parte 2: Estrutura para o desenvolvimento de indicadores para obras de construção civil (KOHLMAN RABBANI; PEREIRA; CRUZ, 2017).

Destaca-se, entre estas, a norma ISO 21929-1 (ISO, 2011), que serviu de base para a elaboração da estrutura e diretrizes sugeridas como resultado deste artigo. A norma já contempla um *framework*, como mostrado na **Tabela 1**, que pode ser utilizado em qualquer tipo de construção, mas para os fins deste trabalho serão analisados alguns aspectos e seus respectivos indicadores aplicáveis a realidade das empresas de construção civil de pequeno porte da RMR.

Tabela 1 - Framework - Áreas de proteção, aspectos das construções que impactam nessas áreas de proteção, indicadores que representam esses aspectos e respectivos objetos de avaliação

Aspectos	Indicadores	Áreas de proteção							Objetos de avaliação
		Ecosistema	Natural resources	Saúde e bem-estar	Igualdade social	Herança cultural	Prosperidade	Capital Econômico	
Emissões para o ar	Potencial de aquecimento global	XX	-	X	X	-	X	-	Construção
	Potencial de esgotamento da camada de ozônio	XX	-	X	-	-	X	-	
Uso de recursos não renováveis	Quantidade de recursos não renováveis consumidos por tipo	X	XX	-	-	-	X	-	Construção
Consumo de água doce	Quantidade de água doce consumida	X	XX	-	X	-	X	-	Construção
Geração de resíduos	Quantidade de resíduos gerados por tipo	X	XX	X	-	-	-	-	Construção
Mudança no uso da terra	Indicador mede as mudanças no uso da terra causadas pelo desenvolvimento do ambiente construído com a ajuda de uma lista de critérios	X	XX	-	-	X	-	-	Local
Acesso a serviços	Indicador mede o acesso a serviços por tipo com a ajuda de uma lista de critérios	X	-	X	XX	-	-	X	Localização
Acessibilidade	Indicador mede a acessibilidade da construção e seus arredores com a ajuda de uma lista de critérios	-	-	-	XX	-	-	-	Local / Construção
Condições internas e qualidade do ar	Conjunto de indicadores que medem a qualidade do ar e sub-aspectos da qualidade interna com a ajuda de parâmetros mensuráveis	-	-	XX	-	-	X	-	Construção
Adaptabilidade	Indicador mede a flexibilidade, convertibilidade e adaptabilidade às mudanças climáticas com a ajuda de uma lista de critérios	-	X	X	-	-	-	XX	Construção
Custos	Custos do ciclo de vida	-	-	-	-	-	X	XX	Construção
Capacidade de manutenção	Indicador mede a capacidade de manutenção em relação aos resultados da avaliação da vida útil e com ajuda de uma lista de critérios ou com a ajuda do julgamento de especialistas	-	X	-	-	X	-	XX	Construção
Segurança	Indicador mede os sub-aspectos de segurança em relação os resultados de simulações ou cumprimento dos regulamentos de construção relacionados com a segurança	-	-	XX	-	-	-	X	Construção
Capacidade de funcionalidade	Indicador mede a capacidade de funcionalidade com a ajuda de uma lista de critérios ou com a ajuda de uma avaliação de pós ocupação	-	-	-	-	-	XX	-	Construção
Qualidade estética	Indicador mede a qualidade estética em relação ao cumprimento dos requisitos locais ou com a ajuda do julgamento das partes interessadas	-	-	-	-	XX	-	-	Construção

**O número de Xs indica a importância do potencial do impacto: XX indica influência primária (ou direta) e X influência secundária (ou indireta).**

Fonte: Traduzida e adaptada pelo autor a partir da Tabela 1 da ISO 21929-1 (ISO, 2011)

A **Tabela 1** contempla um *framework* que foi traduzido e compilado da ISO 21929-1 (ISO, 2011). No entanto, as empresas de pequeno porte da RMR poderão seguir os aspectos mostrados acima, sendo de total importância compreender que os trabalhos prestados por determinada empresa poderão englobar indicadores diferentes para cada projeto. O trabalho apresentado na **Tabela 1** serviu como exemplo para elaboração do *framework* a que este trabalho se dispôs a criar.

