

COMPREENSÃO DOS ELEMENTOS DE RELEVÂNCIA DA CERTIFICAÇÃO LEED NA SUA TIPOLOGIA NOVAS CONSTRUÇÕES.

Petterson Michel Dantas (IFRN)

pettersonarq@hotmail.com

Ceres Virginia da Costa Dantas (IFRN)

ceresdantas1@gmail.com

Handson Cláudio Dias Pimenta (IFRN)

handson@cefetrn.br



O presente artigo visa avaliar a certificação LEED na sua tipologia Novas Construções e seus critérios, nas fases de construção de um edifício: planejamento, projeto, construção e uso, no intuito de apontar os pontos críticos e a fase que apresenta maior relevância para o processo de certificação. Para tanto, serão analisados os critérios dos checklists do LEED para Novas Construções e, baseado nas definições das fases de uma construção e nas descrições da publicação LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System, serão feitas correspondências entre os critérios e as fases, podendo ocorrer de um critério corresponder a mais de uma das fases de construção. Pelos resultados, observou-se que a fase de planejamento apresenta a terceira maior representatividade entre os critérios estudados, contudo, esses critérios são mais valorados, o que no índice abrangência elevou a etapa de planejamento para a segunda mais importante, ocorrendo o comportamento inverso para a fase de construção. A etapa do uso demonstrou um comportamento similar para os dois índices, permanecendo com valores abaixo de 10%. Assim, o presente estudo traz como contribuição o entendimento do peso das etapas do planejamento, projeto, construção e uso dentro dos critérios estabelecidos para LEED para Novas Construções indicando em qual das fases é mais importante a implementação de medidas ecoeficientes com o intuito de conseguir a certificação.

Palavras-chaves: Construções sustentáveis, LEED, Novas construções e grandes reformas

1. Introdução

Desde o início das discussões sobre o desenvolvimento sustentável e a crescente conscientização da população sobre os impactos humanos no meio ambiente, o surgimento de novas tecnologias de produtos e serviços que visam à redução desses impactos desponta como alternativa aos problemas ambientais e, ao mesmo tempo, como estratégias de marketing empresarial.

A área da construção civil, assim como os bens de produção e consumo, vem incorporando cada vez mais as práticas da produção “verde”. Isso se deve ao fato de os prédios consumirem 70% da energia em uma nação, além de serem responsáveis por uma grande parte dos materiais, água e lixo consumidos e gerados na economia de um país (KATS, 2003).

Assim, os impactos da construção civil, os prédios verdes, o design para reciclagem e a rotulagem ambiental de materiais de construção capturaram a atenção dos profissionais da área em todo o mundo (JOHNSON, 1993). Uso de materiais reciclados ou de origem renovável, economia de energia e de água e controle da qualidade do ar são exemplos de atitudes de construção sustentável relevantes para a nova mentalidade que se cria.

Assim, visando estabelecer uma padronização no processo de mensuração do nível de sustentabilidade dessas edificações, surgem as certificações para construções, que designam critérios específicos de avaliação relativos às atitudes ecológicas e inovações aplicadas aos prédios, pontuando e classificando-os em diversas categorias, além de diferenciadas de acordo com o uso que aquela construção deve receber. Um método de avaliação ambiental de construções reflete a significância do conceito de sustentabilidade no contexto do design do prédio e subsequente construção.

O método de avaliação ambiental do *Building research establishment* (BREEAM) foi o primeiro método de avaliação de performance na construção civil utilizado, iniciado no ano de 1990 (DING, 2006) e desenvolvido em colaboração com profissionais do Reino Unido. Desde então, tem sido constantemente atualizado para incluir a avaliação de construções tais como escritórios, supermercados, novas casas e prédios industriais.

Depois da criação do BREEAM no Reino Unido, vários outros métodos de avaliação ambiental de construções foram desenvolvidos no mundo, respondendo à demanda do “mercado verde”. Exemplos dessas metodologias de avaliação são o *Bulding environmental performance assessment criteria* (BEPAC) criado no Canadá em 1993, o *Comprehensive assessment system for buiding environmental efficiency* (CASBEE) desenvolvido no Japão no ano de 2004 ou o *Comprehensive project evaluation* (CPA), outro método desenvolvido no Reino Unido, em 2001. No Brasil há o PROCEL Edifica, criado em 2003.

Outra metodologia desenvolvida nos últimos anos foi o *Leadership in Energy and Envinronmental Design* (LEED). Criado em 1998 pela ONG norteamericana *United States Green Building Council* (USGBC), o método foi muito bem aceito em todo o mundo havendo, atualmente, mais de 14 mil projetos em fase de aprovação do selo no mundo.

Nessa conjuntura, o presente artigo visa avaliar a certificação LEED na sua tipologia Novas Construções e seus critérios, nas fases de construção de um edifício: planejamento, projeto, construção e uso, no intuito de apontar os pontos críticos e a fase que apresenta maior relevância para o processo de certificação

Para tanto, serão analisados os critérios dos *checklists* do LEED para Novas Construções e, baseado nas definições das fases de uma construção e nas descrições da publicação *LEED 2009 for New Construction and Major Renovations Rating System*, serão feitas correspondências entre os critérios e as fases, podendo ocorrer de um critério corresponder a mais de uma das fases de construção.