Para a realidade brasileira, entre as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para obras de construção civil, destaca-se a Norma de Desempenho revisada conforme modelos internacionais de normalização de desempenho, a NBR 15575 (ABNT,

2013), entrou em vigor no dia 19 de julho de 2013 e aborda os principais critérios de desempenho para execução e avaliação na construção necessários para edificações habitacionais com qualquer número de pavimentos, mas que também pode ser aplicada para outros empreendimentos, como os comerciais. Com a finalidade de facilitar o entendimento, foi criado e disponibilizado um guia gratuito pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) que segue as exigências mostradas na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Exigências da NBR 15575 (ABNT, 2013)

<b>Exigências</b>	
<b>Segurança</b>	Desempenho estrutural
	Segurança contra incêndio
	Segurança no uso e operação
<b>Habitabilidade</b>	Estanqueidade
	Desempenho térmico
	Desempenho acústico
	Desempenho lumínico
	Saúde, higiene e qualidade do ar
	Funcionalidade e acessibilidade
	Conforto tátil
<b>Sustentabilidade</b>	Durabilidade
	Manutenabilidade
	Adequação ambiental

Segundo informações coletadas da NBR 15575 (ABNT, 2013) alguns casos não poderão ser contemplados pela norma, como obras já concluídas, construções pré-existentes, obras que já estavam em andamento ou projetos protocolados nos órgãos antes da norma entrar em vigor, obras de reforma ou *retrofit* e edificações provisórias.

### 3. ESTADO DA ARTE

A busca pela sustentabilidade se tornou algo de muita preocupação para estudiosos em vários países. Muitos são aqueles que procuram formas de aplicar os conceitos da sustentabilidade e encontrar indicadores que sirvam como parâmetros de medição qualitativa, quantitativa ou descritiva das atividades realizadas nos diversos seguimentos da engenharia de construção. Neste trabalho, foram analisados 13 artigos científicos que abordaram indicadores e metodologias utilizados para avaliação e acompanhamento da sustentabilidade em obras de construção, um resumo dos quais está apresentado na **Tabela 3**. Alguns dos artigos se basearam em revisões bibliográficas enquanto outros foram resultados de estudos de caso. Além disso, também foi analisado o livro escrito por Kohlman Rabbani et al. (2013) que aborda sobre o tema da segurança e saúde do trabalho no contexto da construção sustentável. Os parágrafos seguintes incluem uma breve descrição dos trabalhos revisados, focando nos objetivos e resultados de cada um, e distribuídos na ordem cronológica crescente.

Tabela 3 - Resumo dos trabalhos revisados

Autor	Ano	Tema	Principais análises
Gambatese	2000	Segurança e saúde do trabalho	Necessidade de aprimoramento profissional dos projetistas para a área de segurança do trabalho
Formoso et al.	2002	Geração de resíduos	Maiores problemas na geração de resíduos está na falta de capacidade gerencial das empresas
Abbaszadeh et al.	2006	Qualidade interna das construções	Mesmo em ambientes sustentáveis, usuários não se satisfizeram com a iluminação, qualidade acústica e layout
Rajendran; Gambatese; Behm	2009	Segurança e saúde do trabalho	Verificou que os projetos com certificação LEED apresentam mais acidentes de trabalho do que projetos tradicionais
Singh et al.	2010	Qualidade interna das construções	Aumento da produtividade, saúde e bem-estar dos usuários em escritórios com certificação LEED
Häkkinen; Belloni	2011	Barreiras para a sustentabilidade	Principais barreiras estão associadas a questões organizacionais e processuais
Wong; Fan	2013	BIM	O uso do BIM aumenta qualidade, velocidade e disponibilidade dos dados na etapa de projetos
Eichholtz; Kok; Quigley	2013	Mercado imobiliário	Empreendimentos certificados têm uma maior valorização no mercado imobiliário
Valdes-Vasquez; Klotz	2013	Sustentabilidade social	Sustentabilidade social deve ser algo pensado desde a concepção do projeto de um empreendimento
Kohlman Rabbani et al.	2013	Segurança e saúde do trabalho	Importância de garantir que a SST seja incorporada no ambiente de trabalho da construção civil
Hwang; Ng	2013	Planejamento de projetos	Importância dos gerentes de planejamento no sucesso dos projetos de construção
Reyes et al.	2014	Segurança e bem-estar	A etapa de projetos é essencial para construir de forma mais segura, barata e amigável com o meio ambiente
Sáez et al.	2014	Geração de resíduos	Necessidade do uso de boas práticas de planejamento por parte dos <i>stakeholders</i> no gerenciamento de resíduos
Kern et al.	2015	Geração de resíduos	Decisões na etapa de projetos e execução influenciam no aumento ou redução dos resíduos gerados

No estudo de Gambatese (2000) foi realizada uma revisão nos trabalhos acerca do tema da segurança do trabalho na construção. Analisou-se que os profissionais ligados à área de concepção de projetos, como os arquitetos e engenheiros, se preocupavam mais com a segurança do usuário final, não considerando as medidas de segurança nos seus projetos por falta de treinamentos, experiência e tentativa de reduzir a exposição de suas responsabilidades. Além disso, verificou-se que custos adicionais são atribuídos às construções que na etapa de projetos não apresentaram empenho dos profissionais de planejamento, conforme mostrado na **Figura 4**. Dessa forma, chegou-se à conclusão que reuniões deveriam ser elaboradas para que os profissionais de design participassem do processo de implementação da segurança do trabalho nos canteiros de obra, através da realização de revisões nos projetos de segurança de um empreendimento, causando assim maior envolvimento deles no processo construtivo.