2 Revisão de Literatura

2.1 Considerações iniciais sobre o LEED: conceitos e áreas-chave

O LEED inicia-se em 1998 como uma dessas certificações para “construções verdes”. Internacionalmente reconhecido, avalia o design de uma construção bem como as estratégias de construção que visem à sustentabilidade: economia de energia, eficiência com água, redução de emissões de gases estufa, qualidade ambiental interior, utilização de recursos renováveis e sensibilização para os impactos gerados pela sua extração.

Desenvolvido pelo *U.S. Green Building Council* (USGBC), o LEED provê aos construtores um conciso checklist de identificação e implementação prática e mensurável de design, construção, operações e manutenção de “construções verdes”. Segundo o USGBC, o LEED define “construção verde” estabelecendo um padrão comum de medição; promove práticas de design integradas, ou seja, uma visão do todo da edificação; reconhece a liderança ambiental na indústria da construção civil; estimula a “competição verde”; aumenta a consciência do consumidor a respeito dos benefícios das “construções verdes”; transforma o mercado da construção civil.

O sistema de classificação proposto pelo LEED engloba áreas-chave, que funcionam como base para o desenvolvimento dos checklists de avaliação do empreendimento. São essas áreas:

- Sítios sustentáveis: a escolha do local de construção e o manejo do mesmo durante a construção são importantes considerações para a sustentabilidade de um projeto. Essa categoria sugere que a escolha seja feita levando em consideração a minimização de impactos nos ecossistemas e cursos d’água;
- Eficiência com água: encorajamento do uso inteligente da água, tanto dentro quanto fora do prédio. A redução do uso da água é geralmente alcançada através de aplicações mais eficientes, ajustes e adaptações internas e planejamento inteligente do paisagismo no ambiente externo;
- Energia e atmosfera: proposta de diversas estratégias de economia de energia: monitoração do uso de energia, design e construção eficientes, equipamentos, sistemas e iluminação eficientes, uso de fontes de energia renováveis e limpas (geradas no local ou não), e outras estratégias inovadoras;
- Materiais e recursos: tanto durante a construção quando a operação, os prédios geram uma grande quantidade de resíduo e usam muitos materiais e recursos. Essa categoria destaca o uso de produtos e materiais cuja produção é limpa, bem como a reciclagem de materiais;
- Qualidade ambiental interna: essa categoria busca estratégias para melhorar o ar interno, prover acesso à luz natural, e melhorar a acústica da construção;
- Localização e articulação: essa categoria dá preferência à construção de casas longe de locais ambientalmente sensíveis, em vez disso, sendo construídos em locais previamente desenvolvidos, com infra-estrutura comunitária e de trânsito. Além de encorajar a existência de espaços abertos para atividades físicas e caminhadas;

- Conscientização e educação: estimula a existência de educação e ferramentas para que proprietários, inquilinos e profissionais da construção civil entendam as construções verdes e utilizem melhor as suas características, bem como as certificações.
- Inovação em design: fornece pontos de bônus para projetos que usam tecnologias novas e inovadoras, bem como estratégias de melhorar o desempenho do prédio em categorias não especificadas pelo LEED;
- Prioridade regional: os conselhos regionais do USGBC identificaram que as preocupações ambientais variam de acordo com a região, e é necessária a adequação do LEED às prioridades de cada local.

2.2 Tipos de Certificação LEED

Há uma certa flexibilidade no LEED uma vez que este pode ser aplicado a todos os tipos de prédios, tanto comerciais quanto residenciais, bem como em escolas ou unidades de saúde. Segundo o USGBC (2010), o sistema de classificação pode ser dividido em:

- LEED para novas construções e grandes reformas: projetado para guiar a avaliação do desempenho de projetos comerciais e institucionais, incluindo escritórios, escolas, prédios residenciais, governamentais, instalações recreativas, fábricas e laboratórios;
- Edifícios existentes – operação e manutenção: ajuda proprietários e operadores a medir operações, melhorias e manutenção dos prédios em uma escala constante, com o objetivo de maximizar a eficiência operacional enquanto minimiza os impactos ambientais. Pode ser aplicado tanto em prédios que buscam uma certificação pela primeira vez quanto em projetos previamente certificados pelo LEED para Novas Construções, Escolas ou Núcleo e Invólucro.
- LEED para interiores comerciais: é uma certificação destinada ao mercado de aluguel de salas comerciais. É um sistema reconhecido por certificar interiores que sejam locais produtivos para trabalhar; mais baratos para operar e manter; e tenha impactos ambientais reduzidos.
- LEED para Núcleo e Invólucro: é um sistema de classificação de construções para designers, construtores e novos proprietários que querem adicionar elementos sustentáveis para o Núcleo e Invólucro de novas construções. Núcleo e Invólucro são os elementos básicos como estrutura, envelope e o sistema de condicionamento de ar. Além disso, esse tipo de LEED foi criado para ser complementar ao LEED para Interiores Comerciais.

Destaca-se que para que uma edificação inicie o processo de certificação são necessários requisitos mínimos tais como o cumprimento de todas as leis federais, estaduais e locais relacionadas com a construção e regulamentos ambientais, bem como o plano diretor do local. Em adição, a edificação deve ter sido projetada, construída e estar em operação em um local permanente; deve-se delimitar todo o sítio trabalhado, incluindo todo o terreno que foi ou vai ser perturbado (responsabilidade sobre o entorno). Finalmente, a edificação deve apresentar um mínimo de 93m² de área construída, que também deve ser igual a no mínimo 2% da área do terreno ocupado; todos os projetos certificados devem se comprometer com a USGBC a compartilhar os dados de uso de água e energia por um período de pelo menos cinco anos.