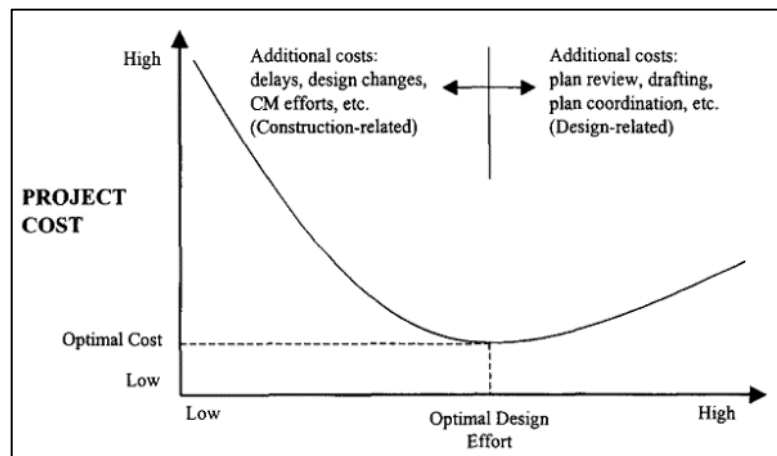


Figura 4 - Custo de projetos x Empenho na etapa de projetos

Fonte: Gambatese (2000)

Voltado para a realidade brasileira, Formoso et al. (2002) decidiram analisar quais eram as principais causas de geração de resíduos dentro dos canteiros de obra para propor um guia de como reduzir esse problema tão recorrente na indústria construtiva. No estudo foi analisada a geração de resíduos causadas pelos materiais provenientes de reforço estrutural metálico, concreto pré-misturado, areia, cal, argamassa pré-misturada, cimento, tijolos ou blocos cerâmicos, revestimentos cerâmicos de piso e parede, canos e fios. Os dados do trabalho foram coletados através de instituições de pesquisa, e também elaboração de um estudo de caso na cidade de Porto Alegre. Os autores concluíram que um dos maiores problemas acerca do tema está na falta de capacidade gerencial das empresas nas etapas de projetos, ao determinar o quantitativo para aquisição de materiais e execução nos canteiros de obra. Também foi analisado que a quantidade desnecessária de materiais requisitados para etapa de produção além de gerar resíduos, pode causar problemas na segurança e saúde do trabalho, maior demanda do sistema de transportes e aumento do estoque de materiais. Segundo Formoso et al. (2002), é de grande importância no meio construtivo o aprimoramento de processos que precedem o de produção, como concepção de projetos, fornecimento de materiais e planejamento do canteiro de obras.

Com ênfase na qualidade interna das construções sustentáveis, Abbaszadeh et al. (2006) compararam a qualidade dos escritórios em construções sustentáveis e não sustentáveis através de um relatório de pós ocupação, com o objetivo de analisar a satisfação dos usuários em ambos os casos. Concluiu-se que mesmo em ambientes mais sustentáveis, os usuários não se sentiram satisfeitos com a iluminação, por não apresentarem controle sobre a luz do ambiente, com a qualidade acústica do ambiente, por não sentirem privacidade em seu ambiente de trabalho, e com o arranjo da mobília no ambiente de trabalho. Dessa forma, para amortizar os problemas encontrados sugere-se a presença dos controles de iluminação disponíveis aos usuários e a criação de espaços opcionais, que ofereçam privacidade e silêncio para aqueles que sentirem necessidade.

Vendo a necessidade de abordar sobre o tema da segurança incorporada nas construções, Rajendran; Gambatese e Behm (2009) realizaram um estudo para avaliar os impactos causados na segurança e saúde dos trabalhadores em obras com a certificação LEED. Segundos os autores, para a obra ser considerada sustentável se faz necessário a presença de diretrizes sustentáveis durante todas as etapas do ciclo de vida da edificação, incluindo a segurança e saúde dos trabalhadores que fazem parte do processo construtivo. Assim sendo, foi realizada uma análise de 86 projetos, onde 38 eram sustentáveis e 48 não, para verificar a taxa de incidentes registrada (*RIR – Recordable Incident Rates*) nos projetos. Concluiu-se que os



projetos não sustentáveis apresentaram uma RIR média mais baixa do que os projetos sustentáveis, demonstrando que não existe quase nenhuma diferença entre os tipos de projeto analisados. Assim sendo, os projetos com certificação LEED podem até apresentar um ambiente mais sustentável, mas ainda insuficiente em termos da segurança e saúde dos trabalhadores (RAJENDRAN; GAMBATESE; BEHM, 2009).