2.3 LEED no Brasil

No Brasil, a certificação LEED é representada pela ONG *Green Building Council Brasil* (GBC BRASIL), que tem trabalhado na interpretação e adaptação dessa ferramenta à

realidade brasileira. De acordo com a ONG, até janeiro de 2010 havia 166 edificações registradas e 14 certificadas no sistema LEED no país.

Entre as obras certificadas, a categoria mais recorrente é o LEED para Novas Construções e Grandes Reformas seguido pelo LEED Núcleo e Invólucro. Quanto aos usos, verifica-se que a maioria das edificações certificadas destina-se ao uso comercial ou institucional. A figura 1 mostra a rápida evolução dos registros e certificações LEED no Brasil em cinco anos.

Destaca-se que os prédios certificados pelo LEED no país concentram-se nas grandes metrópoles, tendo sua maior representatividade nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, onde já foram registrados mais de 120 edificações (GBC Brasil, 2010).

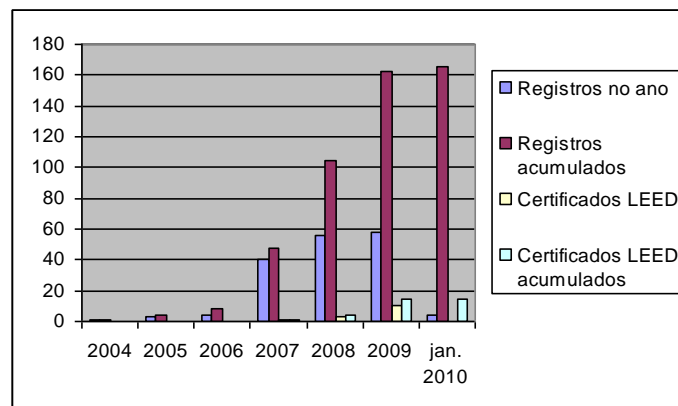


Figura 1 – Gráfico de Registros e Certificações LEED no Brasil. Fonte: GBC Brasil

3 LEED para Novas Construções ou Grandes Reformas

Visto que é o tipo de certificação mais recorrente entre as obtidas no Brasil, o modelo para Novas Construções e Grandes Reformas foi o selecionado para o desenvolvimento desta pesquisa. Esta certificação é baseada em sete grandes áreas, que permitem a pontuação do nível das soluções adotadas.

Esta certificação é baseada na avaliação do desempenho de uma edificação em sete grandes áreas, baseada em uma lista de objetivos pré-selecionada. Através da formação de comitês específicos, o USGBC desenvolveu *checklists* para cada área, com subitens que avaliam as estratégias para melhorar o desempenho ambiental do edifício.

Através da formação de comitês específicos por área, o USGBC criou *checklists* específicos que abordam subitens relacionados ao critério correspondente. Conforme estabelecido pela metodologia desenvolvida pelo USGBC, para cada item há uma pontuação diferenciada e quantidade de subitens variável. Dentro de um mesmo item os critérios listados relacionam-se com diferentes fases da construção de uma edificação, justificando-se, assim, a importância do entendimento de todo o processo construtivo para um melhor planejamento das estratégias a serem adotadas.

Critérios	Pontuação
Sítios Sustentáveis	26 pontos
Uso Racional da Água	10 pontos
Energia e Atmosfera	35 pontos
Materiais e Recursos	14 pontos
Qualidade do Ambiente Interno	15 pontos
Inovação e Processo de Projeto	06 pontos

Créditos Regionais	04 pontos
PONTUAÇÃO MÁXIMA	110 pontos

Fonte: USGBC

Tabela 1 – Critérios avaliados na Certificação LEED para Novas Construções ou Grande Reformas.

3.1 Fases de uma construção

O planejamento de uma edificação se inicia bem antes que se possa observar qualquer movimentação no canteiro de obras. As etapas de estudos de viabilidade e desenvolvimento dos projetos executivos antecedem a fase mais visível, que é a execução da obra. Também existem etapas posteriores à construção, que são as avaliações, fiscalizações e, por fim, a utilização da edificação por seus ocupantes.

Em cada uma destas fases profissionais com atribuições distintas participam do processo trabalhando com aspectos específicos.

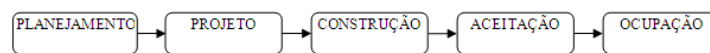
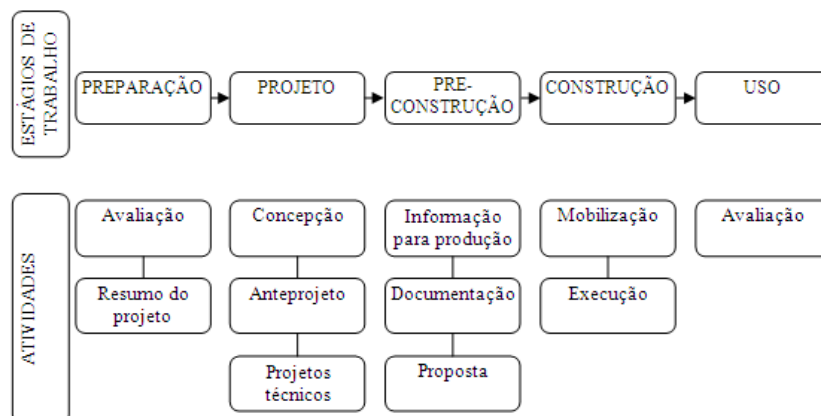


Figura 2 – Fases do planejamento e construção de uma edificação (modelo 1). Fonte: Adaptado de American Institute of Architects (1996)



Fonte: Adaptado de Royal Institute of British Architects (2007)

Figura 3 – Fases do planejamento e construção de uma edificação (modelo 2)

A maioria dos modelos que ilustram as fases de uma construção enfatiza a importância da fase pré-execução, que engloba o planejamento e desenvolvimento dos projetos executivos, uma vez que é nessa fase que se define o produto a ser construído. Todavia, a fase de execução é decisiva para que o êxito da etapa anterior, visto que a fidelidade aos projetos depende do bom nível da execução. A etapa do uso equivale na verdade à finalidade da construção, mas inserida como etapa construtiva, nessa fase cabe avaliar os métodos construtivos e funcionamento do edifício. Dessa forma, resumimos nosso modelo em quatro etapas, abrangendo as atividades desenvolvidas em cada uma, conforme ilustração abaixo:

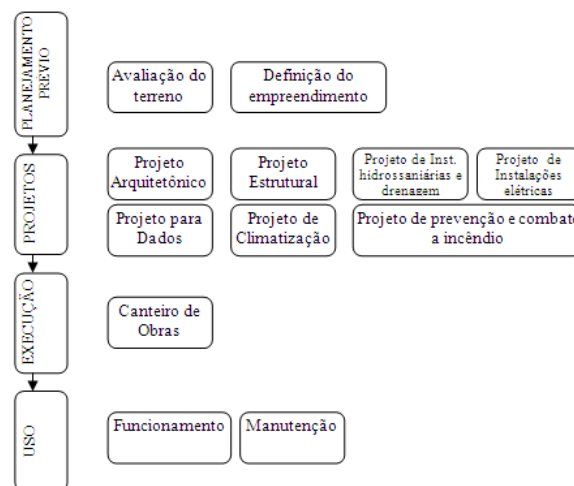


Figura 4 – Proposta para fases do planejamento e construção de uma edificação (modelo 3)

A etapa do planejamento prévio corresponde aos estudos preliminares do empreendimento.

Nesta fase são focalizados, segundo Azeredo (1997), os aspectos social, técnico e econômico, a localização do lote e suas características, as características de uso, as opções possíveis, as avaliações de custo e prazo. Observa-se que nessa etapa os estudos estão voltados para dois focos:

- Análise do local: Visa analisar se a localidade é favorável ao tipo de empreendimento que se deseja construir, quais as características sociais e físicas do entorno, quais prescrições urbanísticas são aplicáveis ao terreno, realização da limpeza do terreno, levantamento topográfico e sondagens para reconhecimento do subsolo.
- Definição do empreendimento: objetiva caracterizar o empreendimento a ser materializado. Para tanto, podem ser elaboradas listas com o programa de necessidades, estimativa de área construída e população para cada espaço previsto. Tais informações, juntamente com a análise do local, servirão de base para o desenvolvimento dos projetos arquitetônico e complementares.

A etapa correspondente aos projetos abrange todo o desenvolvimento dos projetos da edificação, desde os estudos iniciais ao projeto executivo. De acordo com Azeredo (1997), os projetos normalmente são compostos por duas partes: volume escrito e volume com representações gráficas. No volume escrito estão inseridos o memorial descritivo do projeto, as especificações de materiais e o orçamento da obra. No volume gráfico, devem constar as representações necessárias para a execução da obra, tais como plantas, cortes, fachadas e detalhes.

De acordo com o porte e uso do edifício, pode ser necessário o desenvolvimento de projetos para instalações específicas. Todavia, de uma forma geral, constitui-se o conjunto de elementos que define a obra, possibilitando a estimativa de seu custo e o prazo de execução, os seguintes projetos:

- Projeto arquitetônico: é o primeiro projeto a ser desenvolvido e é a base para todos os outros. Deve conter as informações de localização, dimensionamento dos espaços e especificação de materiais;
- Projeto estrutural: detalha o sistema estrutural da edificação, apresentando o dimensionamento e constituição das fundações, pilares, vigas, lajes e outros elementos;

- Projeto de instalações hidrossanitárias e drenagem pluvial: engloba o detalhamento da rede de distribuição de água fria e quente desde os reservatórios aos pontos de consumo, com indicações do tipo e diâmetro da tubulação e conexões; Detalhamento das tubulações de drenagem desde a cobertura à destinação final a serem utilizados na edificação; Detalhamento do sistema de esgoto, incluindo aparelhos, tubulações, conexões até o coletor público;
- Projeto de instalações elétricas: engloba a localização dos quadros de distribuição, pontos de consumo de energia elétrica, com as respectivas cargas, seus comandos, identificação dos circuitos e traçado da rede de eletrodutos, com as respectivas bitolas e tipos;
- Projeto de dados: dependendo da edificação, pode incluir a rede de lógica, telefonia, segurança eletrônica e a rede de alarmes. Deve conter o traçado e especificações dos cabos, conexões e equipamentos utilizados;
- Projeto de climatização: abrange a definição do sistema de climatização mais apropriado para a edificação assim como o detalhamento dos caminhos e especificação das tubulações e equipamentos utilizados;
- Projeto de prevenção e combate a incêndio: definição, localização e traçado dos elementos componentes do sistema, como hidrantes, extintores, tubulações, sinalização.