Voltado também para a qualidade interna dos ambientes sustentáveis, Singh et al. (2010) realizaram um estudo de caso com trabalhadores que se mudaram de um escritório convencional para um escritório com certificação LEED, na procura de melhores índices relacionados à saúde e produtividade. Portanto, os autores concluíram que reduções no índice de absenteísmo e melhorias na produtividade, provenientes da melhoria da saúde e bem-estar do ambiente de trabalho, acarretou no aumento de horas trabalhadas por ano. Como exemplo pode-se ter os trabalhadores portadores de asma e alergias respiratórias que tiveram ganho de 1,75 horas de trabalho por ano, trabalhadores com histórico de depressão que tiveram ganho de 2,02 horas de trabalho por ano e por último, melhorias na produtividade que chegaram a um adicional de 38,98 horas de trabalho por ano para cada trabalhador.

Com as diversas barreiras encontradas na procura por um desenvolvimento sustentável, Häkkinen e Belloni (2011) viram a necessidade de encontrar ações necessárias para promover a construção sustentável. Com base em revisões literárias, estudos de caso e entrevistas, chegaram à conclusão que as principais barreiras estão associadas mais as questões organizacionais e processuais, do que a falta de inovações tecnológicas ou de criação de ferramentas para avaliação das construções sustentáveis. Questões como desenvolver o conhecimento dos projetistas voltadas para a construção sustentável, disseminar a importância do uso de alternativas sustentáveis nas construções, desenvolver o uso de ferramentas como o *BIM* (*Building Information Modeling*) e implementar novos conceitos na construção sustentável são premissas importantes para quebrar as barreiras da sustentabilidade.

No trabalho de Wong e Fan (2013), o principal objetivo era demonstrar a importância do uso da plataforma *BIM* (*Building Information Modeling*) na elaboração de projetos sustentáveis, analisando os benefícios e obstáculos do seu uso. Encontra-se também no estudo um gráfico que demonstra a relação entre a carga de trabalho pelo tempo atribuída em projetos convencionais comparados com projetos que utilizam a plataforma *BIM* (ver **Figura 5**). Dessa forma, os autores chegaram à conclusão que o uso da plataforma causa melhor desempenho nas construções através de sua abordagem na etapa de projetos dos empreendimentos a serem construídos. A integração do *BIM* disponibiliza decisões mais racionais na etapa de projetos, com o aumento da qualidade, velocidade e disponibilidade de dados (WONG; FUN, 2013).

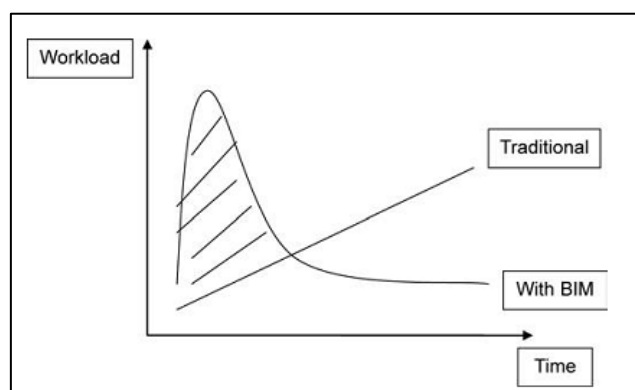


Figura 5 - Carga de trabalho x Tempo

Fonte: Wong e Fan (2013)

Observando o mercado imobiliário, Eichholtz; Kok e Quigley (2013) analisaram empreendimentos comerciais em grandes metrópoles dos Estados Unidos com o intuito de encontrar os benefícios causados pela utilização de técnicas sustentáveis na construção. Chegaram à conclusão que por apresentar melhor eficiência energética e padrões sustentáveis, os empreendimentos certificados ganharam uma maior valorização da população, aumentando assim os seus aluguéis e valores de mercado. O trabalho também analisou que mesmo nas épocas de volatilidade do mercado imobiliário, os empreendimentos certificados continuaram apresentando um maior índice de crescimento e procura por interessados.

Com o intuito de integrar aspectos sociais nos projetos de construção, Valdes-Vasquez e Klotz (2013) decidiram elaborar um *framework* voltado para os processos construtivos em torno da sustentabilidade social. Dessa forma, através do método de pesquisa de mapeamento conceitual (*Concept Mapping*) foram obtidas informações de especialistas de áreas acadêmicas, do governo e indústria especializados em áreas da sustentabilidade social e planejamento de construções em diversas fases. Como resultado, obtiveram dados suficientes para elaborar um *framework* que leva em consideração a sustentabilidade social como algo que deve ser pensado desde a concepção do projeto. Dessa forma, concluem que é importante o engajamento dos *stakeholders*, incluindo os usuários finais e comunidades locais, e também a criação de uma equipe de projetos integrada, baseada em conceitos sustentáveis e preocupadas com a saúde, segurança e bem-estar dos usuários (tanto temporários como finais). O trabalho de Valdes-Vasquez e Klotz corrobora o trabalho de Kohlman Rabbani et al. (2013) mostrando que os aspectos da sustentabilidade abordados pelas certificadoras e construtoras têm se focado no ambiental, se esquecendo do social e da Segurança e Saúde do Trabalho como elemento intrínseco.