Visto que cada projeto geralmente é desenvolvido por um grupo diferente de profissionais, ao fim todos os projetos devem ser compatibilizados, o que integra o projeto completo para execução da obra.

Estando os projetos aprovados pelo contratante e tendo-se obtido a permissão para construção junto a todos os órgãos licenciadores, é iniciada a etapa de execução. Essa fase consiste na ação diretamente sobre o terreno. A partir do recebimento dos insumos e da mão-de-obra contratada, com a orientação dos projetos e estudos realizados anteriormente é dada a execução do edifício.

A etapa final no processo da construção é a ocupação e funcionamento do edifício. Nessa fase, são realizados os ajustes necessários e são colocados em prática os planos que orientam o uso e manutenção da edificação.

3.2 Fases de do planejamento e construção de uma edificação

Para embasar o relacionamento entre os critérios de avaliação do LEED e as fases de uma edificação, foi considerado o conteúdo do guia de referência *LEED 2009 for New Constructions and Major Renovations*. Para cada subitem do *checklist* o guia apresenta objetivo; requisitos e tecnologias; e potenciais estratégias, que orientam a equipe envolvida sobre como proceder para atingir as pontuações desejadas. Com base nessas informações, cada tópico do *checklist* foi relacionado às fases e atividades nas quais as estratégias ambientais são incorporadas à edificação, conforme quadro abaixo:

Fases	1. Planejamento prévio	2. Projetos	3. Execução	4. Uso
ATIVIDADES	1AT - Avaliações do terreno	2 PA - Projeto arquitetônico	3CO - Canteiro de obras	4F - Funcionamento
	1 DE - Definições do empreendimento	2PE - Projeto estrutural		4M - Manutenção
		2PIH - Projeto de instalações hidrossanitárias e drenagem		
		2PIE - Projeto instalações elétricas		
		2PD - Projeto para dados		
		2PC - Projeto de climatização		

		2PPC - Projeto de prevenção e combate a incêndio		
--	--	--	--	--

Tabela 2 – Fases e atividades de uma construção

O desenvolvimento do relacionamento entre o *checklist* do LEED para Novas Construções e as fases da construção terá como resultado dois índices, que serão apresentados para cada área-chave ou para o *checklist* como um todo:

- Representatividade (R) – expressa a presença de determinada fase da construção em relação ao total dos subitens avaliados (em %).

$$R (\%) = \frac{\text{quantidade de subitens relacionados à fase da construção estudada}}{\text{quantidade de subitens do todo}} * 100\%$$

- Abrangência (A) – Influência de cada fase da construção na aquisição de pontos de determinado item (em %).

$$A (\%) = \frac{\text{somatório das pontuações referentes às fases identificadas em cada subitem}}{\text{somatório da pontuação total}} * 100\%$$

Alguns subitens podem se enquadrar em mais de uma das fases da construção, visto que sua implementação pode estar vinculada a diferentes ações. Quando isso acontecer a representatividade e abrangência do subitem serão divididas entre as fases identificadas.

Sítios sustentáveis		
Critério	Pontuação	Fase
Prevenção da poluição na atividade da construção	Requisito	3CO
Seleção do terreno	1	1 AT
Densidade urbana e conexão com a comunidade	5	1 AT
Remediação de áreas contaminadas	1	1 AT
Transporte alternativo (público)	6	1 AT
Transporte alternativo (bicicletário)	1	2 PA
Transporte alternativo (uso de veículos de baixa emissão)	3	2 PA
Transporte alternativo (estacionamento)	2	2 PA
Desenvolvimento do espaço (habitat)	1	2 PA/ 3CA
Desenvolvimento do espaço (espaços abertos)	1	2 PA
Projeto águas pluviais (quantidade)	1	2 PA/ 2PIH
Projeto águas pluviais (qualidade)	1	2 PA/ 2PIH
Redução da ilha de calor (áreas cobertas)	1	2 PA
Redução da ilha de calor (áreas descobertas)	1	2 PA
Redução da poluição luminosa	1	2 PIE

Tabela 3 – Critérios do item Sítios Sustentáveis e fases da construção correspondentes

Uso racional da água		
Critério	Pontuação	Fase
Redução do uso da água	Requisito	2PIH
Uso da água no paisagismo (redução de 50%, uso de água não potável ou sem irrigação)	4	2PIH
Tecnologias inovadoras para águas servidas	2	2PIH
Redução no consumo de água	4	2PIH

Tabela 4 – Critérios do item Uso Racional da Água e fases da construção correspondentes

Energia e atmosfera		
Critério	Pontuação	Fase
Comissionamento dos sistemas de energia	Requisito	2PIE/2PIH/2PC