Através do livro de Kohlman Rabbani et al. (2013) pôde-se verificar a preocupação na implementação da segurança e saúde do trabalho (SST) na construção civil, a partir de revisões em artigos científicos e em legislação nacional e internacional. O intuito maior era encontrar estratégias de associação entre a SST e a construção sustentável, tornando-a evidente para todos os *stakeholders* envolvidos no processo construtivo, garantindo para o setor da construção além de economia, qualidade e proteção ao meio ambiente, condições dignas e seguras de trabalho em todo o ciclo de vida da edificação. Chegaram à conclusão que as estratégias a serem adotadas seriam incorporar a prevenção através de projetos na dimensão social da sustentabilidade, introduzir a SST em normas ISO de sustentabilidade e em normas técnicas que impactam em financiamentos da construção, integrar a SST nas políticas de desenvolvimento sustentável do país e implementar de maneira mais eficaz indicadores de segurança nos sistemas de certificação para edifícios sustentáveis.

Analisando também o contexto da segurança e bem-estar dentro da construção, Reyes et al. (2014) decidiram analisar através de um modelo matemático os impactos causados pela etapa de projetos na segurança e bem-estar de uma construção, tendo em vista que o setor construtivo apresenta um dos maiores índices de acidentes. Levando em consideração todo o ciclo de vida de uma construção, desde a concepção do projeto até a sua reintegração, concluiu-se que a metodologia utilizada no trabalho irá ajudar na tomada de decisões e na escolha da solução construtiva dos gestores de projetos, no intuito de construir empreendimentos seguros, mais baratos e mais amigáveis com o meio ambiente.

Sáez et al. (2014) analisaram estudos diversos sobre a geração de resíduos na construção de novos empreendimentos, através da realização de uma pesquisa bibliográfica e estudo de caso obtendo dados de 7 obras residenciais, com 5 a 8 pavimentos e 2 andares de subterrâneo, recém construídas em Madri, Espanha. Todos os projetos selecionados apresentavam como principal característica a presença de estrutura em concreto, telhado plano, fachada de tijolos,

isolamento térmico e partições interiores em tijolos ou gesso. Analisando toda a etapa construtiva, que vai da estrutura até os acabamentos finais, verificou-se que a geração de resíduos é estimada em 0,18 m<sup>3</sup> (metros cúbicos) ou 117,50 kg (quilos) de resíduos para cada m<sup>2</sup> (metros quadrados) construído, e que a utilização de paredes de gesso diminui 15,94% e 3,04%, em peso e volume, respectivamente, na geração de resíduos se comparados com o sistema de vedação convencional que utiliza tijolos. Serviços de alvenaria e acabamentos finais, dentre as atividades construtivas, contribuem com 30% do total de resíduos gerados, tanto no peso como volume (SÁEZ et al., 2014). Dessa forma, concluiu-se que o estudo irá ajudar os *stakeholders* a atingirem um elevado nível de conhecimento sobre a geração de resíduos e assim poderem planejar de forma mais eficiente o gerenciamento deles.

Em outro estudo, Kern et al. (2015) fizeram uma análise nos processos construtivos de 18 empreendimentos residenciais, com 7 a 23 pavimentos no total, localizados no sul do Brasil, com o objetivo de encontrar as principais causas voltadas para a geração de resíduos na construção de prédios de grande porte. Para a confecção do estudo de caso, os padrões escolhidos para a análise faziam referência a quantidade de pavimentos, formato da edificação, prática de reciclagem dos resíduos no canteiro de obra, a área do pavimento e o sistema construtivo adotado. Dessa forma, através da utilização de todos esses fatores pode-se estimar o total dos resíduos gerados de aproximadamente 70% dos empreendimentos estudados. Assim, concluiu-se que a geração deles deve ser compreendida como uma combinação de fatores, não sendo analisado de forma isolada, indicando que decisões nas etapas de projetos e produção influenciam no seu aumento ou redução.

#### 4. METODOLOGIA

Para a elaboração deste artigo, além de uma revisão literária sobre normas de sustentabilidade e estado da arte do uso de indicadores sustentáveis nos meios produtivos da construção, com ênfase na etapa de concepção de projetos, foi elaborada uma tabela resumo mostrando os trabalhos executados pelos autores estudados, com os respectivos anos da publicação, tema e principais análises, como demonstrado na **Tabela 3**. Além disso, foi realizado um estudo de caso, buscando-se identificar as modificações que poderiam aprimorar a sustentabilidade de uma edificação durante seu ciclo de vida e que fossem facilmente realizadas na etapa de projeto. Para isso foram analisados projetos de uma empresa de pequeno porte, que executa obras de reforma e também obras de pequeno e médio porte. A obra escolhida para implementação do estudo foi um supermercado de médio porte (Obra A), que ainda se encontra no processo de construção, e que utilizou na etapa de concepção de projetos algumas diretrizes encontradas no *framework* elaborado por este trabalho, sendo assim constatado através de um *checklist* (lista de verificação) os aspectos sociais, econômicos e ambientais adotados pela construtora.