Performance mínima de energia	Requisito	2PA
Gestão fundamental de gases refrigerantes	Requisito	2PC
Otimização da performance energética (48% para prédios novos ou 44% para prédios reformados)	19	2PIE/2PIH/2PC
Geração local de energia renovável (13%)	7	2PIE
Melhoria no comissionamento	2	2PA/ 2PIE/ 2PC/ 2PIH/ 3CO/ 4F
Melhoria na gestão de gases refrigerantes	2	2PC
Medições e verificações	3	2PA/ 2PIE/ 2PC/ 2PIH/ 4F
Energia verde	2	2PIE

Tabela 5 – Critérios do item Energia e Atmosfera e fases da construção correspondentes

Materiais e recursos		
Critério	Pontuação	Fase
Depósito e coleta de materiais recicláveis	Requisito	2PA/4F
Reuso do edifício (95% para paredes, pisos e cobertura)	3	2PA
Reuso do edifício (75% elementos não estruturais)	1	2PA
Gestão de resíduos da construção (75% para reuso)	2	3CO
Reuso de materiais (10%)	2	2PA
Conteúdo reciclado (20%)	2	2PA/ 3CO
Materiais regionais (20%)	2	2PA/ 3CO
Materiais de rápida renovação	1	2PA/ 3CO
Madeira certificada	1	2PA/ 3CO

Tabela 6 – Critérios do item Materiais e Recursos e fases da construção correspondentes

Qualidade ambiental interna		
Critério	Pontuação	Fase
Desempenho mínimo de qualidade do ar interno	Requisito	2PA/ 2PIE
Controle da fumaça do cigarro	Requisito	2PA/ 4F
Monitoramento do ar externo	1	4F
Aumento da ventilação	1	2PA/ 2PIE/ 2PC
Plano de gestão de qualidade do ar (durante a construção)	1	3CO
Plano de gestão de qualidade do ar (antes da ocupação)	1	3CO
Materiais de baixa emissão (adesivos e selantes)	1	2PA/ 3CO
Materiais de baixa emissão (tintas e vernizes)	1	2PA/ 3CO
Materiais de baixa emissão (carpetes e sistemas de piso)	1	2PA/ 3CO
Materiais de baixa emissão (madeiras compostas e produtos de agrofibras)	1	2PA/ 3CO
Controle interno de poluentes e produtos químicos	1	2PA/ 4F
Controle de sistemas (iluminação)	1	2PIE/ 4F
Controle de sistemas (conforto térmico)	1	2PC/ 4F
Conforto térmico (projeto)	1	2PA
Conforto térmico (verificação)	1	4F
Iluminação natural e paisagem (luz do dia)	1	2PA
Iluminação natural e paisagem (vistas)	1	2PA

Tabela 7 – Critérios do item Qualidade Ambiental Interna e fases da construção correspondentes

Inovação e processo de projeto		
Critério	Pontuação	Fase
Inovação ou performance exemplar	3	Todos
Inovação	2	Projeto
Profissional acreditado LEED	1	Planejamento/ Projeto

Tabela 8 – Critérios do item Inovação e Processo de Projeto e fases da construção correspondentes

Créditos regionais		
Critério	Pontuação	Fase
Prioridades específicas da região	4	1AT/ 1DE

Tabela 9 – Critérios do item Créditos Regionais e fases da construção correspondentes

4. Resultados e Discussão

Na maioria dos itens do *checklist* do LEED para Novas Construções há critérios que constituem pré-requisitos para a avaliação e, por isso, não adicionam pontos (não há valor de abrangência). Entre os pré-requisitos constatados verificou-se que a maior representatividade está para a fase de projeto, que engloba 75% desses critérios, sendo aproximadamente 1/3 dessa porcentagem referente ao projeto de arquitetura.

Dos critérios predefinidos pelo LEED para avaliação de construções no item Sítios Sustentáveis, 68% são incorporados na fase de projeto (representatividade), sendo que, de acordo com a pontuação estabelecida no *checklist*, a fase de planejamento é a mais relevante, sendo responsável por aproximadamente 54% da pontuação máxima da categoria (abrangência). Isso se deve ao fato de ser nas fases de planejamento e de projeto que ocorre a definição do local a ser construído, levando em consideração a existência ou não de infraestrutura, ou do desenvolvimento de planos de remediação de áreas contaminadas, que são critérios avaliados pelo *checklist* para a certificação.

Para o item Uso Racional da Água a totalidade dos critérios está relacionada à fase de projeto, mais especificamente à fase de projeto de instalações hidráulicas. Assim, a representatividade e a abrangência foram de 100% para o projeto de instalações hidráulicas. Isso é justificado pelo fato de os critérios, as estratégias e tecnologias apresentadas pela publicação LEED para Novas Construções sugerirem relação direta com esse tipo de projeto.

No caso do item Energia e Atmosfera, os critérios concentram-se na fase de projeto, o que corresponde a uma representatividade de 91%, destacando-se o projeto de instalações elétricas, com 45% de contribuição para tanto. No caso da pontuação, também é mais abrangente a fase de projeto, responsável por 96% dos 35 pontos desse item.

Para o item Materiais e Recursos os critérios se concentram nas fases de construção e projeto, mais especificamente o arquitetônico. Os critérios relacionados ao projeto abrangem 75% da pontuação destinada a esse item, o que pode ser justificado pelo fato da especificação de materiais ser uma das atribuições inerentes ao projeto arquitetônico.