O *framework* desenvolvido e apresentado na **Tabela 4** foi baseado nos pilares da sustentabilidade, visando os aspectos sociais, econômicos e ambientais que pudessem ser adotadas por essas empresas para verificação de seus projetos, foi subdividido em 14 categorias, sendo 4 relacionados às dimensões social, 3 à econômica e 7 à ambiental. Os aspectos sociais foram divididos em segurança do trabalho na construção, saúde, bem-estar e higiene, engajamento dos *stakeholders* e acessibilidade dos usuários temporários e finais. Já os aspectos econômicos foram divididos em orçamento, cronograma físico-financeiro e viabilidade econômica. Por último os aspectos sociais divididos em cobertura vegetal, insumos, energia, água, esgoto, resíduos e novas tecnologias sustentáveis.

Assim sendo, para compor um estudo mais aprofundado, elaborou-se um *checklist*, também encontrado na **Tabela 4**, contendo o total de 39 itens, sendo 17 relacionados aos

aspectos sociais, 6 aos econômicos e 16 aos ambientais. Além disso, a lista foi dividida em 2 partes visando verificar as diretrizes que os gerentes de projetos adotaram na etapa de concepção de projeto da Obra A e as diretrizes adotadas pela equipe de engenharia na etapa de execução do empreendimento.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como se esperava, independente da área focada por cada trabalho analisado, os problemas relacionados à etapa de concepção de projetos é um dos maiores fatores que levam aos problemas de sustentabilidade. O ciclo de vida de todo o processo construtivo de um empreendimento é afetado por erros de mal planejamento. Segundo estudos de Hwang e Ng (2013), os gerentes de projetos são vitais para o sucesso na etapa de planejamento de uma obra e para enfrentar os desafios de trabalhar com projetos sustentáveis, os projetistas devem apresentar boas habilidades analíticas, facilidade em tomar decisões, executar trabalhos em equipe, delegar atividades para os demais companheiros e resolver os problemas de maneira eficaz.

Neste estudo de caso, predominantemente as diretrizes referentes à segurança, saúde e bem-estar do trabalhador não foram adotadas na etapa de concepção de projetos. Dessa forma, do total de 39 itens contemplados no *checklist*, 20 foram atendidos pela construtora, chegando ao valor de aproximadamente 51% do total de diretrizes propostos, conforme verificado na **Tabela 4**.

Analisando o *checklist* observou-se que os itens voltados para os aspectos ambientais e econômicos foram os mais verificados na etapa de concepção de projetos. Dos aspectos ambientais foram marcados 10 itens do total de 16, aproximadamente 62%, e na seção dos aspectos econômicos foram apontados 5 itens do total de 6, aproximadamente 83%.

Dos aspectos sociais foram obtidos somente 5 itens do total de 17, aproximadamente 30%. Dessa forma, através dos resultados obtidos pela análise do estudo de caso, ratificou-se o que já foi dito no trabalho de Kohlman Rabbani et al. (2013), onde a sustentabilidade da construção civil tem se voltado bastante para os aspectos ambientais, ausentando-se da incorporação dos aspectos sociais principalmente na segurança e saúde do trabalho nos meios construtivos.

Mesmo devido à falta de projetos de arquitetura, layout e instalações do canteiro de obra, e projetos provisionando medidas para aplicação da segurança do trabalhador, o cliente aceitou as propostas da construtora de implementar diretrizes que não foram adotadas na concepção do projeto da Obra A, tornando possível integrar custos adicionais ao orçamento para a realização das diretrizes que estavam ausentes.

Analisando o projeto, pôde-se perceber que as diretrizes ausentes no *checklist* citadas acima só foram implementadas na fase de execução da Obra A, onde 31 itens do total de 39, aproximadamente 80%, obtendo um aumento principalmente nos itens relacionados aos aspectos sociais, que passaram para 15 do total de 17, aproximadamente 88%. Dessa forma, para evitar a ocorrência de revisões e modificações nos projetos de execução do empreendimento, e para também não acarretar custos adicionais e atrasos no prazo de entrega da obra, é de total responsabilidade dos gerentes de projetos utilizarem as diretrizes presentes no *framework* já na etapa de concepção dos projetos.