Dos critérios predefinidos pelo LEED para avaliação de construções no item Qualidade Ambiental Interna, 50% estão relacionadas à fase de projeto, estando a outra metade dividida entre as fases de construção e de uso (representatividade). A figura 5 mostra que para a pontuação dá-se o mesmo: a fase de projeto contribui com metade dos 15 pontos possíveis.

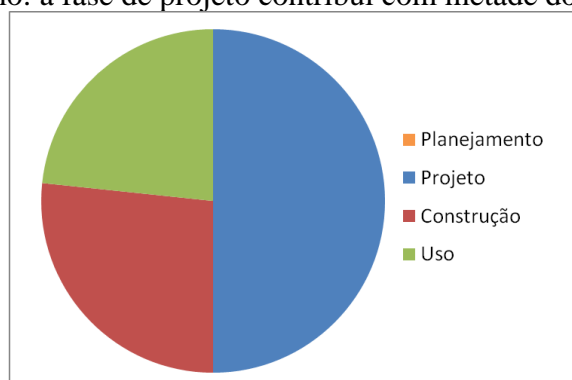


Figura 5 – Abrangência das fases de Plan., Projeto, Construção e Uso para item Qualidade Ambiental Interna

O item Inovação e Processo de Projeto é direcionado para a etapa de projeto, mas aberto de certa forma, pois não direciona para a aplicação de uma estratégia específica. O item está relacionado à demonstração de uma performance ambiental acima das estabelecidas no guia de referência *LEED 2009 for New Constructions and Major Renovations*. Para esse item o índice de representatividade e o de abrangência apresentam exatamente a mesma proporção, conforme gráfico abaixo:

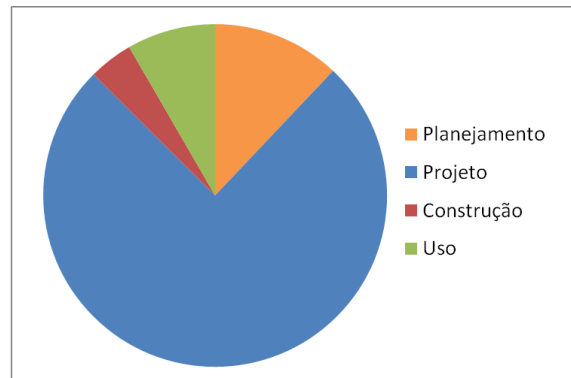


Figura 6 – Abrangência das fases de Plan., Projeto, Const. e Uso para o item Inovação e Processo de Projeto

O item Créditos Regionais é completamente voltado para a fase de Planejamento, pois todos os critérios abordados envolvem a definição prévia do local de construção e estudos sobre as características regionais da área.

Por fim, para a totalidade dos itens do *checklist*, foi encontrada uma representatividade muito alta para a fase de projetos, com um valor de 65%. Dentro da fase de projetos, destaca-se a fase de projeto arquitetônico, que compõe aproximadamente 58% da totalidade dos critérios de projeto.

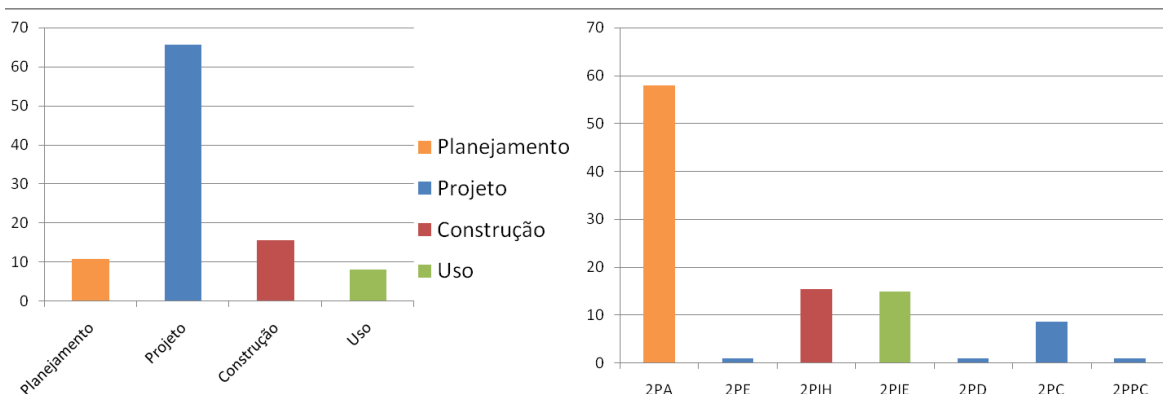


Figura 7 – Representatividade para todas as fases entre todos os itens do *checklist* e subdivisão interna para a fase de projeto – expressa em porcentagem

A fase da construção obteve uma representatividade de 16%, seguida pelo planejamento com 11% e o uso com 8%.

Quanto ao índice de abrangência, que leva em conta a diferenciação de pontuação por critério, verificou-se que em torno de 77 pontos, de um total de 110, podem ser alcançados através de estratégias incorporadas na fase de projeto. Dentro dos 77 pontos da categoria projeto, 27 pontos estão ligados ao projeto arquitetônico, 19 ao projeto de instalações elétricas, 19 ao de instalações hidrossanitárias e 11 ao projeto de climatização. Os demais projetos apresentam

uma baixa potencialidade para a pontuação e podem ser responsáveis pela conquista de apenas mais 1 ponto.