Tabela 4 - *Framework* voltado para o planejamento de novos empreendimentos em construtoras de pequeno porte juntamente com o *Checklist* da implementação do *framework* na Obra A

Planejamento de Projetos		Etapa de projetos da Obra A	Etapa de execução da Obra A
Aspectos Sociais	<b>1. Segurança do trabalho na construção - conforme NR 18 (Brasil, 2015)</b>	-	-
	1.1. sistemas de fixação para balança		✓
	1.2. sistemas de ancoragem para utilização da linha de vida e cintos de segurança		✓
	1.3. projetos de guarda corpo para aberturas no piso		✓
	1.4. instalações elétricas adequadas, tais como:	-	-
	1.4.1. dispositivo DR (diferencial residual) ou proteção contra choque elétrico;		✓
	1.4.2. aterramento elétrico;		✓
	1.4.3. projeto do quadro elétrico.		✓
	1.5. projeto do sistema de prevenção contra incêndio		✓
	<b>2. Saúde, bem-estar e higiene - conforme NR 18 (Brasil, 2015)</b>	-	-
	2.1. refeitórios		✓
	2.2. áreas de convivência		
	2.3. vestiários com infraestrutura necessária		✓
	2.4. banheiros com infraestrutura necessária		✓
	<b>3. Engajamento dos stakeholders (temporários e finais)</b>	-	-
	3.1. incorporação do retorno social do empreendimento na vizinhança melhorando os sistemas de infraestrutura e urbanização local, tais como:	-	-
3.1.1. transporte público;	✓	✓	
3.1.2. sistemas da rede pública coletora de esgoto;			
3.1.3. sistemas de iluminação pública;	✓	✓	
3.1.4. acessibilidade das calçadas.	✓	✓	
3.2. utilização de medidas construtivas que não prejudiquem o bem-estar da vizinhança	✓	✓	
<b>4. Acessibilidade dos usuários (temporários e finais)</b> projetos conforme norma NBR 9050 (ABNT, 2015)	-	-	
	✓	✓	
Aspectos Econômicos	<b>5. Orçamento</b>	-	-
	5.1. verificar o quantitativo dos materiais que serão utilizados	✓	✓
	5.2. planilhas dos custos com mão de obra direta e terceirizada	✓	✓
	<b>6. Cronograma físico-financeiro</b>	-	-
	6.1. planilhas com previsão dos gastos mensais da construção	✓	✓
	6.2. presença de planilhas com a programação das etapas que serão realizadas no processo construtivo	✓	✓
	<b>7. Viabilidade econômica</b>	-	-
7.1. verificar o potencial de retorno financeiro do empreendimento para o construtor, executando análise de mercado	✓	✓	
7.2. verificar o potencial de retorno financeiro que o empreendimento incorporará para a vizinhança			
Aspectos Ambientais	<b>8. Cobertura vegetal</b>	-	-
	8.1. uso de áreas verdes	✓	✓
	8.2. presença de telhado verde		
	<b>9. Insumos</b>	-	-
	9.1. especificação de insumos ecologicamente corretos	✓	✓
	9.2. especificação de materiais que causam pouca geração de resíduos	✓	✓
	9.3. especificação de materiais recicláveis	✓	✓
	<b>10. Energia</b>	-	-
	10.1. utilização de luminárias em LED	✓	✓
	10.2. utilização de placas solares		
	10.3. utilização de outras medidas para melhorar a eficiência energética	✓	✓
	<b>11. Água</b>	-	-
	11.1. utilização de sistemas alternativos de abastecimento de água, tais como:	-	-
	11.1.1. sistemas de captação de água de chuva;		
	11.1.2. sistemas de reutilização de água cinza.		
	<b>12. Esgoto</b>	-	-
	12.1. presença de instalações para coleta e distribuição adequada dos despejos sanitários	✓	✓
12.2. utilização de sistemas de tratamento de esgoto			
<b>13. Resíduos</b>	-	-	
13.1. planejar zonas de descarte e armazenamento de resíduos no canteiro de obras		✓	
13.2. provisionar descarte final dos entulhos para o local correto	✓	✓	
<b>14. Novas tecnologias sustentáveis</b>	-	-	
14.1. utilização de sistemas de automação residencial ou comercial	✓	✓	
14.2. utilização de sistemas modernos de AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado)	✓	✓	
	<b>20</b>	<b>31</b>	

## 6. CONCLUSÃO

Tendo em vista a realidade das empresas de pequeno porte que desejam incorporar em sua atividade construtiva medidas para atingir a construção sustentável, conclui-se que será de responsabilidade dos gerentes de projetos, ao requisitarem projetos de terceiros ou na execução por autoria própria, a obrigatoriedade do uso das diretrizes e linhas de ação sugeridas no *framework* criado por este trabalho. Se faz necessário também não utilizar isoladamente a estrutura proposta, e sim também levar em consideração as normas ambientais e construtivas vigentes, leis estaduais e municipais referentes aos locais em que o empreendimento será concebido, e procurar informações em órgãos capacitados para a execução legal do empreendimento.

Sendo assim, além das empresas buscarem a construção sustentável, utilizando processos construtivos que respeitem o meio ambiente, de forma econômica, se faz necessário também que os *stakeholders*, mais especificamente os clientes, estejam dispostos a pagar pelas boas práticas adotadas pelas empresas de pequeno porte durante o processo construtivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASZADEH, S.; ZAGREUS, L.; LEHRER, D.; HUIZENGA, C. **Occupant Satisfaction with Indoor Environmental Quality in Green Buildings**. *Proceedings of Healthy Buildings*, Lisbon, v. 3, p. 365-370, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Normas Regulamentadoras. **NR 18**: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. Disponível em: <[www.mte.gov.br](http://www.mte.gov.br)>. Acesso em: 08 jun. 2017.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). Guia orientado para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Disponível em: <[http://www.cbic.org.br/arquivos/guia\\_livro/Guia\\_CBIC\\_Norma\\_Desempenho.pdf](http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2017.

CORAL, E. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 282 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2002.

EICHHOLTZ, P.; KOK, N.; QUIGLEY, J. M. **The economics of green building**. *The Review of Economics and Statistics*, v. 95, n. 1, p. 50–63, 2013.

FORMOSO, C. T.; SOIBELMAN, L.; DE CESARE, C.; ISATTO, E. L. **Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 128, n. 4, p. 316–325, 2003.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE**. Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

GAMBATESE, J. A. **Safety Constructability: Designer Involvement in Construction Site Safety**. *Construction Congress VI: Building Together for a Better Tomorrow in an Increasingly Complex World*. p. 650-660, 2000.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL (GBC BRASIL). **Certificação LEED**. Disponível em: <<http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

HÄKKINEN, T.; BELLONI, K. **Barriers and drivers for sustainable building**. *Building Research & Information*, v. 39, n. 3, p. 239-255, 2011.

HWANG, B.-G.; NG, W. J. **Project management knowledge and skills for green construction: Overcoming challenges**. *International Journal of Project Management*, v. 31, p. 272–284, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION. **ISO 21929-1: Sustainability in building construction – Sustainability indicators – Part 1: Framework for the development of indicators and a core set of indicators for buildings**. Geneva, Switzerland, 2011.

KERN, A. P.; DIAS, M. F.; KULAKOWSKI, M. P.; GOMES, L. P. **Waste generated in high-rise buildings construction: A quantification model based on statistical multiple regression**. *Waste Management*, v. 39, p. 35-44, 2015.

KOHLMAN RABBANI, E. R.; JALALI, S.; AREZES, P.; BARKOKÉBAS JUNIOR, B.; RABBANI, S. R. **Segurança do Trabalho no contexto da Construção Sustentável: Uma visão geral**. Pernambuco: EDUPE, 2013. 124 p.

KOHLMAN RABBANI, E. R.; PEREIRA, M. L. B. S. B.; CRUZ, E. N. **Sustentabilidade Social em Projetos de Construção**. In: SILVA, E. R. (Org.). **Sustentabilidade Urbana**. Pernambuco: EDUPE, 2017. p. 61-84.

RAJENDRAN, S.; GAMBATESE, J. A.; BEHM, M. G. **Impact of Green Building Design and Construction on Worker Safety and Health**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 135, n. 10, p. 1058-1066, 2009.

REYES, J. P.; SAN-JOSÉ, J. T.; CUADRADO, J.; SANCIBRIAN, R. **Health & Safety criteria for determining the sustainable value of construction projects**. *Safety Science*, v. 62, p. 221–232, 2014.

SÁEZ, P. V.; DEL RÍO MERINO, M.; PORRAS-AMORES, C.; GONZÁLEZ, A.S.A. **Assessing the accumulation of construction waste generation during residential building construction works**. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 93, p. 67–74, 2014.

SINGH, A.; SYAL, M.; GRADY, S. C.; KORKMAZ, S. **Effects of Green Buildings on Employee Health and Productivity**. *American Journal of Public Health*, v. 100, n. 9, p. 1665–1668, 2010.

TSAI, A. L. T. **A Inovação e Importância das Construções Sustentáveis**. In: Boletim de Inovação e Sustentabilidade, 2013, São Paulo. **Pesquisas**. São Paulo: PUC-SP, 2013. p. 3-41. Disponível em: <[http://www.pucsp.br/sites/default/files/download/posgraduacao/programas/administracao/bisus/bisus\\_1\\_2013/2013\\_volume1.pdf](http://www.pucsp.br/sites/default/files/download/posgraduacao/programas/administracao/bisus/bisus_1_2013/2013_volume1.pdf)>. Acesso em: 01 mai. 2017.

U.S. GREEN BUILDING COUNCIL (USGBC). **LEED Certification**. Disponível em: <<http://www.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 01 mai. 2017.

VALDES-VASQUEZ, R.; KLOTZ, L. E. **Social Sustainability Considerations during Planning and Design: Framework of Processes for Construction Projects**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 139, p. 80–89, 2013.

WONG, K.-D.; FAN, Q. **Building information modelling (BIM) for sustainable building design**. *Facilities*, v. 31, n. 3/4, p. 138-157, 2013.