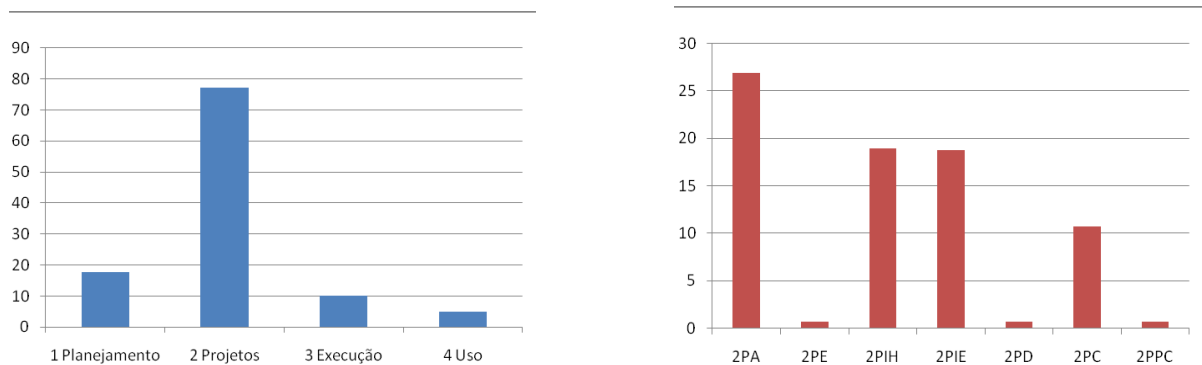


Figura 8 – Abrangência para todas as fases entre todos os itens do *checklist* e subdivisão interna para a fase de projeto – expressa em unidades absolutas, para um total de 110 pontos

A segunda maior abrangência de pontos entre as etapas da construção foi para a fase de planejamento, que pode contribuir para conquista de até 18 pontos, seguida pela execução com 10 e o uso com 5 pontos.

5. Conclusões

A ecoeficiência é uma ferramenta muito útil para a minimização de impactos ambientais em processos produtivos, além de agregar valor ao produto, considerando o fato de existir uma crescente demanda pelos “produtos verdes”. Essa ferramenta também é aplicável para o mercado da construção civil, onde as técnicas de ecoeficiência têm sido implementadas cada vez mais, modificando desde o modo de extração do recurso natural, seu transporte, até a maneira como são edificadas as construções, sempre visando maior eficiência energética, melhor uso da água e conforto ambiental.

A possibilidade de medição da ecoeficiência de uma edificação através dos diversos métodos de avaliação apresentados, em especial pelo LEED, objeto de análise deste artigo, permite comparar e avaliar as estratégias mais eficientes para um bom desempenho ambiental da edificação. Estas estratégias estão distribuídas nas diversas atividades quem compõem as fases de uma construção.

Ao se comparar os dois índices trabalhados confirma-se a importância da fase de projeto de uma edificação, onde serão incorporadas as principais estratégias para um melhor desempenho ambiental da edificação. A fase de planejamento apresenta a terceira maior representatividade entre os critérios estudados, contudo, esses critérios são mais valorados, o que no índice abrangência elevou a etapa de planejamento para a segunda mais importante, ocorrendo o comportamento inverso para a fase de construção. A etapa do uso demonstrou um comportamento similar para os dois índices, permanecendo com valores abaixo de 10%.

Assim, o presente estudo traz como contribuição o entendimento do peso das etapas do planejamento, projeto, construção e uso dentro dos critérios estabelecidos para LEED para Novas Construções indicando em qual das fases é mais importante a implementação de medidas ecoeficientes com o intuito de conseguir a certificação. No entanto, nem sempre um edifício em certificação seguirá a lógica definida acima, visto que o processo projetual pode conter critérios que estão associados a mais de uma área. Além disso, no presente artigo, foram representadas divisões de influência iguais, mas na prática uma das fases pode

sobressair em relação às outras. Por esse motivo, sugere-se que sejam comparados casos reais com os resultados obtidos na realização desse trabalho.

Referências

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS CALIFORNIA COUNCIL. Time-saver Standards: Architectural Design Data. McGraw-Hill, New York: 1996.

AZEREDO, Hélio Alves. O Edifício até sua cobertura. Edgar Blücher Ltda, São Paulo: 1997.

DATAR, M.T., BHARGAVA, D.S. Effects of environmental factors on nitrification during aerobic digestion of activated sludge. Journal of the Institution of Engineering (India), Part EN: Environmental Engineering Division, v.68, n.2, p.29-35, Feb. 1988.

DING, GRACE K.C. Sustainable construction – The role of environmental assessment tools. Journal of Environmental Management 86, p.251-264. Sydney, 2008.

FADINI, P.S. Quantificação de carbono dissolvido em sistemas aquáticos, através da análise por injeção em fluxo. Campinas, 1995. Dissertação de mestrado-Faculdade de Engenharia Civil-Universidade Estadual de Campinas, 1995.

JOHNSON, S. Greener Buildings: Environmental Impact of Property. MacMillan, Basingstoke: 1993.

KATS, G. H. Green building costs and financial benefits. Massachusetts Technology Corporation, 2003.

ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS. Outline Plan of Work. RIBA Publications, London: 2007.